



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

SOCIEDAD MEXICANA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

CONGRESO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Autoridades educativas del TecNM/Instituto Tecnológico de Roque en 2025

Director	Raúl René Robles Lacayo
Subdirector de planeación	Alejandro Guerrero Barrón
Subdirector Académico	Wendy Mondragón Moreno
Subdirector Administrativo	Fernando Germán Flores Guillen
Jefe del Departamento de Posgrado e Investigación	Carolina Hernández Navarro
Jefe del Departamento Ciencias Agropecuarias	Ricardo Yañez López
Jefe del Departamento de Sistemas y Computación	Ruth Adriana Muñiz Camacho
Jefe del Departamento de Recursos Financieros	Graciela Rodríguez Rodríguez
Jefe del Departamento de Recursos Materiales	Hans Blanquet
Jefe del Departamento de Producción	Hugo Armando Pérez Ramírez
Jefe del Departamento de Recursos Humanos	Abril de María Montesinos Bernal
Jefe del Departamento de CEA	Silvano Ochoa Galaz
Jefe del Departamento de Ciencias Básicas	José Gabriel Mendoza Mancilla
Jefe del Departamento de Ingenierías	Violeta Herrera Enciso
Jefe del Departamento de Servicios Escolares	Fabiola Herrera Enciso
Jefe del Departamento de Extra Escolares	Luis Javier Rios Jimenez
Jefe del Departamento de DEP	Saúl Armando Cerca Vázquez
Jefe del Departamento de Planeación	Laura Cupul Moreno
Jefe del Departamento de Centro de Computo	Cesareo Hernandez Alfaro
Jefe del Departamento de Centro de Información	Norma Elena Lopez Vazquez
Jefe del Dpto. de Gestión Tecnológica y Vinculación	Maribel Zarate Ángel
Jefe del Departamento de Desarrollo Académico	María Eugenia Gallardo Rodríguez
Jefe del Departamento de Comunicación y Difusión	Tamara Molina Grimaldo

Mesa directiva de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (SOMECTA)

Presidente de la SOMECTA	García Rodríguez J. Guadalupe
Vicepresidente	Cervantes Ortiz Francisco
Secretario general	Chablé Moreno Francisco
Tesorera	Alvarado García Dulce María



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Secretario técnico	Covarrubias Prieto Jorge
Secretario de eventos nacionales e internacionales	Raya Pérez Juan Carlos
Primer vocal	Ramírez Pimentel Juan Gabriel
Segundo vocal	Aguirre Mancilla César Leobardo

Socios integrantes fundadores desde 2012 hasta el 2025 de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria del Tecnológico Nacional e México/Instituto Tecnológico de Roque.

Aguirre Mancilla César Leobardo	Mendoza Elos Mariano
Alvarado Bárcenas Estéfana	Morán Vázquez Nicolás
Alvarado García Dulce María	Mondragón Moreno Wendy
Andrio Enriquez Enrique	Ortega González Manuel
Covarrubias Prieto Jorge	Raya Pérez Juan Carlos
Chablé Moreno Francisco	Rangel Lucio José Antonio
Cervantes Ortiz Francisco	Ramírez Pimentel Juan Gabriel
Frías Pizano Jesús	Rivera Reyes J. Guadalupe
Gallardo Rodríguez María Eugenia	Vázquez Ángeles Jacinto
García Rodríguez J. Guadalupe	Cortéz Baheza Elvira†
Lara Lozoya Ereida	Ponce de León Francisco Eduardo†

Integrantes de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria en el periodo de septiembre de 2022 a septiembre 2025.

Aguirre Mancilla César Leobardo	Guzmán Zazueta Alejandro
Alvarado Bárcenas Estéfana	López Ramírez Blanca Cecilia
Alvarado García Dulce María	Mendoza Elos Mariano
Andrio Enriquez Enrique	Mondragón Moreno Wendy
Covarrubias Prieto Jorge	Pérez Mendoza Davino
Chablé Moreno Francisco	Raya Pérez Juan Carlos
Cervantes Ortiz Francisco	Ramírez Pimentel Juan Gabriel
Cisneros López Hugo César	Rivera Serrano María de Lourdes



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Frías Pizano Jesús	Rodríguez Mercado Daniel
Flores Gómez Carlos Alberto	Rodríguez Sandoval Jorge Abraham
Gallardo Rodríguez María Eugenia	Ochoa Galaz Silvano
García Cruz Salvador	Ortega González Manuel
García Rodríguez J. Guadalupe	Yañez López Ricardo
García Gutiérrez Sergio Arturo	Vázquez Huerta Ma de los Ángeles
Gutiérrez Benicio Glenda Margarita	

Comité editorial

Editor: Juan Carlos Raya Pérez

Acosta Gallegos Jorge Alberto	Gutiérrez Benicio Glenda Margarita
Aguirre Mancilla César Leobardo	Hernández Navarro Carolina
Alvarado Bárcenas Estefana	Licea Rojas Lorenzo
Andrio Enriquez Enrique	López Ramírez Blanca Cecilia
Ávila Perches Miguel Ángel	Mendoza Elos Mariano
Carballo Carballo Aquiles	Mondragón Moreno Wendy
Cervantes Ortiz Francisco	Pérez Mendoza Davino
Córdova Téllez Leobigildo	Preciado Ortiz Ricardo Ernesto
Covarrubias Prieto Jorge	Ramírez Pimentel Juan Gabriel
Chablé Moreno Francisco	Rodríguez Sandoval Jorge Abraham
Dorantes González José Roberto Augusto	Rodríguez Rodríguez Francisco
Estrada Luna Andrés A.	Rodríguez Mercado Daniel
Frías Pizano Jesús	Rodríguez Herrera Raúl
Gámez Vázquez Alfredo Josué	Rivera Serrano Ma de Lourdes
García Rodríguez J. Guadalupe	Santacruz Varela Amalio
García Gutiérrez Sergio Arturo	Santamaría González Sarahyt
Grajeda Cabrera Oscar Arath	Tapia Naranjo Alfredo
González Castillo Fernando	Yañez López Ricardo



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Coordinadores generales

Alvarado García Dulce María	Guevara Páramo Ma Guadalupe
Alvarado Bárcenas Estéfana	Ortega González Manuel
Cervantes Ortiz Francisco	Licea Rojas Lorenzo
Cisneros López Hugo César	Ramírez Pimentel Juan Gabriel
Chablé Moreno Francisco	Rodríguez Mercado Daniel
García Rodríguez J. Guadalupe	Rivera Serrano Ma Lourdes
García Gutiérrez Sergio Arturo	Yañez López Ricardo

Coordinador de los Conferencistas

Andrio Enriquez Enrique	Frías Pizano Jesús
Cañada Coyote Erika	López Noyola José Antonio
Cervantes Ortiz Francisco	Rodríguez Mercado Daniel
Cisneros López Hugo Cesar	Yáñez López Ricardo
Chablé Moreno Francisco	

Coordinador del soporte técnico y plataforma del Congreso SOMECTA

Sergio Arturo García Gutiérrez	Aurora G. Andrade González
Jorge Abraham Rodríguez Sandoval	Saúl Armando Cerca Vázquez
Francisco Manuel Márquez Tovar	Blanca Cecilia López Ramírez
María de los Ángeles Vázquez Huerta	

Moderadores y evaluadores de las exposiciones orales Coordinador general (es):

Francisco Cervantes Ortiz

J. Guadalupe García Rodríguez

Carolina Acosta Navarro

Alvarado Bárcenas Estéfana	Licea Morales Pablo Jesús
Banda Ruíz Víctor Manuel	Miranda Miranda Eduardo Ignacio
Badillo García Diego Martín	Muñoz Ledo Josefina Jiménez
Cañada Coyote Erika	Ramírez Lourdes Ledezma



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Covarrubias Prieto Jorge	Ramírez Pimentel Juan Gabriel
Cisneros López Hugo César	Ramírez Rodríguez Rodrigo
Gallardo Rodríguez María Eugenia	Reyes Fuentes Mabel
Flores Gómez Carlos Alberto	Rivera Cortez Berenice
García Cerrillo Alicia Giselle	Rodríguez Rodríguez José Francisco
Gutiérrez Vinicio Glenda Margarita	Rodríguez Sandoval Jorge Abraham
Pérez Mendoza Davino	Rodríguez García María Victoria
Frías Pizano Jesús	Ruiz Escobar José Eduardo
Rodríguez Mercado Daniel	Santamaría González Sarahyt
Lara Maricruz Martínez	Vega Rodríguez Paulino
León Arreguín Eva Lizbeth	Yáñez López Ricardo

Evaluadores de la Sesión de carteles

Coordinador (a) general: María de Lourdes Rivera Serrano

Francisco Chablé Moreno

Alvarado Bárcenas Estéfana	Ramírez Rodríguez Rodrigo
Badillo García Diego Martín	Ramírez Pimentel Juan Gabriel
Cañada Coyote Erika	Reyes Fuentes Mabel
Franco Vadillo Elisa	Rivera Cortez Berenice
Flores Gómez Carlos Alberto	Rivera Cortez Roberto Carlos
Flores Martínez Juana	Rivera Serrano María de Lourdes
Flores López Alicia	Rodríguez Sandoval Jorge Abraham
García Carrillo Alicia Giselle	Rodríguez Mercado Daniel
Licea Rojas Lorenzo	Rodríguez Rodríguez José Francisco
Licea Morales Pablo Jesús	Sánchez García Bertha María
Martínez Lara Maricruz	Sandoval Hernández Daniel
Mendoza Elos Mariano	Toledo Ocampo Aritzel
Miranda Miranda Eduardo Ignacio	Vega Rodríguez Paulino
Pérez Mendoza Davino	



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Grupo Staff del desarrollo logístico del evento Coordinador (es)

general (es): Daniel Rodríguez Mercado

Andrade González Aurora Geraldine	Laguna Galindo Magdalena
Arguello Vargas Fernanda de la Luz	López López Sofía Camila
Arellano Bárcenas Karol	Montoya Torres Jonathan
Alvarado García Dulce María	Moreno Lara Adrián
Chablé Salinas Brayant Adair	Ortega González Manuel
Gallardo Rodríguez María Eugenia	Ortega León Alberto
García Ramírez Valentina Evelyn	Rosas Cuellar Elian Beethsabe
Galván Guerrero Ricardo	Rico Alvarez Anaci Eloy
González Medina Jesús Alberto	Silva Murillo Adrián
Guerrero Cervantes Mariana	Suarez Flores Yadira
Josefina Jimenez Muñoz Ledo	

La Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria

TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Roque

XII CONGRESO NACIONAL Y 8° SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

“La mujer como preservadora de la biodiversidad y el ambiente”

Programa general: Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque Centro Nacional de
Innovación Educativa y Desarrollo Docente del TecNM

CELEBRAN

12 al 14 de mayo de 2025

Roque, Celaya, Guanajuato



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Año 12 número 1 enero-diciembre de 2025. Publicación anual editada por la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria A. C., con domicilio en Lázaro Cárdenas No. 11. C.P. 38110 Roque. Celaya, Guanajuato, México. Tel (461)6115903 Ext.155. <http://www.somecta.org.mx/wp-content/uploads/2023/01/Memoria2021.pdf> email: revista.cytam@gmail.com. Editor responsable: Juan Carlos Raya Pérez. Reservas de derecho al uso exclusivo No. 04-2017-060716474500-203. ISSN: 2448-6620; ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: comité editorial SOMECTA, Juan Carlos Raya Pérez. Lázaro Cárdenas No. 11. C.P. 38110 Roque. Celaya, Guanajuato, Fecha de última actualización, 20 de agosto de 2025.

La Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria A. C. advierte que los artículos de la Memoria científica podrán ser reproducidos total o parcialmente, siempre que se citen los créditos correspondientes. Además, el uso de productos o materiales mencionados en los experimentos no representa una recomendación publicitaria, ni menosprecio a otros de naturaleza comercial.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

PRÓLOGO

XII Congreso Nacional y 8° Simposio Internacional de Investigación de Ciencia y Tecnología Agropecuaria AC

En el marco del 99 aniversario de Roque

“La mujer como preservadora de la biodiversidad y el ambiente”

La Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, A.C. es comunidad académica interesada en contribuir con el desarrollo de la investigación, innovación tecnológica, la sustentabilidad del ambiente y los sistemas de producción agrícola, pecuario, forestal y la transformación de alimentos, organizó el congreso Nacional y Simposio Internacional, mismo que se llevó a cabo del 12 al 14 de mayo de 2025, durante los festejos del 99 aniversario, de la escuela de Roque, Celaya Guanajuato; sede del evento. Se agradece a los investigadores de estados como: Chiapas, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán.

Fue el propio director Raúl René Robles Lacayo quien dio la bienvenida a los invitados de honor, a los investigadores participantes de los diferentes estados e Instituciones y al presidium, asimismo en la honrosa representación del Director General M.C. Ramón Jiménez López, enfatizó a todos los presentes, el deseo que los objetivos planteados por el presidente de la SOMECTA se alcanzarán satisfactoriamente. El Presidente de la SOMECTA, J. Guadalupe García Rodríguez quién señaló la trascendencia de la organización y participación en investigadores de en diferentes disciplinas y dio conocer los objetivos de la SOMECTA, agradeciendo de antemano la participación de Instituciones, Investigadores, así como a los alumnos y al público en general su valioso apoyo. Reafirmó en tono enfático de la importancia de la mujer en la historia de la humanidad, quienes con su trabajo, dedicación y esfuerzo han promovido la conservación ambiental, pero sobre todo de cuidar la riqueza genética de las plantas a lo largo y ancho del país, quienes han privilegiado el rescate del campo y mediante su ardua labor constante han contribuido a la autosuficiencia alimentaria en granos básicos pero fundamentalmente en maíz, frijol, chile calabaza entre otras especies de importancia económica en México.

Se contó con la presentación de ponencias magistrales de instituciones como; Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Investigadora de la Universidad de Colombia,



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tlajomulco, empresa emprendedora de la apicultura en Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) entre otras Universidades e Instituciones públicas y privadas. El agradecimiento a todos los participantes a nivel nacional quienes dieron realce a este congreso realizado en el marco del 99° aniversario de esta casa de estudios, a todos que con su esfuerzo presentaron alternativas y resultados de su investigación para promover y mejorar la producción y fortalecer el aprovechamiento de todo el sistema agrícola, pecuario, industrial y la tecnologías modernas en apoyo a las áreas de investigación en pro del cuidado del medio ambiente y la protección de nuestros recursos naturales como es el caso de la semillas de una gran variedad de especies vegetales que existen a nivel nacional y que hoy en día sigue siendo el sustento de la agricultura a nivel nacional.

La temática del congreso; Agricultura sustentable, Tecnología de la producción, Mejoramiento genético, Biotecnología, Recursos genéticos y semillas, Producción pecuaria, Forestal, Alimentos, Tecnología de la información aplicada producción agroalimentaria, administrativa y Docencia; durante el congreso se presentaron 40 avances o resultados de las investigaciones, cada una de ellas realizadas en su lugar de origen de los investigadores; 32 carteles, de las 40 ponencias orales; con un total de 72 participantes directos en el congreso de la SOMECTA 2025.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

RESÚMENES

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL HACIA LA AUTOSUFICIENCIA ALIMENTARIA EN MÉXICO	9
ANÁLISIS HISTOQUÍMICO PARA ACTIVIDAD DE XILANASAS EN LAS RAÍCES DE <i>Arabidopsis thaliana</i>	10
ANTIBIOSIS Y ANTIXENOSIS A ARAÑA ROJA (<i>Tetranychus urticae</i>) EN TRES LINEAS AVANZADAS DE MAÍZ	11
APLICACIÓN FOLIAR DE AMINOÁCIDOS MEJORA EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS DE HOJAS	12
CALDOS MINERALES COMO TRATAMIENTO PREGERMINATIVO EN SEMILLA DE MAÍZ	13
COMPARACIÓN DEL NIVEL DE CRECIMIENTO DE MICELIO DE (<i>Lactarius indigo</i>) EN TRES MEDIOS DE CULTIVO Y TRES TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO	14
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO EN HÍBRIDOS DE MAÍCES PIGMENTADOS EN DOS AMBIENTES DE PRODUCCIÓN	15
CONTROL QUÍMICO DE (<i>Dalbulus spp.</i>) EN EL CULTIVO DE MAÍZ	16
DESARROLLO DE (<i>Sitophilus zeamais</i>) EN GENOTIPOS DE MAÍZ	17
EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE CALDOS MINERALES SOBRE PALOMILLA DORADA DEL GRANO (<i>Sitotroga cerealella</i> OLIVER)	19
EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE GENOTIPOS DE JÍCAMA (<i>Pachyrhizus erosus</i> L.).....	20
EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD FÍSICA DE SEMILLA DE CEBADA	21
EFFECTO DEL EXTRACTO DE GOBERNADORA (<i>Larrea tridentata</i>) EN LA GERMINACIÓN DE ESPORAS DE HONGOS FITOPATÓGENOS	22



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EFFECTOS DE CALDOS MINERALES EN LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE MAÍZ	23
ENRAIZAMIENTO DE (<i>Echinopsis pachanoi</i>) AUXINAS, TIPO Y TAMAÑO DE ESQUEJE PARA PORTAINJERTOS	24
ESTACIÓN DE MONITOREO DE LAS CONDICIONES DEL SUELO EN UN CULTIVO DE MAÍZ PARA EFICIENTIZAR EL CONSUMO DE AGUA	25
EFFECTO DE LA OKARA COMO ESTABILIZANTE SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DE YOGURT	26
EVALUACIÓN CUALITATIVA DE ACTIVIDADES ENZIMÁTICAS DE LOS COMPONENTES DE UN HERBICIDA ORGÁNICO	27
EVALUACIÓN DE ACTIVIDAD CELULOLÍTICA EN MICROORGANISMOS TOLERANTES A LA RICINA PARA EL PRETRATAMIENTO DE RESIDUOS DE HIGUERILLA	28
EVALUACIÓN DE CARACTERES MORFOLÓGICOS EN FRUTOS DE PLANTAS DE JITOMATE INOCULADOS CON CEPAS MUTANTES (<i>Trichoderma harzianum</i>)	29
EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS SOBRE EL DESARROLLO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>) TIPO SALADETTE BAJO CASA SOMBRA	30
EVALUACIÓN DE LIXIVIADO DE LOMBRIZ Y GUANO EN EL RENDIMIENTO DE HORTALIZAS: CEBOLLA, LECHUGA Y NABO	31
EVALUACIÓN Y ESTRATEGIA DE MANEJO DE DESPERDICIOS DE ALIMENTOS EN MERCADOS AGROPECUARIOS DE NUEVO TIPO	32
FECHAS DE SIEMBRA EN CARACTERES FENOLÓGICOS DE LINEAS ENDOGÁMICAS DE MAÍZ	33
LA EXPORTACIÓN DE AGUA COMO UNA ACTIVIDAD CLAVE DE LA ECONOMÍA MEXICANA	34
POTENCIALIDADES DEL USO DEL DIGESTATO PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE ALIMENTO ANIMAL	35



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

PRODUCCIÓN DE ESTOLONES EN VARIEDADES COMERCIALES DE FRESA	36
PROPAGACIÓN DE (<i>Austrocyllindropuntia subulata</i>) EFECTO DE AUXINAS EN ESQUEJES DE TALLO Y HOJA.....	37
REDUCCIÓN DEL ESTRÉS SALINO POR ACCIÓN DE BACTERIAS HALÓFILAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL EN (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	38
RESPUESTAS FISIOLÓGICAS A LA APLICACIÓN FOLIAR DE ÁCIDO GLUTÁMICO EN PLANTAS DE JITOMATE HIDROPÓNICO.....	39
SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE MAÍZ POR SU ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO	40
USO DE ACEITES ESENCIALES COMO TRATAMIENTO PREGERMINATIVO EN LA SEMILLA DE MAÍZ.....	41

ARTÍCULOS EXTENSOS

GARBANZO PORQUERO, UNA ALTERNATIVA EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL.....	43
HORAS FRÍO EN LA PRESERVACIÓN DE LA SEMILLA Y SU GERMINACIÓN DE ORQUÍDEA <i>Prosthechea baculus</i> (Rchb. F.) W.E. HIGGINS	50
AISLAMIENTO DE BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL DE LA SIERRA DE GUANAJUATO.....	59
AISLAMIENTO DE HONGOS BASIDIOMICETOS DE LA SIERRA DE GUANAJUATO.....	65
IAISLAMIENTO DE HONGOS DE LA RIZÓSFERA DE PASTO DE LA SIERRA DE GUANAJUATO	69
CARACTERIZACIÓN MOLECULAR (<i>Fusarium</i> spp) AISLADO DE TRIGO Y VALUACIÓN DE SU QUIMIOTIPO.....	73
DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE CALIFICACIONES Y ACTIVIDADES EN AULA.....	80



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EXTRACTO DE <i>Amaranthus hybridus</i> L. COMO ELICITOR FOLIAR INCREMENTA LA FOTOSÍNTESIS EN MAÍZ	88
APROVECHAMIENTO DE AGUA DE CRIADERO DE TILAPIA (<i>oreochromis niloticus</i>) COMO FERTILIZANTE ORGÁNICO.....	99
MANEJO BIOLÓGICO DE MALEZAS Y SU EFECTO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE NOPAL VERDURA	108
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA PROVENIENTE DE LA PLANTA PURIFICADORA UBICADA EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO.....	119
RESPUESTA DEL FRIJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i>) VAR. FLOR DE JUNIO LEÓN A ESTRÉS TÉRMICO CON DISTINTOS TRATAMIENTOS.....	130
TRATAMIENTOS ORGÁNICOS (GUANO VS. HUMUS) EN EL CRECIMIENTO DEL BRÓCOLI.....	137
USO DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS EN LA RECUPERACION DE CULTIVO DE FRESA EN INVERNADERO	142
CULTIVO DE LECHUGA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE AGUA SÓLIDA.....	146
TORVIC: GIRASOL ALTO OLEICO Y SU VALIDACIÓN EN GUANAJUATO.....	153
EVALUACIÓN PROGENIES DE CRUZAS ENTRE MAÍCES PIGMENTADOS DE LA REGION DE XICHÚ	161
LAYACE: GIRASOL FORRAJERO Y SU VALIDACIÓN EN GUANAJUATO	170
FORMACIÓN DE VARIEDADES DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.), MEDIANTE SELECCIÓN MASAL VISUAL ESTRATIFICADA PARA CONDICIONES DE TEMPORAL.....	178
ACTIVADORES FISIOLÓGICOS EN LA ETAPA REPRODUCTIVA DE PLANTAS DE PEPINO	188
ACTIVADORES FISIOLÓGICOS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PEPINO	194
APLICACIÓN DE ALGAS MARINAS EN PRODUCCION DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i> L) DE RACIMO EN INVERNADERO.....	199



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

APLICACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA FENOLOGÍA DE SANDÍA (<i>Citrullus lanatus</i> var. <i>peacock</i>).....	205
APLICACIÓN FOLIAR DE ACTIVADORES FISIOLÓGICOS EN PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE CHILE SERRANO.....	210
BIOESTIMULANTES EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE	216
BIOMOLECULAS EN LA PRODUCCIÓN DE MELÓN.....	222
CARACTERIZACIÓN DE SUSTRATOS EN PIMIENTO MORRÓN (<i>Capsicum annuum</i> L.) EN INVERNADERO	228
QUELATOS DE MICRONUTRIENTES EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE SERRANO (VAR. PLATA)	236
EFFECTO DE ANTICONGELANTE MAS BORO EN TOMATE CHERRY (<i>Solanum lycopersicon</i> L.) VARIEDAD LEMONSTAR EN INVERNADERO.....	241
EVALUACIÓN DE BIOFERTILIZANTES EN EL ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE APIO (<i>Apium graveolens</i>).....	250
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE MAÍZ CÓNICO NORTEÑO BLANCO EN DOS FECHAS DE COLECTA (AVANCE PRELIMINAR)	260
BIOESTIMULANTES EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE GARBANZO	269
COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO Y CARACTERES AGRONÓMICOS DE TRIGOS HARINEROS EN AMBIENTES EN EL BAJÍO.....	276
COMPONENTES DE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBADA EN EL BAJÍO DE MÉXICO	286
CULTIVO DE PAPAYA EN INVERNADERO EN EL TECN-M-ROQUE	294
EVALUACIÓN DE MÉTODO DE CRÍA DE ZÁNGANOS DE <i>Aphis mellifera</i> DE COLMENAS PADRE, DEL SEMEN DE SUB-ESPECIE DE ALTO RENDIMIENTO	305
CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE MAÍZ BAJO ENVEJECIMIENTO ACELERADO A 48 Y 72 H	316



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

MICROORGANISMOS PROMOTORES DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE BRÓCOLI 324

VIGOR DE SEMILLA DE MAÍZ *Zea mays* SOMETIDA A ENVEJECIMIENTO ACELERADO 331

ENVEJECIMIENTO ACELERADO A 48 Y 72 H EN MAICES AVANZADOS DEL ITR 337

PONENCIAS MAGISTRALES

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DE FERTILIDAD INTEGRAL EN EL BAJÍO 346

EFFECTO DE LA DOSIS DE FOSFORO SOBRE RENDIMIENTO DE GRANO DE MAÍZ 350

DOSIS DE POTASIO Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO DE RENDIMIENTO Y
CONCENTRACIÓN DE POTASIO EN EL SUELO 353

QUITOSANO: BIOPOLÍMERO CON APLICACIONES EN TECNOLOGÍA DE SEMILLAS 360

IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD EN LOS PATÓGENOS DE PLANTAS 365

PRODUCCIÓN DE ABEJAS REINAS POR INSEMINACIÓN ARTIFICIAL 372

PROCESO DE CRÍA ARTIFICIAL DE REINAS 374



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL HACIA LA AUTOSUFICIENCIA ALIMENTARIA EN MÉXICO

Eva G Hernández Crisanto¹; Juan J Medina Mendoza¹; Ricardo López Yáñez²

¹Estudiante de Posgrado, ²TecNM-Roque, Carretera Celaya-Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. Autor de
correspondencia: m23980160@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El frijol es fundamental en la alimentación mundial, es una fuente importante de proteínas, minerales y fibra, especialmente en países en desarrollo. Su importancia radica en su valor nutricional, su capacidad para mejorar la fertilidad del suelo y su papel en la seguridad alimentaria y la economía de muchas comunidades. En México es un alimento básico en la dieta, y se consume en diversas formas y platillos. El consumo per cápita en México es de aproximadamente nueve kilogramos de frijol al año. En 2023, México produjo más de 700 mil toneladas de frijol, pero el consumo anual se estima en entre 1 y 1.1 millones de toneladas. De acuerdo con el Plan México, las políticas de Gobierno Federal buscan incrementar la producción nacional de frijol y con ello reducir la dependencia de importaciones fomentando la autosuficiencia alimentaria. El objetivo de este trabajo fue analizar la dinámica de superficie sembrada, siniestros, producción y valor de la producción del cultivo de frijol a nivel nacional y estatal. El análisis tomó como base las estadísticas del cierre de producción agrícola del SIAP en el periodo de 1980 a 2023. Con el análisis de datos obtenido se dedujo que los principales estados productores de frijol en México fueron Sinaloa, Zacatecas, Nayarit, Chiapas y Guanajuato. Así mismo, se encontró que a nivel nacional la superficie sembrada ha disminuido considerablemente, tanto a nivel nacional como a nivel estatal, alcanzando reducciones de hasta el 50%, lo cual ha impactado de manera directa en el volumen de producción. Además, es importante mencionar que el rendimiento por unidad de superficie ha mostrado ligeros incrementos, situación que ha aminorado ligeramente el impacto en la reducción en la producción. Con base en lo anterior, se pone de manifiesto que es importante fortalecer las unidades de producción para mejorar los rendimientos por unidad de superficie, pero además será necesario que la superficie sembrada se incremente para que el objetivo de alcanzar la autosuficiencia alimentaria que ha planteado el actual Gobierno Federal pueda lograrse.

Palabras clave: frijol, producción, autosuficiencia, consumo, alimento.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

ANÁLISIS HISTOQUÍMICO PARA ACTIVIDAD DE XILANASAS EN LAS RAÍCES DE *Arabidopsis thaliana*

María Cristina Loyola Gutiérrez¹; Gerardo Acosta García²; Erika Cañada Coyote¹, Carolina Hernández Navarro¹, Juan Gabriel Ramírez Pimentel^{1*}

¹TecNM–Roque. Km 8 Carretera Celaya - Juventino Rosas. Celaya, Guanajuato, México, C.P. 38110. México. ²TecNM–Celaya. Av. Tecnológico/Av. Antonio García Cubas. Celaya, Gto. C.P. 38010 loyola_1206@hotmail.com

RESUMEN

Arabidopsis thaliana es una planta modelo de estudio de interés en investigación vegetal. El objetivo de esta investigación es la observación y descripción de la actividad de las xilanasas en la formación de las raíces laterales. Las semillas se sembraron en cajas petri, se utilizaron semillas mutadas y silvestres, al presentar la planta cuatro hojas verdaderas se hizo el análisis de las raíces, se cortó la parte vegetativa y se dejó la parte radicular, para hacer la observación de las xilanasas en la raíz. La presencia de las xilanasas son enzimas las cuales pueden descomponer las paredes celulares de la planta conocida como hemicelulosa. Estas enzimas ayudan a la formación de raíces secundarias. El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de biología molecular en el Tecnológico de México campus Roque. El método utilizado para la observación de las xilanasas en la raíz fue por medio de un análisis en microscopio y una prueba histoquímica de actividad de xilanasas con el reactivo metil umbeliferil xilanosido. Además, se utilizó un microscopio invertido para observar a través de la fluorescencia la presencia de las xilanasas en la raíz, que es donde aparecerá el primordio de la raíz secundaria. La presencia de las xilanasas fue más notable en las plantas mutantes. Comprobando que el protocolo utilizado fue el adecuado para la observación de las xilanasas.

Palabras clave: *Arabidopsis thaliana*, fluorescencia, xilanasas



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

ANTIBIOSIS Y ANTIXENOSIS A ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae*) EN TRES LINEAS AVANZADAS DE MAÍZ

Emerson Hans-Blanquet Arredondo¹; Ana Karen-Campa Rivera¹; Hans-Blanquet²; Mariano-Mendoza Elos²; Luis Patricio-Guevara Acevedo²

¹Estudiante de Posgrado en TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. ²TecNM-Roque Celaya Guanajuato. Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. luis.ga@roque.tecnm.mx.

RESUMEN

El maíz es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, por su valor alimenticio como por su uso en la industria y la alimentación animal. Al igual que otros cultivos, el maíz está expuesto a diversas plagas que pueden afectar su desarrollo y rendimiento. Entre estos enemigos naturales se encuentra la araña roja (*Tetranychus urticae*), un ácaro fitófago que se alimenta de la savia de las plantas debilita sus tejidos y disminuye su capacidad fotosintética. El objetivo de esta investigación fue evaluar antibiosis y antixenosis en tres líneas avanzadas de maíz al ataque por araña roja. El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de fitosanidad, mediante un diseño experimental completamente al azar con tres variedades M blanco, CML 511, y CML 549 B con cinco repeticiones. Cuando las plantas llegaron a la cuarta hoja se cortaron cuadros de 2 cm² y se colocaron en cajas petri con algodón saturado de agua destilada. Estos se colocaron con el envés de la hoja hacia arriba y se colocaron 20 hembras de araña roja (*Tetranychus urticae*) a las 48, 72 y 96 h se realizó un conteo de arañas muertas, vivas, repelidas y número de huevos (HHD). con los resultados se realizó una transformación a arcoseno y se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA), cuando este presentó diferencias se sometió a una prueba de medias múltiple de Tukey con significancia del ($P > 0.05$) todo mediante el programa SAS System. La línea M blanco presentó mayor número de arañas vivas como también mayor número de HHD. En la línea CML 549 B se detectó menor porcentaje en arañas vivas y HHD. Siendo la línea CML 549 B la que manifiesta Antibiosis y antixenosis y se recomienda ser usada para mejoramiento genético futuro.

Palabras clave: Acaro, Granos, Plaga, Mecanismos de defensa



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

APLICACIÓN FOLIAR DE AMINOÁCIDOS MEJORA EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS DE HOJAS

Kolima Peña Calzada¹; Marcos Tulio García González¹; Odmara Catellano Yero¹; Damaris T. Castillo Jimenes¹; Rut Solenzal
Castillo¹; Sergio Arturo García Gutiérrez²

¹Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, ²TecNM-Roque. kolima@uniss.edu.cu

RESUMEN

La producción de hortalizas de hoja y en especial las usadas como condimentos, revierten especial atención en la comunidad científica. En la actualidad el incremento de la producción gana importancia debido al aumento de la población y las afectaciones provocadas por la etapa de transición hacia el cambio climático. En relación a lo anterior el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de dosis del promotor de crecimiento VIUSID agro en el crecimiento y la producción de *Allium fistulosum* L. Para cumplir este objetivo se realizó un experimento en un diseño de bloque al azar con tres tratamientos y tres réplicas. Los tratamientos fueron VA0 con ausencia del producto y dos dosis, VA1 (1,2 mL L⁻¹) y VA2 (1,5 mL L⁻¹). Fueron evaluadas variables morfológicas importantes como el área foliar y la masa fresca de las hojas. Además, se evaluaron las tasas de crecimiento fisiológicas, el contenido de clorofila, así como el rendimiento. Se determinó que la aplicación foliar del producto beneficia el número de hojas, el área foliar y la masa fresca y seca de las hojas. Las tasas de crecimiento mostraron una respuesta favorable y el rendimiento tuvo un aumento superior al 100% a los 60 días de la siembra. Se concluye que la aplicación del promotor del crecimiento VIUSID agro ejerce una marcada influencia sobre las características morfológicas, tasas de crecimiento, contenido de clorofilas y rendimiento en plantas de cebollinos con las dosis VA1 (1,2 mL L⁻¹) y VA2 (1,5 mL L⁻¹) y que es posible usar la dosis menor con resultados positivos en relación con el control.

Palabras claves: alimentos, agricultura urbana, aminoácidos, condimentos de hoja



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CALDOS MINERALES COMO TRATAMIENTO PREGERMINATIVO EN SEMILLA DE MAÍZ

Karen F. Reyes-Merino¹; José F. Rodríguez-Rodríguez²; Eva L. León-Arreguín¹; José J. Contreras-Andrade¹; Berenice Ramírez-Ramírez¹; Francisco Cervantes-Ortiz¹

¹TecNM-Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas, Km. 8, 38110 Celaya, Gto., México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Celaya-San Miguel Allende, Km. 6.5, 38010, Celaya, Gto., México.

francisco_azul@live.com.mx

RESUMEN

En la actualidad el agricultor está obligado a incrementar los rendimientos, calidad y almacenamientos de los productos agrícolas, la calidad de la semilla tiene un papel importante para garantizar el desarrollo y crecimiento de los cultivos, por lo que, es necesario buscar productos amigables con el medio ambiente que estimulen la germinación y vigor de las semillas. Una alternativa es el uso de caldos minerales, los cuales son productos a base compuestos inorgánicos que aportan nutrientes para un óptimo desarrollo de las plantas en edades tempranas. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de caldos minerales como tratamientos a la semilla de maíz. Se evaluaron los caldos de zinc, ceniza y silicosulfocálcico los cuales se aplicaron a la semilla de maíz Roque 2020 a dosis de 0.5 y 1 mL 200 g⁻¹ de semilla, además de un testigo sin aplicación. Se realizaron pruebas de germinación de acuerdo con lo reportado por el ISTA (2016), se evaluó vigor al tercer día y al séptimo día de germinación, plantas normales, longitud de plúmula y radícula. Los resultados muestran que la dosis de 0.5 mL en los tratamientos de ceniza, zinc, silicosulfocálcico y testigo presentan valores superiores al 99% en el vigor, por su parte, se reportan promedios de germinación del 100% para los tratamientos de ceniza, zinc y testigo, todos los tratamientos sobrepasaron el 97% de plantas normales, sin embargo, para la longitud de radícula los tratamientos incluyeron de manera negativa al disminuir su longitud en comparación al testigo sin aplicación. Para la dosis de 1 mL la aplicación de caldos minerales influyó de manera negativa al disminuir el vigor, germinación y plantas normales, respecto al testigo, por otro lado, incrementaron la longitud de plúmula y radícula. Se concluye que el uso de caldos minerales a dosis alta afecta la germinación, vigor y plantas normales, presenta un efecto adverso sobre la semilla, sin embargo, incrementan la longitud de plúmula y raíz, lo cual se puede deber a la absorción de nutrientes después de la germinación.

Palabras clave: Calidad, maíz, caldo de zinc, vigor.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

COMPARACIÓN DEL NIVEL DE CRECIMIENTO DE MICELIO DE (*Lactarius indigo*) EN TRES MEDIOS DE CULTIVO Y TRES TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO

Luis Emmanuel Mendoza Estrada¹; Juan Gabriel Ramírez Pimentel^{1§}; Cesar Leobardo Aguirre Mancilla¹; Juan Carlos Raya Pérez¹; Ahuízotl de Jesús Joaquín Ramos¹.

¹TecNM-Roque. Celaya, Gto. §Autor responsable: juan.rp1@roque.tecnm.mx.

RESUMEN

Los hongos poseen la capacidad de degradar residuos de la agroindustria agroalimentaria, en el proceso de identificación de cepas de interés como el hongo *L. indigo* se evalúan factores como el color, la forma, el tamaño y otras características especiales, que en ocasiones pueden variar de acuerdo al tipo de composición del sustrato que se usa en el medio, esto puede modificar algunas características importantes por eso debe observarse el desarrollo en diferentes medios de cultivo además de considerar los efectos de la temperatura de incubación que puede presentar un efecto importante en el crecimiento del micelio. El objetivo de este estudio fue medir el nivel de crecimiento del micelio en tres diferentes medios de cultivo (PDA, BAF y MMN) y tres temperaturas de incubación (8, 10 y 12 °C). Como resultado se observó que el micelio tuvo un mayor crecimiento en el medio PDA con un diámetro de 8.3 cm seguido de BAF 6.3 cm y MNM 3.5 cm (12 °C). La temperatura de 8 °C mostró una disminución significativa del crecimiento en los tres medios de cultivo con un valor de 6.0 cm PDA, 5.4 cm BAF y 2.2 cm MNM. Al ser PDA el medio en el que tuvo un mejor crecimiento en las diferentes temperaturas se recomienda el uso de este medio de cultivo durante el proceso de aislamiento e identificación, además de ser económico y fácil de fabricar. La reducción de la velocidad de crecimiento puede facilitar las actividades de conservación de cepas de interés científico en este caso influido por factor de temperatura.

Palabras clave: Micelio, Hongos comestibles, Sustratos, Almacenamiento.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO EN HÍBRIDOS DE MAÍCES PIGMENTADOS EN DOS AMBIENTES DE PRODUCCIÓN

Ana Karen Navarrete Muñoz¹; Francisco Cervantes Ortiz²; Gilberto Rodríguez Pérez³

¹Estudiante de Posgrado TecNM-Roque. ²Investigador del TecNM-Roque. ³Investigador del TecNM-Valle del Yaqui.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento agronómico de la semilla proveniente de maíces híbridos pigmentados establecidos en distintos ambientes de producción; para cumplirlo se evaluaron 18 híbridos de maíz pigmentado en dos localidades; en el TecNM-Valle del Yaqui ubicado en Cd. Obregón, Sonora y el TecNM-Roque ubicado en Celaya, Guanajuato, México. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con dos repeticiones para ambas localidades. Dentro de las características agronómicas se registró el porcentaje de emergencia, altura de planta y mazorca, días a floración femenina y masculina, longitud y diámetro de mazorca, número de hileras, granos por hilera, peso de mazorca y rendimiento. Los resultados obtenidos muestran que hubo efectos estadísticos significativos para todas las variables agronómicas estudiadas para ambas localidades. Sin embargo, en Sonora hubo mejor expresión del rendimiento, altura de planta, altura de mazorca; mientras que, en Celaya se expresó un mayor diámetro de mazorca y número de granos por hilera. En Sonora destacaron los híbridos R314 y M87, mientras que, en Celaya lo hicieron los híbridos M110, M130 y M57. El híbrido R314 fue el de mayor rendimiento en ambas localidades y presentó un mayor número de granos por hilera y además fue el menos afectado por el almacenamiento.

Palabras clave: *Zea mays, maíces rojos, maíces morados, Comportamiento agronómico y componentes principales*



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CONTROL QUIMICO DE (*Dalbulus spp.*) EN EL CULTIVO DE MAÍZ

Osvaldo G. Chavarria-Soria¹; José F. Rodríguez-Rodríguez²; Salvador Montes-Hernández²; Hugo C. Cisneros-López¹;

Davino Pérez-Mendoza¹; Rodrigo Ramírez-Rodríguez¹

¹TecNM-Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas, km 8, 38110, Celaya, Gto., México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, km 6.5, 38010, Celaya, Gto., México. Autor de correspondencia:

francisco_azul@live.com.mx

RESUMEN

El cultivo de maíz es uno de los cereales más importantes a nivel nacional, ya que forma parte de la dieta humana, además de utilizarse en el sector industrial y como forraje para ganado. Los principales estados productores de maíz en México son Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Estado de México y Guanajuato, sin embargo, recientemente uno de los principales problemas por los cuales se ve afectada la producción de maíz, es por la emergencia de *D. spp.*, insecto de hábitos chupador el cual se alimenta de la savia de las plantas y además de ser un vector de enfermedades. El objetivo fue evaluar la efectividad biológica de insecticidas para el control de *chicharrita*. Se evaluaron cuatro insecticidas (imidacloprid, abamectina, flupiradifurona y naled) y un testigo (agua + adherente), las aplicaciones se realizaron con un aguilón de seis boquillas y una mochila motorizada con una presión de 40 psi. Se realizaron conteos de la incidencia de insectos por planta a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación, muestreando cinco plantas de manera aleatoria por cada unidad experimental. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los resultados muestran que antes de la aplicación se tenía una incidencia de 7.13 individuos por planta, a los siete días posteriores a la aplicación de los tratamientos de naled e imidacloprid presentan la menor incidencia con 1.7 y 2.6 insectos, respectivamente, a los 14 días los mejores resultados los reporta flupiradifurona y abamectina con 1.40 y 1.46, respectivamente. Para los 21 días naled y abamectina presentan la media más baja con 3.13 y 4 respectivamente. Por lo que se puede concluir que naled presenta un efecto a corto plazo al reportar la menor incidencia a los siete días, por su parte, los insecticidas flupiradifurona y abamectina presentaron los mejores resultados a los 14 días después de la aplicación, mientras que, la residualidad se pierde a los 21 días ya que en todos los tratamientos incrementó la incidencia de insectos.

Palabras clave: imidacloprid, naled, abamectina, flupiradifurona



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

DESARROLLO DE (*Sitophilus zeamais*) EN GENOTIPOS DE MAÍZ

José Armando Oros-Jiménez¹; Diego Martín Badillo-García^{1*}; Francisco Rodríguez-Rodríguez²; Francisco Cervantes-Ortiz¹;

Alfredo Josué Gámez-Vázquez²; Adriana Stefany Paramo-Alvarez¹

¹TecNM-Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas. Km 8, 38110, Celaya, Gto., México. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Bajío. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Km 6.5, Celaya, Gto., México. *Autor de correspondencia: dg809018@gmail.com

RESUMEN

El maíz es uno de los cereales más importantes debido a su diversidad de usos los cuales son para el consumo humano, materia prima para la industria y alimentación ganadera. El principal problema en almacén es *Sitophilus zeamais*, llegando a ocasionar pérdidas de hasta el 80 %. Actualmente los productos sintéticos son los más utilizados, aunque éstos presentan desventajas como contaminación al ambiente, a la salud humana y crea insectos resistentes. Por lo que el uso de genotipos con resistencia al ataque de *S. zeamais*, es esencial para la reducción de aplicaciones. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de genotipos de maíz en el desarrollo y alimentación de *S. zeamais*. Se evaluaron siete genotipos de maíz proporcionados por el programa de mejoramiento genético del TecNM-Roque, se pesaron 50 g de semilla de cada material y se infestaron con 20 insectos adultos sin sexar en cuatro repeticiones por genotipo. Los frascos se mantuvieron por 14 días permitiéndoles la ovoposición y posteriormente se retiraron los insectos vivos o muertos. Seguido a esto se llevó el registro diario de la etapa en la que se encontraban los insectos (huevo, larva, pupa y adulto). Los resultados muestran que los genotipos que presentaron el ciclo de vida más largo fueron Celaya, San Luis de la Paz y Nuevo Milenio con 40.50, 40.25 y 40 días respectivamente. Por otra parte, el genotipo Roque 2020 presenta el menor consumo con 11.38 g. Por lo que se puede concluir que los materiales Celaya, San Luis de la Paz, Nuevo Milenio y Roque 2020 se consideran tolerantes al ataque de *S. zeamais*.

Palabras clave: genotipos, biología, *S. zeamais*, consumo



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

DISMINUCIÓN DE TIEMPO DE MAQUINADO DE LA PISTA MODELO PXS133 EN LA OPERACIÓN DE TORNEADO

Humberto Valencia Jiménez¹; Blanca Cecilia Ramírez López²

Estudiante de Maestría en Ciencias de la Ingeniería, Tecnológico Nacional de México Celaya-Roque. Celaya Guanajuato
C.P.38010 México

Autor de correspondencia humberto.rangervalencia73@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es entregar un modelo en cantidad, calidad y tiempo que cumpla con los estándares del sistema de gestión de calidad del sector automotriz. Derivado de nuevos desarrollos en los componentes manufacturados, y las localizaciones que asigna el equipo de dirección a nivel global toca a GKN Driveline Celaya la manufactura y las operaciones de fabricación de los componentes del modelo PXS 1-33. El proceso de fabricación de la pista, lo componen las siguientes operaciones: torneado exterior e interior de la forja, fresado, brochado del diámetro interior, tratamiento térmico, y brochado interior, en duro (con el tratamiento térmico). De este proceso el torneado exterior e interior provoca un cuello de botella, de lo anterior se propone una solución para reducir el tiempo en la operación 20 de los tornos del modelo de la pista PXS1-33 TYRON TAOS, del área de pista junta fija en GKN DRVELINE CELAYA, cumplir con los requerimientos de volumen de dicho modelo con el cliente, el involucramiento de manufactura y producción. Los operadores al ser remplazados por equipo automatizado, las herramientas de corte al ser aplicadas adecuadamente y, la programación ajustada a los tiempos ad-hoc, son factores que impactaran en la disminución del tiempo. Lograr la disminución de tiempo es necesario; recabar información de afectaciones a la operación, mediante una hoja de producción horaria, analizar las afectaciones de la operación y generar el plan de acciones de mejora que resulten del análisis, no es tarea sencilla.

Palabras clave: *Disminución de tiempo, maquinado, pista modelo pxs133*



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

**EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE CALDOS MINERALES SOBRE PALOMILLA DORADA DEL GRANO
(*Sitotroga cerealella* OLIVER)**

Berenice Ramirez-Ramirez¹; Eva L. Leon-Arreguin¹; José F. Rodriguez-Rodriguez²; J Guadalupe Garcia-Rodriguez¹;
Sarahyt S. Gonzáles-Figueroa²; José J. Contreras Andrade¹

¹TecNM-Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas, km 8, 38110, Celaya, Gto., México. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, km 6.5, 38010, Celaya, Gto., México. Autor de correspondencia: francisco_azul@live.com.mx

RESUMEN

Sitotroga cerealella es una plaga de importancia a nivel mundial ya que ataca a productos almacenados como maíz, trigo, garbanzo y arroz. Su daño se basa en perforaciones en el pedicelo del grano, para alimentarse del endospermo y embrión, llegando a ocasionar el 50% de pérdidas en granos y semillas; el principal método para combatir esta plaga es el uso de productos químicos, sin embargo, provocan desventajas entre las que destacan, daños a la salud y medio ambiente, así como el desarrollo de poblaciones resistentes, una alternativa para disminuir el uso de insecticidas son los caldos minerales. El objetivo fue evaluar la efectividad biológica del caldo de ceniza y silicosulfocálcico para el control de *S. cerealella*. Para la evaluación biológica de los caldos minerales la semilla de maíz se aplicó a una dosis de 0.5 mL por 200 g de semilla, se realizaron cuatro repeticiones de 50 g por cada tratamiento, cada repetición se infesto con cinco hembras y cinco machos de *S. cerealella*, a las 144 h posteriores a la infestación se retiraron los adultos y se tomó registro de la mortalidad; se les dio seguimiento a las unidades experimentales durante 30 días y evaluó el consumo de grano, emergencia de adultos y proporción sexual de la F₂. Los resultados muestran que el caldo silicosulfocálcico presenta una mortalidad de 66.6%, un consumo de grano de 0.46 g, una emergencia de cinco adultos, 2.6 hembras y 2.3 machos, y una proporción sexual de una hembra por macho mientras que, el testigo reporta una media de 60%, un valor de 1.57 g en el consumo y una emergencia de 21 adultos, 10 hembras y 11 machos, una proporción sexual de una hembra por macho. Por lo que se puede concluir que el caldo silicosulfocálcico es una alternativa para el control de *S. cerealella* ya que presentó la mortalidad más alta, menor consumo de grano y menor reemergencia de adultos de la F₂.

Palabras clave: Silicosulfocálcico, ceniza, mortalidad, emergencia de adultos, consumo de grano.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE GENOTIPOS DE JÍCAMA (*Pachyrhizus erosus* L.)

Leticia Rodríguez-Zárate^{1*}; Francisco Cervantes-Ortiz²; Gilberto Rodríguez-Pérez³; Enrique Andrio-Enríquez²; José A.

Rangel-Lucio⁴; A. Josué Gámez-Vázquez⁵; J. Guadalupe García-Rodríguez²

¹Estudiante, TecNM-Roque. ²Investigador, TecNM-Roque. ³Investigador, TecNM-Valle del Yaqui. ⁴Investigador, TecNM-Cd. Victoria

⁵Investigador, INIFAP Campo Experimental Bajío. *Autor de correspondencia: zarateitr93@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento de raíces de jícama de dos ciclos de selección en tres fechas de siembra. Se utilizaron tres genotipos; Vega San Juan (A), semilla Morada (M) y semilla Negra (N) donde cada una de esta procede de cosecha de 2018 y 2019 y a su vez tienen dos ciclos de selección (C1 y C2) dando un total de 12 genotipos. La diferencia entre fechas de siembra fue de 55 días (temprana, intermedia y tardía) y la cosecha se hizo después de seis meses. El experimento se estableció en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, donde se sembraron tres surcos de 10 m por repetición. Se evaluó el rendimiento en un área de cosecha de un metro lineal del surco central. Los resultados mostraron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) solo para fechas de siembra y de acuerdo con la prueba de medias de Tukey la media más alta en rendimiento fue en la fecha intermedia con 79.549 t ha^{-1} . En el análisis de interacción genotipo-ambiente el genotipo de mayor rendimiento en la fecha intermedia fue A19C1, mientras que su contraparte A19C0 se ubicó en un sentido totalmente opuesto; lo que indica, que existe avance en el programa de mejoramiento genético del ciclo cero al ciclo uno (C0 vs C1).

Palabras clave: *Pachyrhizus erosus*, rendimiento, selección.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD FÍSICA DE SEMILLA DE CEBADA

Juana Flores-Martínez^{1§}; Miguel A. Ávila-Perches²; A. Josué Gámez-Vázquez²; y Francisco Cervantes-Ortiz³.

¹Estudiante de Posgrado TecNM-Roque. ²Campo Experimental Bajío, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. ³TecNM-Roque. Autor de correspondencia: j.flores21@hotmail.com

RESUMEN

En México se sembró alrededor de 305,000 ha de cebada y se produjo aproximadamente 830,000 t durante el ciclo agrícola de 2023. Guanajuato es uno de los estados más importante para la producción de este cereal con más de 37,000 hectáreas cultivadas y con una producción de más 166,500 t aportando así el 20 % de la producción nacional. El mejoramiento genético de este cultivo se inició en el INIFAP hace más de 60 años y se han generado 18 variedades mejoradas que se utilizan para la producción de malta. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la fecha de siembra (FS) en el rendimiento y calidad física de 12 variedades de cebada liberadas en diferente época. Se establecieron tres fechas de siembra; 15 de noviembre y 15 de diciembre de 2022 y 15 de enero de 2023, en cada ensayo se manejó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los resultados del análisis de varianza mostraron efecto estadístico significativo en los factores estudiados (FS y genotipos) para todos los caracteres registrados; al analizar los valores de los cuadrados medios se identificó que la FS fue el factor más importante en la manifestación de las características evaluadas. Las variedades Alina y Armida presentaron los mayores rendimientos con 7.7 t ha⁻¹, estas mismas variedades y Estelar OH, mostraron los más altos valores en peso volumétrico y de mil granos.

Palabras clave: *Hordeum vulgare*, Calidad física, Rendimiento de grano.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EFFECTO DEL EXTRACTO DE GOBERNADORA (*Larrea tridentata*) EN LA GERMINACIÓN DE ESPORAS DE HONGOS FITOPATÓGENOS

Blanca Guadalupe Moreno-Ortiz¹; Beatriz Flores-Samaniego^{2*}

¹Posgrado TecNM-Roque. Celaya, Guanajuato, México, C.P. 38110. México. ²Centro de Tecnología y Desarrollo MEZFER. Celaya, Guanajuato, México, C.P. 38010. México. Autor de correspondencia: beatriz_flores@nutrigota.com

RESUMEN

Los cultivos agrícolas se ven afectados severamente por hongos fitopatógenos, caracterizados por tener distintas formas especiales y razas que son fisiológicamente diferentes. Estos fitopatógenos tienen la habilidad de romper la resistencia de las plantas y resistencia a fungicidas, causando enfermedades específicas, lo que lleva a grandes pérdidas económicas. Se han implementado diversos tipos de control, los cuales no han sido totalmente efectivos. Se ha demostrado que algunos extractos vegetales inhiben el crecimiento, esporulación y germinación en hongos fitopatógenos, siendo esta una alternativa para el control de fitopatógenos. El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad de un extracto de Gobernadora (*Larrea tridentata*) sobre la germinación de esporas de cuatro hongos fitopatógenos: *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *Mycosphaerella fijiensis* y *Alternaria solani*. Para evaluar la obtención, concentración y la germinación de esporas, se utilizaron técnicas microbiológicas y microscópicas, con enfoque cualitativo y cuantitativo. Los resultados evidenciaron que el extracto de *Larrea tridentata* inhibe el 80% de germinación de las esporas de *C. gloeosporioides* y *M. fijiensis*; 49% de *F. oxysporum* y 48 % de *A. solani*, después de exponerlas al compuesto durante 36 h. Por lo tanto, se puede concluir que la sobrevivencia o esporulación de cada fitopatógeno se ve afectada en distinto porcentaje por el extracto de *Larrea tridentata*, para ello, es importante verificar la dosis mínima inhibitoria para cada fitopatógeno. Estos resultados validan que el extracto de *Larrea tridentata* puede considerarse una alternativa para el control de hongos fitopatógenos.

Palabras clave: Hongos fitopatógenos, germinación, *Larrea tridentata*



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EFFECTOS DE CALDOS MINERALES EN LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE MAÍZ

José J. Contreras-Andrade¹; José F. Rodríguez-Rodríguez²; Eva L. León-Arreguin¹; Francisco Cervantes-Ortiz¹; Sarahyt S. González-Figueroa²; J. Guadalupe García-Rodríguez¹

¹ TecNM-Roque. Carretera Celaya- Juventino Rosas, km8, 38110, Celaya, Gto., México. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Celaya-San Miguel Allende, km 6.5, 38010, Celaya, Gto., México. Autor de correspondencia: lizbetharreguin.leon@gmail.com

RESUMEN

En la agricultura se utilizan productos químicos para desarrollar plantas vigorosas, sin embargo, presentan desventajas como contaminación del suelo. Una alternativa es el uso de caldos minerales los cuales son elaborados a base de minerales y ayudan al desarrollo de las semillas. El objetivo de la investigación fue determinar la calidad fisiológica de la semilla de maíz tratada con caldos minerales. El material de maíz utilizado fue el criollo Juan Martín, se contaron 100 semillas y se trataron con caldos minerales (zinc, sulfocálcico y silicosulfocálcico) a dosis de 0.5 y 1 mL por 200 g de semilla y testigo sin aplicación, posteriormente se efectuaron pruebas de emergencia en camas de arenas y se evaluó la velocidad y porcentaje de emergencia, índice de vigor, altura de planta, longitud de raíz, peso fresco, seco, biomasa de plúmula y radícula. Para la dosis de 0.5 mL los resultados muestran que el caldo de zinc presenta el valor más alto para longitud de radícula con 36.39 cm, así como peso fresco y peso seco de radícula con 0.95 g y 0.055 g respectivamente. Sin embargo, los tratamientos con caldos minerales a dosis de 1 mL no superaron al testigo sin aplicación. Por lo que puede concluir que el caldo de zinc a dosis de 0.5 mL ayuda con la calidad de la semilla, ya que, al estimular la velocidad y porcentaje de emergencia, longitud, peso fresco y peso seco de radícula en comparación del testigo.

Palabras clave: maíz, calidad de la semilla, caldo de zinc.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

ENRAIZAMIENTO DE (*Echinopsis pachanoi*) AUXINAS, TIPO Y TAMAÑO DE ESQUEJE PARA PORTAINJERTOS

Andrés Fierro-Álvarez^{1*}; María Magdalena González-López¹; Paulina González-Perea²; Ana Laura Rodríguez De Mata³;
Carlos Alberto Monsalvo-Castillo⁴

¹Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. C.P. 04960. CDMX. ²Ayudante de Investigador del Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. C.P. 04960. CDMX. ³Prestadora de Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. C.P. 04960. CDMX. ⁴Productor de cactáceas y suculentas, C.P. 09960. CDMX. Autor de correspondencia: afierro@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

Echinopsis pachanoi ("San Pedro"), cactácea columnar de interés ornamental, fue evaluada en su propagación vegetativa mediante esquejes de punta (20 cm) y tallo medio (20-25 cm) con aplicación de AIB (0, 1500, 3000 ppm). El diseño experimental consistió en bloques completos al azar con tres repeticiones por tratamiento (n=180 esquejes totales). Los esquejes se prepararon con corte estéril, cicatrización por 7-14 días con azufre, y se plantaron en sustrato turba-tezontle (50:50). Se aplicó AIB por inmersión basal (5 s) y se mantuvieron riegos controlados con fertilización MAP+Raizal (1500-3500 μ S/cm). Las variables evaluadas incluyeron días hasta enraizamiento, longitud radicular (cm) y supervivencia (%), analizadas con ANOVA y Tukey ($\alpha=0.05$). Los resultados mostraron diferencias significativas ($p<0.05$): esquejes de punta con 3000 ppm registraron el menor tiempo de enraizamiento (13.0 ± 1.0 días), mayor longitud radicular (13.2 ± 1.6 cm) y supervivencia ($94\pm3\%$), superando al testigo (25.0 ± 2.0 días, 5.1 ± 0.9 cm, $70\pm6\%$). Los de tallo medio con 3000 ppm alcanzaron 17.0 ± 1.2 días, 10.0 ± 1.3 cm y $85\pm4\%$. La eficiencia relativa mostró que los esquejes apicales requieren 23% menos tiempo para enraizar que los intermedios en igual dosis de auxina. Se concluye que: 1) La combinación óptima es esquejes de punta+3000 ppm AIB, reduciendo el ciclo en 48% versus testigo; 2) La dosis de 1500 ppm es viable para producción económica (88% eficiencia); 3) El protocolo estandarizado permite obtener material certificado para viveros en 60 días con >90% de éxito, validando su uso para escalamiento comercial. La técnica optimiza recursos al reducir pérdidas por estrés post-cosecha en un 30% comparado con métodos tradicionales.

Palabras Clave: Propagación vegetativa; Ácido indolbutírico (AIB); *Echinopsis pachanoi*; Enraizamiento; Esquejes apicales.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

ESTACIÓN DE MONITOREO DE LAS CONDICIONES DEL SUELO EN UN CULTIVO DE MAÍZ PARA EFICIENTIZAR EL CONSUMO DE AGUA

Jorge Luna Trejo

RESUMEN

El maíz, uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, actualmente sirve como base alimentaria para más del 0.019% de la población mundial y como materia prima esencial en industrias de alimentos y bioenergía. Durante su ciclo crecimiento, especialmente en las etapas de formación de espiga y llenado de grano, el maíz requiere un volumen de agua estimado entre 500 mm y 800 mm por ciclo (mm = metros cúbicos por hectárea), dependiendo de factores climáticos, tipo de suelo y prácticas agrícolas (FAO, 2017). En regiones con precipitaciones insuficientes o sistemas de riego convencionales ineficientes, como Guanajuato es crucial para garantizar altos rendimientos y la sostenibilidad del cultivo. El riego de precisión se fundamenta por datos en tiempo real del estado hídrico del suelo y ha demostrado reducir el consumo de agua entre un 20% y un 40% sin comprometer la productividad (Smith *et al.*, 2019). Un suministro adecuado y oportuno de humedad mejora la adición de nutrientes, reduce el estrés hídrico y minimiza la incidencia de enfermedades asociadas a desequilibrios hídricos. Estas prácticas no solo incrementan la resiliencia del cultivo ante variaciones climáticas, sino que también promueven la sostenibilidad ambiental y la rentabilidad económica del agricultor. La integración de hardware libre como Arduino con arquitecturas IoT (Internet de las Cosas) ha revolucionado el monitoreo agronómico. Arduino facilita la conexión y calibración de sensores de humedad, pH y temperatura de bajo costo, mientras que las plataformas IoT permiten la transmisión remota y el procesamiento en tiempo real de los datos (Rezaei & Alimardani, 2018). Estudios recientes han validado redes de sensores distribuidos para generar mapas de humedad de suelo (González & Pérez, 2020) y sistemas de alerta preventiva para estrés hídrico (López & Martínez, 2021). Este proyecto aprovecha estas innovaciones para diseñar e implementar una estación de monitoreo que aportará datos precisos y confiables al sistema de riego del cultivo de maíz.

Palabras clave: maíz, cultivo, riego de precisión, eficiencia hídrica, arduino, IoT monitoreo agronómico, estrés hídrico.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EFFECTO DE LA OKARA COMO ESTABILIZANTE SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DE YOGURT

Lozano-Vázquez Adamaris¹; Gutiérrez-Tlahque Jorge²; Alvarado Bárcenas Estéfana²

¹TecNM-Roque, Departamento de Ciencias Agropecuarias, Carretera Celaya-Juventino Rosas km 8, Celaya, Guanajuato, México. C.P. 38110. ²TecNM-Roque, Departamento de Ingenierías, Carretera Celaya-Juventino Rosas km 8, Celaya, Guanajuato, México. C.P. 38110.

Mail de correspondencia: estefana.ab@roque.tecnm.mx

RESUMEN

La okara es un subproducto de la producción de leche de soya, que contiene proteína y fibra valorados actualmente en el mercado, así el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de esta, como estabilizante para aumentar la calidad sensorial de un yogurt, un producto de alto consumo en México. Para lo cual se establecieron los siguientes tratamientos en función del estabilizante adicionado a los diferentes tratamientos: T1: 5% de okara; T2: 15% de okara y T3: 20% de okara, para el análisis sensorial se realizó una prueba rápida definida como CATA a 50 consumidores habituales de yogurt, donde se evaluaron 15 atributos sensoriales para definir la preferencia del yogurt, el análisis estadístico se realizó por la prueba no paramétrica de Cochran con un valor de $p < 0.05$, así mismo se realizó un análisis multivariado de correspondencia para identificar que producto tiene mayor aceptación en el mercado. De acuerdo a los resultados de la prueba sensorial, se encontró que los atributos que identificaron los consumidores significativamente diferentes entre las muestras fueron cremoso, color uniforme, gelatinoso e insípido, mientras que la adición de 20% de proteína insoluble favoreció un yogur muy gelatinoso poco aceptable para el consumidor, mientras que adicionar solamente el 5% de proteína favorece un producto insípido, así mismo de acuerdo al análisis de correspondencia el consumidor percibe diferente los tratamientos propuestos. En conclusión, el T2, presentó el mayor grado de aceptación por parte del consumidor con respecto a un yogurt ideal, así mismo el atributo cremoso fue el que favoreció la mayor aceptación por parte de los consumidores.

Palabras clave: Glycine max, prebióticos, cultivos lácticos, alimento funcional



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EVALUACIÓN CUALITATIVA DE ACTIVIDADES ENZIMÁTICAS DE LOS COMPONENTES DE UN HERBICIDA ORGÁNICO

Daniela Hernández-Contreras¹; Beatriz Flores-Samaniego^{2*}

¹Maestría en Producción y Tecnología de Semillas. TecNM-Roque. Celaya, Guanajuato, México, C.P. 38110. México. ²Centro de Tecnología y Desarrollo MEZFER. Celaya, Guanajuato, México, C.P. 38010. México. *Autor de correspondencia: beatriz_flores@nutrigota.com

RESUMEN

En la actualidad, dentro de la industria de la biotecnología, principalmente en la creación de productos orgánicos en el área de herbicidas, se han desarrollado distintas alternativas para disminuir el uso indiscriminado de herbicidas químicos, debido al incremento que se ha tenido en el deterioro ambiental y en la resistencia de algunas malezas hacia varios de estos productos. Este proyecto se enfoca en evaluar cualitativamente las actividades enzimáticas de distintos elementos orgánicos que puedan ofrecer nuevas alternativas para el control de malezas. Para ello, se analizó la actividad enzimática de tres componentes de un herbicida orgánico a base de extractos vegetales: C1 (Coadyuvante), C2 (Extracto vegetal 1) y C3 (Extracto vegetal 2). Para evaluar las actividades celulolítica, proteolítica y pectinolítica, se emplearon las técnicas de Rojo Congo, Rojo Ponceau y Yodo-Gram respectivamente. Los resultados arrojaron que los componentes con mayor actividad enzimática fueron C2 y C3, en las tres actividades evaluadas. En el caso del C1 (coadyuvante), presentó poca actividad enzimática lo que indicó que dichas actividades están presentes en los extractos vegetales, empleados en la elaboración del este herbicida orgánico. La utilización de estos componentes podría ser una alternativa para el control de malezas; sin embargo, faltarían evaluar otros aspectos que permitan proponer una alternativa más completa y eficiente en el control de malezas y que a su vez contribuya en la disminución del uso de agroquímicos.

Palabras clave: herbicida orgánico, control de malezas, actividades enzimáticas.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EVALUACIÓN DE ACTIVIDAD CELULOLÍTICA EN MICROORGANISMOS TOLERANTES A LA RICINA PARA EL PRETRATAMIENTO DE RESIDUOS DE HIGUERILLA

Juan Gabriel Ramírez Pimentel^{1*}, Jean Braulio Ramírez Guerrero², Juan Carlos Raya Pérez¹, Jorge Covarrubias Prieto¹,
Carlos A. Flores Gómez¹, César L. Aguirre Mancilla¹

¹TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. ² TecNM-Celaya, Av. Tecnológico/Av. Antonio
García Cubas, CP 38110, Celaya Guanajuato. [§]Autor de correspondencia: juan.rp1@roque.tecnm.mx

RESUMEN

La presente investigación surge como propuesta para el aprovechamiento de los residuos lignocelulósicos resultantes de la producción de biodiesel a partir de higuera (*Ricinus communis* L.) como materia prima en la producción de otro biocombustible promisorio: el bioetanol. El estudio tuvo como finalidad la selección e identificación de un grupo de microorganismos adecuados para el pretratamiento biológico de los residuos de *R. communis* L. que generen compuestos de fácil conversión a etanol. Para ello, se establecieron dos sistemas de digestión sólida (compostas) uno preestablecido y otro *de novo*, posteriormente se cuantificó la concentración de azúcares reductores presentes en cada uno mediante el análisis cuantitativo con ácido 3-5-dinitrosalisílico (DNS). Se obtuvo una mayor cantidad de azúcares reductores en el pretratamiento biológico brindado en la composta *de novo*, lo cual pudo deberse a que la microbiota presente fue seleccionada bajo las condiciones y componentes presentes en el sustrato utilizado (tallos y hojas de higuera), incluyendo la presencia de la proteína ricina. En contraste, la composta preestablecida presentó una menor concentración de azúcares reductores, posiblemente porque la microbiota presente estaba adaptada para degradar residuos de cucurbitáceas. Se obtuvieron 17 aislados bacterianos de los cuales solo uno, denominada como B17, presentó actividad celulolítica y también se obtuvieron 10 aislados fúngicos, de los cuales solo dos presentaron actividad de celulasa, fue seleccionado el que presentó el mayor índice celulolítico y fue denominado como H1. Los microorganismos seleccionados se sometieron a técnicas de biología molecular y bioinformática para su identificación, B17 resultó ser una bacteria perteneciente al género *Klebsiella* spp. y H1 al género *Fusarium* spp. Estos microorganismos demostraron ser capaces de hidrolizar el sustrato lignocelulósico de higuera, convirtiéndolos en buenos candidatos para el pretratamiento biológico de dichos residuos.

Palabras clave: Residuos lignocelulósicos, fermentación etanólica, Índice celulolítico, Ricina.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EVALUACIÓN DE CARACTERES MORFOLÓGICOS EN FRUTOS DE PLANTAS DE JITOMATE INOCULADOS CON CEPAS MUTANTES (*Trichoderma harzianum*)

Georgina Ivette Rodríguez Muñoz¹; Juan G. Ramírez Pimentel^{1*}; Erika Cañada Coyote¹; César L. Aguirre Mancilla¹; Leandris Argente Martínez²; Mariano Mendoza Elos¹

¹TecNM-Roque, Celaya, Guanajuato, México. C.P. 38110. ²TecNM-Valle del Yaqui, Bácum, Sonora, México, C.P. 85265. *Autor de correspondencia e-mail: juan.rp@roque.tecnm.mx

RESUMEN

Trichoderma harzianum es un hongo antagonista eficiente contra patógenos, un biofertilizante que mejora las propiedades nutritivas de frutos y verduras. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los caracteres morfológicos del fruto de plantas de jitomate inoculadas con cepas mutantes de *T. harzianum*; nativa (WT) y mutantes (M14, M21, M24), se realizaron inoculaciones en las diversas fases del desarrollo de las plantas en condiciones de invernadero en macetas con una mezcla de sustratos con dos diámetros diferentes de partícula (grueso y fino), se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo bifactorial, con tres repeticiones por tratamiento, la nutrición se realizó por drench. Los datos obtenidos se analizaron con el programa SAS versión 9.4. Los resultados mostraron en el análisis de varianza diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.01$) en las fuentes de variación de tratamientos (trat), diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE), altura de planta (AP) y número de hojas (NH). En la comparación de medias, la cepa mutante M21 presentó preponderancia en las variables evaluadas: peso de fruto (PDF-95.33 g), diámetro polar (DP- 7.15 cm), diámetro ecuatorial (DE- 4.79 cm) y altura de planta (AP-102.67 cm). Finalmente, se observó que, con el uso del sustrato con diámetro de 5 mm, la planta de jitomate inoculada con la cepa M21, mostró los mejores resultados en las variables morfológicas.

Palabras clave: Bioinsumos, *Trichoderma harzianum*, Variables morfológicas.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS SOBRE EL DESARROLLO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) TIPO SALADETTE BAJO CASA SOMBRA

Javier Pérez-Inocencio¹; Jorge A. Ramos-Frutos¹; Andrea M. Naranjo-Ortiz²

¹ TecNM-Jiquilpan, Jiquilpan Michoacán, C.P. 59510 ² TecNM-Superior de Los Reyes, Los Reyes Michoacán, C.P. 60330. Autor correspondiente: javier.pi@jiquilpan.tecnm.mx

RESUMEN

El tomate tiene un importante valor económico y cultural en México, el cual demanda una producción intensiva para satisfacer el consumo del mercado nacional e internacional. La producción en sustrato bajo sistemas protegidos es una alternativa productiva para satisfacer esta demanda. El objetivo fue evaluar distintos sustratos sobre el desarrollo y rendimiento de tomate tipo saladette. Se evaluaron cuatro tratamientos bajo casa sombra: 1) Tezontle fino (AR); 2) Fibra de coco (FC); 3) Mezcla 1:1 Tezontle:Fibra de coco (AC); 4) Peat most (PM) como tratamiento de comparación; regados diariamente con solución nutritiva Steiner. Las variables evaluadas fueron: días de germinación (DG), porcentaje de germinación (%G), índice de germinación (IG), índice de velocidad de germinación (IVG); al final del experimento, altura de planta (A), diámetro de tallo (D), número de hojas (NH) y peso de frutos (PF). Los resultados de germinación muestran que el tratamiento AC presentó estadísticamente mayor %G, IG, IVG. El tratamiento AR presentó mayor A, PM mayor diámetro de tallo; por otro lado, ambos tratamientos fueron estadísticamente iguales en NH y rendimiento. Estos resultados muestran que la combinación de tezontle y fibra de coco como sustrato son una alternativa en la producción de tomate tipo saladette bajo casa sombra, siendo una alternativa accesible y de menor costo (respecto a Peat most).

Palabras clave: Tezontle, Peat most, fibra de coco, germinación.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EVALUACIÓN DE LIXIVIADO DE LOMBRIZ Y GUANO EN EL RENDIMIENTO DE HORTALIZAS: CEBOLLA, LECHUGA Y NABO

Jorge O. Sánchez Díaz¹; Ángel S. González Tovar¹; Arturo Arreguin Melesio¹; Julieta Rivera Jiménez¹; A. Marina Quemada
Lara¹; José M. Gómez Vázquez¹; Elisa Franco Vadillo²

Estudiantes de agronomía del TecNM Roque¹, Docente del TecNM-Roque²

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de lixiviado de lombriz y guano de murciélago en el rendimiento de nabo, cebolla y lechuga iceberg Tulum. La lechuga es un cultivo de alto valor comercial y nutrimental, en México se tiene un consumo per cápita de 2.4 kg/año, es un cultivo relevante por su aporte de vitamina A, C, K y del grupo B, en minerales como; potasio, hierro, calcio y fósforo; la cebolla proporciona vitamina C, es rica en minerales fósforo, magnesio, hierro y calcio y el nabo rico en fibra, vitaminas C y B, excelente fuente de potasio, su consumo per capita en México es de 9 kg. El trabajo experimental se realizó en área destinada a las camas biointensivas del TecNM-Roque, con ubicación geográfica 20°. 53' 93" LN, 100° 81' 12" LW, con una altura de 1765 msnm, con temperatura media de 21°C, una precipitación de 600 a 800 mm, con tipo de suelo vertisol pélico. Antes del trasplante de las plántulas se realizó la preparación de la cama biointensiva con una doble excavación, donde se adicionó materia orgánica (40 kg por cama), El trasplante se realizó sobre la superficie de la cama con 5 hileras (2 de lechuga con 66 y 10 cm entre planta, 2 de cebollas con 66 a 5 cm entre planta, 1 de nabo 40 plántulas a 5 cm entre planta). Cada cama biointensiva se dividió en tres secciones de 3 m, en donde se aplicó los tratamientos después de 10 ddt del trasplante (lixiviado 20 ml/5 L de agua y guano 25 ml/5 L de agua). El diseño experimental fue un factorial (A lixiviado con tres niveles, B guano con tres niveles) con distribución completamente al azar dando un total de 9 tratamientos, la toma de datos por tratamiento fue de 5 plantas, las variables evaluadas fueron: altura y diámetro de planta, peso fresco de planta (a los 65 ddt), los datos preliminares fueron analizados mediante estadística de tendencia central y su dispersión. Los resultados preliminares muestran que el empleo de lixiviado mejoró la producción en lechuga, pero en el peso el testigo lo superó. En cebolla el empleo de guano fue el mejor tratamiento. El testigo superó al tratamiento de lixiviado y guano. Cada hortaliza presentó efectos diferenciados por el empleo de abono orgánico.

Palabras clave: Lechuga, cebolla, nabo, rendimiento



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EVALUACIÓN Y ESTRATEGIA DE MANEJO DE DESPERDICIOS DE ALIMENTOS EN MERCADOS AGROPECUARIOS DE NUEVO TIPO

Kolima Peña Calzada¹; Michely Vega León²; Yaisely O. Hernández Fernández²; Damaris T. Castillo Jimenes¹; Gregory
Valdes Paneca¹; María S. Acosta Navarrete³

¹Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, ²Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, ³TecNM-Roque.

§Autor responsable: kolima@uniss.edu.cu

RESUMEN

El desperdicio de alimentos es un desafío crítico que afecta la economía, la seguridad alimentaria y el medio ambiente, por lo que es esencial abordar esta problemática en el contexto del mercado agropecuario estatal “El Mamey” de Sancti Spíritus. Este estudio se centra en cuantificar los desperdicios generados en dicho mercado entre junio y septiembre de 2024, en un área que alberga al 21% de la población de la ciudad, incluyendo grupos vulnerables como embarazadas, lactantes y personas mayores. Se realizó una caracterización detallada del mercado y se utilizaron encuestas junto con mediciones directas para obtener datos precisos sobre la cantidad y tipos de alimentos desechados. Se emplearon valores promedios y de porcentajes, como parte de la estadística descriptiva. Su tabulación y registro se realizó en Microsoft Excel 2019, mediante el aplicativo de análisis de datos y graficación de valores. Los resultados indicaron que una parte significativa de los desperdicios, especialmente de viandas, se destina a la alimentación animal, lo que ayuda a mitigar el impacto del desperdicio. Sin embargo, se observaron porcentajes preocupantes de desperdicio, con un 7,36% en boniato y hasta un 28,76% en mango. Las principales causas fueron: golpes durante la manipulación y la pudrición de los productos. El impacto económico de estos desperdicios se calculó en 170,664.1 CUP, destacando la necesidad urgente de implementar estrategias efectivas para reducir el desperdicio alimentario en el mercado. Esta situación afecta la disponibilidad de alimentos y representa una pérdida significativa de recursos económicos que podrían ser utilizados para mejorar la seguridad alimentaria y el bienestar de las comunidades locales. Por lo tanto, es fundamental desarrollar políticas y prácticas que fomenten la reducción del desperdicio, para promover un uso más sostenible de los recursos agropecuarios y que se beneficien tanto a los productores como a los consumidores en la región.

Palabras claves: desperdicios, alimentos, comercialización agrícola, soberanía alimentaria



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

FECHAS DE SIEMBRA EN CARACTERES FENOLÓGICOS DE LINEAS ENDOGÁMICAS DE MAÍZ

Rosalva López-Valenzuela¹, Francisco Cervantes-Ortiz¹, Leandris Argente-Martínez², J. Guadalupe García-Rodríguez¹,
Mariano Mendoza-Elos¹

¹TecNM-Roque, Departamento de Ciencias Agropecuarias. Carretera Celaya-Juventino Rosas Km 8, C.P. 38110. Celaya, Gto. ²TecNM-Valle del Yaqui, Av. Tecnológico, Block 611, Valle del Yaqui, Bâcum, Sonora. Autor de correspondencia: francisco.co@roque.tecnm.mx

RESUMEN

La respuesta de los cultivos a condiciones ambientales diferentes es un aspecto importante que se debe considerar, este sentido, buscar el genotipo con mejor adaptación a las zonas de producción. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de fechas de siembra en caracteres de fenológicos en líneas endogámicas de maíz para el Bajío de Guanajuato. El experimento se realizó en el Tecnológico Nacional de México campus Roque, ubicado en Celaya, Guanajuato, México, en el año 2023. Se utilizaron 10 líneas homocigotas; TNM-1, CML-550, CML-549, CML-551, CML-549, TNM- 2, CML-264, CML-311, CML-15 y TNM-107 evaluadas bajo tres fechas de siembra; 14 de marzo, 4 de mayo y 1 de julio establecidas bajo un Diseño Experimental de Bloques Completamente al Azar con cuatro repeticiones. El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre los genotipos y fechas de siembra para todas las variables evaluadas. La interacción de estos factores sólo modificó la floración femenina y el índice de área foliar. La prueba de medias mostró que las líneas TNM-107 y TNM-2 fueron las más precoces. En el índice de clorofila destacó TNM-107 y en el índice de área foliar lo hicieron las líneas TNM-1, CML-15 y TNM-2. Finalmente, fechas de siembra del 4 de mayo presentó efecto positivo en índice de clorofila y área foliar; sin embargo, la fecha de siembra del 16 de Julio disminuyó los días a floración en todos los genotipos.

Palabras clave: *Zea mays*, Caracteres fenológicos, Caracteres fisiológicos



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

LA EXPORTACIÓN DE AGUA COMO UNA ACTIVIDAD CLAVE DE LA ECONOMÍA MEXICANA

Mariana Atzhiry Rojas Raya¹; César Alejandro Ávila Hernández¹; Juan Carlos Raya Pérez²

Doctorado en Ciencias en Biotecnología de plantas. CINVESTAV unidad Irapuato. Irapuato, Gto., México. C.P. 36824. México Profesor Investigador. TecNM-Roque. Celaya, Gto., México. C.P. 38110. México

RESUMEN

El agua es una sustancia química esencial para la existencia de todos los seres vivos, entre las actividades que más requieren el uso del agua y es considerada la más importante para la supervivencia de los seres humanos, es la producción de alimentos. México, es un país con alta demanda de agua, y representa un importante exportador “virtual”, es decir, de alimentos que requieren grandes cantidades del líquido para su producción, esto incluye, cultivos de importancia alimentaria y alimentos. El 14% de la superficie total del territorio es cultivada con fines agrícolas. La agricultura consume un gran porcentaje de agua para la producción de los diferentes cultivos, por ejemplo, el aguacate, el arroz y la caña de azúcar son importantes consumidores de agua. Además de la agricultura, la producción de bebidas como el agua embotellada, bebidas alcohólicas y bebidas de sabor, aumentan sus niveles de exportación posicionándose como una pieza clave en la exportación del agua. Sin embargo, aunque, aún quedan algunas reservas de agua en el país, factores como, el cambio climático, la sobreexplotación del recurso y el mal uso del mismo, ponen en riesgo dicha reserva.

Palabras clave: agua, exportación, agricultura, cultivos, alimentos



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

POTENCIALIDADES DEL USO DEL DIGESTATO PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE ALIMENTO ANIMAL

Kolima Peña Calzada¹; Lisbet López González¹; Yudelkys Ponce Valdés¹; Damaris T. Castillo Jimenes¹; Odmara Catellano Yero¹; María S. Acosta Navarrete³

¹Universidad de Sancti Spiritus José Martí Pérez, ²TecNM-Roque. ³Autor responsable: kolima@uniss.edu.cu

RESUMEN

La digestión anaeróbica (DA) se ha consolidado como una solución eficiente para el tratamiento de residuos orgánicos, tanto en grandes instalaciones como a pequeña escala. Esta técnica transforma materia orgánica en biogás, una fuente de energía, y en lodo residual conocido como digestato, que puede utilizarse como biofertilizante en suelos agrícolas. Esto facilita la reutilización de nutrientes y reduce la dependencia de fertilizantes inorgánicos. Este trabajo tiene como objetivo evaluar el potencial de uso del digestato para la producción de alimento animal (pastos y forrajes) en la Empresa Pecuaria Managuaco (Vaquería 19) y proponer un diseño para analizar su efecto en las características morfológicas, productivas y nutricionales de los pastos. Se busca también introducir nuevas especies para diversificar la oferta forrajera. Para caracterizar el área y proponer nuevas especies, se realizó una revisión cuantitativa sistemática y se aplicó observación directa, el análisis cualitativo y preguntas dirigidas en la vaquería. Los resultados indican que el tipo de suelo y las condiciones climáticas son favorables para la producción de pastos y forrajes. Las principales especies en la dieta animal son los pastos nativos, donde destaca *Paspalum notatum* y *Sporobolus indicus*, aunque se identificaron pastos mejorados y especies forrajeras de corte como *Pennisetum* spp. y arbustivas como *Moringa oleifera*. Se diseñó la estrategia para evaluar el efecto de digestato en las características morfológicas y productivas de las principales especies, así como los protocolos de germinación. Se concluye que los protocolos de investigación deben incluir evaluaciones de semillas y variables de crecimiento y que la Vaquería 19 presenta un gran potencial para el uso del digestato, lo que podría mejorar la producción de alimento animal y las características del suelo.

Palabras claves: pastos, forrajes, biodigestores, digestato, ganado mayor, bioproductos



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

PRODUCCIÓN DE ESTOLONES EN VARIEDADES COMERCIALES DE FRESA

Andrés Juárez Vera¹; Miguel Ángel Godínez Hernández¹; Juan Pablo Torres Reyna¹; Axel Yamil Jiménez Camargo¹; Elisa Franco Vadillo²

¹Estudiantes de agronomía del TecNM-Roque, ²Docente del TecNM-Roque Correo de correspondencia: juanpablo300702@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de micorrizas, ácidos húmicos y composta sobre la producción de estolones de fresa (*Fragaria × ananassa*). La fresa es un cultivo de alto valor comercial y nutricional, en México se tiene un consumo per cápita de 3.9 kg/año. Es un fruto relevante por su aporte en vitamina C, antioxidantes, potasio y fibra. La reproducción comercial de las plántulas se realiza mediante estolones, este requiere una temperatura constante (15–22 °C), humedad superior al 60 %, suelos franco arenosos y control de plagas, entre las que destacan la araña roja y los cuidados de pudrición de raíz, dificulta su manejo. El trabajo experimental se realizó en el invernadero del Tecnológico de Roque, Celaya, Guanajuato que se encuentra en las coordenadas geográficas 20.5393° LN, 100.8112° LO; el área experimental se sitúa a una altitud: 1,752 msnm, con temperatura media de 21 °C y suelo vertisol pélico. Antes del trasplante de la plántula de fresa, se realizaron la preparación de las camas con dimensión de 10 m de longitud y 1 m de ancho, bajo la técnica de doble excavación donde agregó materia orgánica (estiércol composteado); posteriormente se estableció el cultivo de frijol, evo y alfalfa, una vez que alcanzaron 15 cm de altura se incorporó como abono verde. En cada cama se aplicó un tratamiento del producto orgánico a evaluar (micorrizas, ácidos húmicos y composta) y una cama como testigo. El trasplante se hizo con plantas en tierra venida, a 1 m de distancia entre plantas. Se instaló riego por goteo (100 L/cama) en cintilla, el deshierbe fue manual. El diseño fue completamente al azar, cuatro tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento. Las variables fueron estolones por planta y promedio de estolones por cama. El tratamiento con el empleo Micorrizas generó el mayor número de estolones (6.4), seguida de composta (5.2), ácidos húmicos (4.0) y testigo (2.6), con diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$). Las micorrizas incrementan la producción de estolones en fresa bajo invernadero.

Palabras clave: producción, estolones, variedades, fresa.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

PROPAGACIÓN DE (*Austrocylandropuntia subulata*) EFECTO DE AUXINAS EN ESQUEJES DE TALLO Y HOJA

Andrés Fierro-Álvarez^{1*}; María Magdalena González-López¹; Paulina González-Perea²; Ana Laura Rodríguez De Mata³;
Carlos Alberto Monsalvo-Castillo⁴

¹Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. C.P. 04960. CDMX ²Ayudante de Investigador del Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. C.P. 04960. CDMX. ³Prestadora de Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. C.P. 04960. CDMX. ⁴Productor de cactáceas y suculentas, C.P. 09960. CDMX. Autor de correspondencia: afierro@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

Austrocylandropuntia subulata (Alfileres de Eva) es una cactácea columnar sudamericana valorada como planta ornamental y como pie de injerto por su rápido crecimiento y resistencia. Su propagación vegetativa mediante esquejes de tallo u hojas permite un establecimiento controlado, evitando la variabilidad genética de la reproducción sexual. Este estudio evaluó el efecto del ácido indol-3-butírico (AIB) en diferentes dosis (0, 1500, 2000 y 3000 ppm) sobre el enraizamiento de esquejes de tallo y hojas, considerando además la posición de inserción de las hojas (ángulo del peciolo). Los objetivos fueron comparar la eficacia de esquejes de tallo versus hojas, determinar la dosis óptima de AIB para cada tipo de propágulo y evaluar el efecto de la posición de inserción foliar. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 360 esquejes de tallo y 2160 hojas, aplicando diferentes tratamientos con AIB. Las variables evaluadas incluyeron días para enraizar, longitud de raíz, porcentaje de enraizamiento y número de brotes. Los resultados mostraron que los esquejes de tallo con 3000 ppm de AIB presentaron el mejor desempeño (93% de enraizamiento, 11.4 cm de raíz en 12 días), mientras que, en hojas, la posición vertical con peciolo a 90° y 2000 ppm de AIB fue la más efectiva (85% de éxito). Se concluye que para la propagación masiva de *A. subulata*, los esquejes de tallo con 3000 ppm de AIB son ideales para un enraizamiento rápido y robusto, mientras que las hojas deben colocarse en posición vertical con peciolo a 90° y 2000 ppm de AIB para maximizar su eficacia. Estos protocolos permiten una producción eficiente para uso ornamental y como pie de injerto, reduciendo la presión sobre poblaciones silvestres.

Palabras Clave: *Austrocylandropuntia subulata*, Propagación vegetativa, Ácido indol-3-butírico (AIB), Enraizamiento de esquejes



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

REDUCCIÓN DEL ESTRÉS SALINO POR ACCIÓN DE BACTERIAS HALÓFILAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL EN (*Solanum lycopersicum*)

Javier Pérez-Inocencio¹; Dioselina Álvarez-Bernal²; Gabriel Iturriaga³; César L. Aguirre-Mancilla³; Jorge A. Ramos-Frutos¹

¹ TecNM-Jiquilpan, Jiquilpan Michoacán, C.P. 59510 ² Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Michoacán (CIIDIR-Michoacán), Instituto Politécnico Nacional, Jiquilpan Michoacán, C.P. 59510 ³ TecNM-Roque, Celaya Guanajuato, C.P. 38525

RESUMEN

La salinidad del suelo es uno de los factores más importantes que reducen la productividad agrícola. Las bacterias halófilas promotoras del crecimiento vegetal (H-PGPB) representan un método alternativo para aliviar el estrés salino. El presente estudio fue publicado en años recientes cuyo objetivo fue evaluar bacterias halófilas promotoras de crecimiento vegetal sobre *S. lycopersicum*. Los tratamientos fueron: T1) Testigo; T2) *Bacillus* sp. SVHM1.1; T3) *Halomonas* sp. SVCN6, T4) *Halomonas* sp. SVHM8 y T5) consorcio bacteriano, con inoculaciones semanales equivalentes a 1.5×10^9 ufc/ml por planta, sometidas a entre salino en agua de riego (0, 20, 60 y 100 mM NaCl). Los efectos se determinaron en germinación, calidad del fruto, rendimiento y concentración de osmoprotectores (trehalosa, prolina y glicil-betaina). El porcentaje de germinación fue mejorado a la concentración más alta de salinidad por los tratamientos inoculados (de 37 a 47%) respecto al testigo; al igual, incrementaron la longitud de la radícula (30% a 20 mM) y el peso de la plúmula (97% a 100 mM). T1 incrementó el peso seco de la planta, calidad del fruto, concentración de osmoprotectores, y el mayor rendimiento (1.5 kg/planta a 20 mM); por otro lado, T4 proporcionó mejor calidad del fruto a 100 mM. Estos resultados muestran la influencia de las bacterias halófilas con capacidad para reducir el estrés salino.

Palabras clave: Halófila, osmoprotectores, rendimiento, salinidad.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

RESPUESTAS FISIOLÓGICAS A LA APLICACIÓN FOLIAR DE ÁCIDO GLUTÁMICO EN PLANTAS DE JITOMATE HIDROPÓNICO

Jessica Jovana Ramos-León¹; Javier Zaragoza Castellanos-Ramos¹; César Leobardo Aguirre-Mancilla¹; Felipe de Jesús
Martínez-Gaspar^{1§}

¹TecNM-Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas, km 8. C. P. 38110. Celaya, Guanajuato. §felipe.mg@roque.tecnm.mx

RESUMEN

En México, el jitomate es la hortaliza de mayor importancia a nivel nacional como internacional debido a su consumo y producción en invernadero. El objetivo fue evaluar la respuesta del ácido glutámico sobre rendimiento y calidad poscosecha en frutos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) del híbrido “Malinche” cultivado en hidroponía. El cultivo se condujo a un tallo donde se cosecharon diez racimos por planta. Los tratamientos fueron: 1. Testigo; 2. METAMIN (Ácido Glutámico 64.92% i.a. AM®) 1000 ppm, 2. METAMIN 3000 ppm y 3. METAMIN 5000 ppm. El diseño experimental fue bloques completos al azar en arreglo factorial y tres repeticiones por tratamiento con unidades experimentales de seis plantas. Se realizó análisis de varianza y comparación de medias (Tukey, $P \leq 0.05$). Los análisis de varianza para frutos por planta (Núm.) indicaron que el mejor tratamiento fue T3 con 45.9, para rendimiento el mejor tratamiento fue T1 donde se obtuvieron 8.95 kg por planta y el mayor peso medio de fruto se logró así mismo en T1 obteniendo un peso de 99.87 g, resaltando que no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. En índice de redondez (IR) se observa una diferencia entre los tratamientos T4 y T2, teniendo un mayor índice de redondez en T2 (1.40). En las variables de calidad no se observan diferencias, sin embargo, para pH sobresale el T1 con un valor de 4.01 respecto a los demás tratamientos, así mismo, para Sólidos Solubles Totales T1 tiene un valor de 4.73 °Brix. Se concluye que las plantas tratadas con ácido glutámico en los diferentes tratamientos no presentaron diferencias en las variables evaluadas de rendimiento y de calidad analizadas respecto al testigo.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum* L., ácido glutámico, rendimiento y calidad poscosecha.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE MAÍZ POR SU ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO

Jacqueline Sierra-Celedón^{1,2}; Francisco Cervantes-Ortiz²; Leandris Argente-Martínez³; Enrique Andrio-Enriquez⁴; Mariano Mendoza-Elos²; Ofelda Peñuelas-Rubio³; A. Josué Gámez-Vásquez⁵

¹Estudiante de posgrado/TecNM-Roque, ²TecNM-Roque, ³TecNM-Valle del Yaqui, ⁴TecNM-Cuenca de Papaloapan, ⁵INIFAP

RESUMEN

En distintos estudios han evidenciado que el cambio climático afecta los rendimientos del maíz, por lo que es importante buscar la adaptación de los cultivos a los diferentes ambientes. El ambiente define el crecimiento y el desarrollo del cultivo, y por ende la respuesta productiva. El objetivo del presente estudio fue evaluar la adaptabilidad y estabilidad del rendimiento de grano de 10 genotipos de maíz para el Bajío de Guanajuato. El experimento se realizó en el Tecnológico Nacional de México campus Roque, ubicado en Celaya, Guanajuato, México, en el período 2023-2024. Se utilizaron 10 genotipos de maíz; Criollo Celaya, Celaya x 87 Caimán, Nuevo Milenio, Roque 2020, Querétaro x 106 Caimán, Mestizo 1 x Prom, Roque 2015, San Miguel x106 Caimán, Roque 2015, Peña Colorada x 87 Caimán en diferentes ambientes de producción. Los ensayos fueron establecidos bajo un Diseño Experimental de Bloques Completamente al Azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental fue de cuatro surcos de 5 m de largo x 0.70 m de ancho y 0.16 m entre plantas por genotipo. El análisis de Componentes Principales (CP) explicó el 86.71% de la varianza total del experimento; el CP1 explica el 59.58% y el CP2 explica el 27.13%. La distribución de las variables en 2 fechas de siembra y diez genotipos de maíz muestra que la mejor fecha de siembra fue la 2 para ambos años de evaluación, los mejores genotipos en cuanto a rendimiento y adaptabilidad fueron; Celaya x 87 Caimán, Nuevo Milenio y Roque 2020 y el genotipo de menor rendimiento fue Mestizo 1 x Promo, en términos generales el genotipo Celaya x 87 Caimán destaca con un rendimiento de 10.7 t ha⁻¹ en todos los ambientes de producción.

Palabras clave: *Zea mays*, genotipos, adaptación



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

USO DE ACEITES ESENCIALES COMO TRATAMIENTO PREGERMINATIVO EN LA SEMILLA DE MAÍZ

Adriana Stefany Paramo-Álvarez¹; José Francisco Rodríguez-Rodríguez² *; Diego Martín Badillo-García¹; J. Guadalupe García-Rodríguez¹; Alfredo Josué Gámez-Vázquez²; José Armando Oros-Jiménez¹

¹TecNM-Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas. Km 8, 38110, Celaya, Gto., México. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Bajío. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Km 6.5, Celaya, Gto., México. *Autor de correspondencia: francisco_azul@live.com.mx

RESUMEN

El éxito de la germinación del maíz es clave para su productividad, ya que se ve influido por la densidad de población, el crecimiento uniforme y el rendimiento. Actualmente, los tratamientos químicos pre-germinativos tienen una serie de desventajas ambientales y de salud, por lo que se buscan alternativas más sostenibles. Los aceites esenciales (AE) han mostrado potencial para mejorar la germinación, así como aumentar la longitud de sus estructuras, esto a causa de la presencia de metabolitos secundarios. Este estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de AE como tratamiento pre-germinativo en semillas de maíz. Se evaluaron aceites esenciales de Lemon Grass y Canela en dosis de 0.5 y 1mL, comparados con un testigo (agua + adherente) y como material vegetal se utilizó el genotipo criollo Celaya proporcionado por el Programa de Mejoramiento Genético del TecNM-Roque. La semilla de maíz fue tratada de forma manual y se sembraron en camas de arena en surcos de 25 semillas, empleado un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. Las variables en estudio fueron velocidad y porcentaje de emergencia, longitud de radícula y plúmula, peso fresco y seco, biomasa e índice de vigor I. Los resultados muestran porcentajes de germinación de 99 % en el testigo y en los AE lemon grass y canela 96 y 90 % a dosis de 0.5 mL y una reducción en la dosis alta (1 mL) con porcentajes inferiores al 24 %. Por lo que se puede concluir que la aplicación de aceites esenciales a dosis alta afectan la calidad fisiológica de la semilla de maíz.

Palabras clave: vigor, germinación, canela, lemon Grass.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

ALIMENTOS



Pinole elaborado de nuestro maíz cosechado,
Portento de alimento tan deseado
Me recuerdas mis días escasos y con sueños
De sabor dulce, saboreado, mi maíz mis recuerdos añorados.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

GARBANZO PORQUERO, UNA ALTERNATIVA EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL

Pacheco-Girón, Ma. Rocio¹; Alvarado-Bárceñas, Estefana²; Chablé-Moreno Francisco²; Raya-Pérez, Juan Carlos².

¹Estudiante de Ingeniería en Industrias Alimentarias, ² Docente de Ingeniería en Industrias Alimentarias, TecNM-Roque, Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya, Guanajuato, 38110, México. *Correspondencia: estefana.ab@roque.tecnm.mx.

RESUMEN

El Objetivo de este trabajo consistió en elaborar cerveza artesanal a partir de una mezcla de cebada y garbanzo porquero. La cerveza clásicamente se elabora con granos de cebada, el almidón de este grano se fermenta en agua con levadura; el líquido suele aromatizarse con lúpulo. Pero existen otras fuentes de almidón como son: maíz, arroz, mijo, sorgo y la raíz de yuca usada en África, la papa en Brasil y los azúcares de agave en México. Para elaborar cerveza se requiere agua, cebada, levadura cervecera y lúpulo, que le dará el sabor *sui generis*. La levadura contiene nutrientes que ayudan a aliviar el estreñimiento y el colesterol, la cerveza regula el azúcar en la sangre, mejora la digestión, reduce la inflamación. A la cerveza se le realizaron con pruebas físicoquímicas: alcohol (%), pH, grados °Brix; todas las pruebas fueron realizadas por triplicado, se realizaron pruebas de catación por panelistas. Una mezcla de garbanzo (51 g) y cebada (38 g) dio buenos resultados en la cerveza obtenida, el valor de grados °Brix, fue de 5.0, el valor de pH fue de 4.06, con contenido de alcohol de 7.4 %. La cerveza obtenida tuvo buena aceptación entre los panelistas.

Palabras clave: bebida artesanal, lúpulo, fermentación

ABSTRACT

The objective of this work was to produce craft beer from a mixture of barley and chickpeas. Beer is traditionally made from barley grains; the starch from this grain is fermented in water with yeast; the liquid is often flavored with hops. However, there are other sources of starch, such as corn, rice, millet, sorghum, and cassava root, used in Africa, potatoes in Brazil, and agave sugars in Mexico. Brewing beer requires water, barley, brewer's yeast, and hops, which give it its unique flavor. Yeast contains nutrients that help relieve constipation and cholesterol; beer regulates blood sugar, improves digestion, and reduces bloating. The resulting beer was subjected to physical and chemical analyses: alcohol (%), pH, and Brix degrees. All tests were performed in triplicate, and tasting samples



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

were analyzed by panelists. A mixture of chickpeas (51 g) and barley (38 g) gave good results in the brewing process, with a Brix value of 5.0, a pH of 4.06, and an alcohol content of 7.4%. The resulting beer was well received by the panelists

Key words: *craft drink, hops, fermentation*

INTRODUCCIÓN

Los primeros centros cerveceros en Europa se ubicaron en Lovaina, Brujas, Gantes y Amberes en Flandes y Haarlem; Gouda en Holanda, en Alemania en Lübeck y Munich, entre otros. Para la producción de cerveza se requiere de la malta, lúpulo, levadura y agua, esta última constituye el 90 % del total de la cerveza. A nivel internacional, los grupos dominantes en la producción son Anheuser-Busch InBev cuyo origen se encuentra en Lovaina, Bélgica y mantienen un poco más del 50 % de la producción mundial, seguido de Heineken NV de Países Bajos con el 17.3 % del total (Hernández y Castañeda, 2024). Asia ha mantenido el 31% del mercado global de cerveza y lo ha liderado durante los últimos 14 años.

La cerveza puede ser elaborada artesanal o industrialmente de la mezcla de diferentes cereales como cebada, trigo, arroz, maíz, entre otros (Bofill-Rodríguez y Gallardo-Aguilar, 2014; Monroy, 2019). La variedad de las cervezas, son resultado de los procesos postfermentativos, las temperaturas y tiempos utilizados, así como también los ingredientes y aditivos que se emplean. Sus cualidades beneficiosas para la salud se basan en la presencia en la cerveza de compuestos antioxidantes (polifenoles), que reducen la presencia de radicales libres en el organismo, y de fitoestrógenos, elementos biosimilares a los estrógenos animales.

La cebada es una planta de la familia de las Poáceas, se puede cultivar en suelos poco fértiles y a diferentes altitudes. Crece adecuadamente en climas frescos y poco secos. Necesita poco calor para madurar y se adapta a diferentes condiciones ambientales (SAGARPA, 2016). El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) pertenece a la familia Fabaceae; es un cultivo que germina y crece con la humedad remanente pasada la temporada de lluvias, aunque se acostumbra ya el riego. En México el garbanzo de este tipo es destinado al forraje para la alimentación del ganado, en Asia y África se consume como grano entero, y se cocina en platillos como estofados, ensaladas, también se rostizan y endulzan o se consumen como sopa (Ortega-Murrieta et al., 2016). El lúpulo es planta dioica y la femenina tiene inflorescencias que se desarrollan alrededor de un raquis, de donde emergen brácteas y bractéolas, de ellas se origina un polvo resinoso de color amarillo. Las glándulas de lupulina tienen gran número



de resinas amargas como son las humulonas o α -ácidos y aceites esenciales, estos son responsables del amargor de la cerveza (Burgos, 2022). El objetivo de este trabajo fue elaborar cerveza artesanal con el empleo de una mezcla de cebada y garbanzo en proporciones diferentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el laboratorio multifuncional del Tecnológico Nacional de México-Roque, extensión Apaseo el Alto, Guanajuato. La materia prima fue cebada donada por el INIFAP de Celaya; el garbanzo porquero fue proporcionado por el Tecnológico de Roque, la levadura y el lúpulo fueron adquiridos en Querétaro.

Cuadro 1. Mezclas evaluadas para la elaboración de cerveza artesanal a base de cebada maltera-garbanzo porquero.

Formul/1 L [¶]	Cebada (g)	Garbanzo (g)	Lúp. In ^{¶¶}	Final (g)	Levadura(g)	Grenetina (g)	Azúcar(g)
Formulación 1	26	64	0.869	0.434	0.58	0.266	7.5
Formulación 2	41.6	48	0.619	0.934	0.58	0.266	8.0
Formulación 3	38	51.13	1.000	0.520	0.58	0.266	8.5

¶ = Formulación para 1 litro, ¶¶ = Cantidad de lúpulo agregado en tres etapas

El proceso de germinación del grano de garbanzo se interrumpió para posteriormente ser secado en horno a temperatura de 60 °C hasta peso constante. El grano fue triturado en un molino manual de acero inoxidable, marca Giza®, para obtener cerca de 20% de harina, 50% de grano partido y aproximadamente 30% de grano entero, mezclando con en agua caliente 70 a 72 °C y cubriendo la malta, se dejó tapado el recipiente durante 90 min., para gelatinizar los almidones, y convirtiéndose en azúcares fermentables. De nuevo se le agregó agua caliente de 70 a 72 °C cubriendo la malta y se deja reposando durante 20 minutos para extraer los azúcares. Al inicio del hervor se agregó el 50 % de lúpulo de un total de 1 g de lúpulo para amargor. A los 45 minutos 25 % de lúpulo, 0.5 g de lúpulo para sabor. A los 55 minutos el 25 % del lúpulo restante, 0.52 g de Lúpulo para aroma. A los 55 minutos de hervido se le adicionó 0.266 g de grenetina para precipitar las proteínas del mosto que se produjeron por el lúpulo y la malta, y lograr que estas impurezas se vayan al fondo de la olla, por decantación. Durante el proceso de cocción se genera espuma, lo que es importante retirarla para evitar que los aceites esenciales contenidos generen sabores extraños a la cerveza.

Se sumerge la olla en un recipiente con hielo y agua para bajar la temperatura de la mezcla lo más rápido posible, alcanzando una temperatura de 25°C, Se utilizó la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Safale US-0.5), que es una de las levaduras para la elaboración de cerveza tipo Ale, que realiza su actividad a temperaturas de 12 a 25°C, Se vierte el mosto en el recipiente fermentador, ya esterilizado para evitar la contaminación con bacterias.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Al Airlock (seguro vs entrada de aire) se le pone agua, para dejar escapar el gas generado debido a la fermentación, el recipiente utilizado para fermentar se mantuvo a una temperatura ambiente de 18 a 25°C durante 14 días. Después del proceso de fermentación, se pasa al envasado, en donde se le pone de 5 a 9 gramos de azúcar por cada litro de cerveza, obteniendo niveles de carbonatación adecuada.

La medición de espuma se realizó basándose en el principio de "NIBEM". Este se basa en medir el tiempo en segundos, después de estabilizarse la espuma descendiendo 10, 20 y 30 mm en la probeta. Se introdujo una gota de cerveza en el refractómetro de medición de 0-80% de alcohol, la cerveza debe estar previamente desgasificada y a temperatura ambiente. La cerveza se mantiene a una temperatura de 20°C y desgasificada por completo y se midió el pH, con un potenciómetro HI 2211®. Los grados °Brix se determinaron, introduciendo una gota de cerveza, previamente desgasificada y a temperatura ambiente, con un refractómetro Sper Scientific®.

Se realizó el análisis sensorial con 50 jueces, estos evaluaron el grado de aceptabilidad de las tres formulaciones, evaluando al sabor, color y olor. Para el sabor se tomó, uno para es amargo, dos para es dulce, tres para insípido, y cuatro para agrio. Para el color se tomó, uno para es claro, dos para es dorado y tres para oscuro y por último para el olor, uno para no es adecuado, dos para satisfactorio y tres para es adecuado. La formulación uno no tuvo mucha aceptación por los jueces, debido a que de los 50 jueces solo a nueve de ellos les gusto esta formulación. La formulación dos, tuvo mayor aceptación que la formulación número uno, de los 50 jueces 13 de ellos les gusto esta formulación. La formulación 3 tuvo mayor aceptación por los jueces, de los 50 jueces, 28 de ellos les gusto esta formulación, a la que se le hicieron los análisis físico químicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una cerveza de calidad debe contener ciertos grados °Brix donde se considera mayores a 4.5°Brix, en este sentido la cerveza elaborada cumple con este valor debido a que se registró para el contenido de grados Brix con valor promedio de 5.0, siendo un valor menor a los rangos reportados por los autores; Ortega (2021) de 8.75 a 9.75, Barranco y Villarreal (2021),

El valor obtenido de pH en la cerveza fue de 4.06%, encontrándose menor valor de 4.4 a 5.0, siendo más favorable 4.5 para su crecimiento y acción, Monroy (2019) refiere valores de 4.240 y 4.26 para cervezas artesanales, y Ortega (2001) con rangos 5.00 a 5.75, Barranco y Villarreal, (2021) reportando valores de 4.31 y 4.24.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

El % de alcohol en la cerveza de cebada con garbanzo fue de 7.4%, mayor a los rangos reportados por; Varnam *et al.* (1989) para una cerveza débil 1.5 y 2.0%, para una cerveza completa de 3.5 a 4.5% y 4.8 a 5.5% para una cerveza fuerte, Ortega (2001) de 3.12 a 4.22, y Carbajal e Insuasti reportan 4.87% de alcohol. Cumple con la NOM-142-SSA1/SCFI-2014, en donde establece que para bebidas alcohólicas fermentadas debe ser de 2 a 20 % Alc. Vol. Se obtuvo un desplazamiento de espuma de 10, 20 y 30 mm, con tiempos de 24.69 s 44.94 s y 60.87 s. La presencia de la espuma demuestra que la cerveza ha sido elaborada con los estándares de calidad, fermentada y envasada adecuadamente. La formulación número 3, fue la adecuada en cuanto a sabor, color y olor; se le realizaron los análisis fisicoquímicos; y se obtuvo un contenido de alcohol de 7.4 %, con 5 grados °Brix y un pH de 4.06 %.

CONCLUSIONES

El garbanzo es factible para la sustitución de una parte de cebada, para la elaboración de cerveza, contiene nutrientes que se pueden aprovechar en el uso de este, debido a que es poco utilizado y se inclina más su uso para la alimentación de ganado. Cabe resaltar la importancia de las características organolépticas de la materia prima, ya que de esta depende la calidad del producto final, pero no solo depende de esta, sino que también es importante que se mantengan las temperaturas en los rangos establecidos para que se activen diversas enzimas presentes en malta, que se convertirán en azúcares, los cuales posteriormente serán transformados en alcohol. La cerveza obtenida de la mezcla cebada-garbanzo tuvo buena aceptación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boffill-Rodríguez Y; Gallardo-Aguilar I (2014). Ventajas de la producción de cerveza a partir de malta de sorgo. Tecnología Química. XXXIV (3):266-274.

Burgos CME (2022). Lúpulo, usos más allá de la cerveza. Universidad Austral de Chile.

Hernández CC; Castañeda MB (2024). Associations, groups, actors and controversies in the establishment of a "Modelo" group brewery in Acopinalco, Hidalgo, Mexico. Revista Geografía Agrícola 72(2):1-22.

<https://doi.org/10.5154/r.rga.2022.72.5>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Barranco GSA; Villareal CGN (2021). Evaluación del efecto de la temperatura en el proceso fermentativo en la producción de cerveza artesanal tipo blonde ale [Tesis de ingeniería]. Fundación Universidad de América facultad De Ingenierías Programa de Ingeniería Química Bogotá.

Burgos CME (2022). Lúpulo, usos más allá de la cerveza Revisión bibliográfica. Universidad Austral de Chile. pp.4

Castillo LRI (2021). Evaluación de las propiedades antioxidante de una cerveza artesanal a partir de maíz azul (Zea mays). Universidad Autónoma de Sinaloa.

Monroy CM (2019). Evaluación de parámetros fisicoquímicos en una cerveza utilizando triticale como adjunto (x. tritico-secale wittmack) [Tesis de ingeniería]. Universidad Autónoma Del Estado de México Facultad De Ciencias Agrícolas. Pg. 67, 72

Ortega VMT (2001). Elaboración de cerveza tipo lager a partir de malta y adjuntos cerveceros de sorgo. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. pp. 83, 85.

Ortega-Murrieta PF; Fierros LGA; Padilla VI; Valenzuela HV; Acosta-Gallegos, Gutiérrez PJA; Velarde FSixtoV; Rodríguez CFG (2016). Blanoro, nueva variedad de garbanzo blanco de grano extra grande para exportación. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 7(1): 209-216. Recuperado en 28 de junio de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000100209&lng=es&tlng=es

Rodríguez CHA (2003). Determinación de Parámetros físico-químicos para la caracterización de cerveza Tipo Lager elaborada por compañía Cervecera kunstmann S.A. [Tesis de licenciatura]. Universidad Austral de Chile.

SAGARPA (2016). Planeación Agrícola Nacional. Primera edición, Ciudad de México, México. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura>.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

BIOTECNOLOGÍA



"Todos los hombres tenían formas redondas, la espalda y los costados colocados en círculo, cuatro brazos, cuatro piernas, dos fisonomías unidas a un cuello circular y perfectamente semejantes, una sola cabeza, que reunía estos dos semblantes opuestos entre sí, dos orejas, dos órganos de la generación, y todo lo demás en esta misma proporción". Platón, Banquete 190a-190b. La envidia de los dioses los condenó a separarse.

Si el hombre conocía el entrecruzamiento, la transmisión de los genes, el principio de la dominancia, la segregación y la transmisión independiente, su insatisfacción los llevó a buscar otras formas de responder a su curiosidad, ¡pudiera ser la biotecnología!



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

HORAS FRÍO EN LA PRESERVACIÓN DE LA SEMILLA Y SU GERMINACIÓN DE ORQUÍDEA *Prosthechea baculus* (Rchb. F.) W.E. HIGGINS

Elena Isabel Serrano Cortés¹; Maricruz Martínez Lara²; Estéfana Alvarado Bárcenas³; Josefina Muñoz Ledo³; Blanca Cecilia López Ramírez³; Francisco Chablé Moreno³

¹Estudiante de agronomía TecNM-Roque, ²Docente TecNM-Roque, ³Prof-Investigador TecNM-Roque, Correo de correspondencia: fchable4oct@hotmail.com

RESUMEN

Las orquídeas es un amplio grupo de especies de importancia ornamental. Su reproducción sexual en condiciones naturales presenta un nivel de germinación del 1%, la técnica de cultivo de tejidos vegetales puede incrementar su propagación masiva, el fruto lodículo contiene las semillas, con viabilidad reducida, una alternativa es la estratificación para incrementar la viabilidad y aumentar la multiplicación sexual masiva. La formación de rizoides y hojas de las plántulas después de ser sometidas a estratificación de las semillas, aunque retrasa las etapas de la plántula, incrementa su multiplicación sexual. El trabajo se desarrolló en TecNM-Roque, se estratificaron las semillas (7°C). La siembra aséptica se realizó en el medio MS (1962) al 50% de concentración, se ajustó el pH a 5.6 agregando 3% de sacarosa y 0.6% de Agar bacteriológico. El diseño fue completamente al azar con cinco tratamientos donde se evaluó la acumulación de 240 hasta 2040 HF en el almacenamiento de la semilla en refrigeración y se evaluó el desarrollo de las plántulas, los datos se analizaron con el paquete SAS, mediante un ANAVA y la prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05). El ANAVA arrojó diferencias altamente significativas, los resultados muestran que las semillas estratificadas con menor acumulación de horas frío presentan menor tiempo de germinación, la etapa de desarrollo desde la germinación hasta la presencia de hojas y raíces, mientras que a mayor cantidad de horas frío se retrasa la germinación de las semillas y el desarrollo de la plántula.

Palabras claves: Orquídea, *Prosthechea baculus*, germinación, estratificación.

ABSTRACT



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Orchids are a large group of species of ornamental importance. Their sexual reproduction under natural conditions presents a germination level of 1%. The technique of plant tissue culture can increase their massive propagation. The lodicule fruit contains the seeds, with reduced viability. An alternative is stratification to increase viability and increase massive sexual multiplication. The formation of rhizoids and leaves of the seedlings after being subjected to seed stratification, although it delays the seedling stages, increases their sexual multiplication. The work was developed at TecNM-Roque, the seeds were stratified (7 ° C). Aseptic sowing was carried out in MS medium (1962) at 50% concentration, the pH was adjusted to 5.6 by adding 3% sucrose and 0.6% bacteriological agar. The design was completely randomized with five treatments where the accumulation of 240 to 2040 HF in seed storage under refrigeration and the development of the seedlings was evaluated, the data were analyzed with the SAS package, through an ANAVA and the comparison of means test (Tukey α 0.05). The ANAVA showed highly significant differences, the results show that stratified seeds with fewer accumulated cold hours have a shorter germination time, the stage of development from germination to the presence of leaves and roots, while with greater amounts of cold, seed germination and seedling development are delayed.

Keywords: *Orchid, Prosthechea baculus, germination, stratification.*

INTRODUCCIÓN

La familia Orchidaceae es considerada como una de las familias más numerosas del reino vegetal, comprende entre 25 mil a 30 mil especies. En México se calcula que existen alrededor de 1260 especies, distribuidas en 170 géneros, con un porcentaje de endemismo del 40% (Espejo Serna, 2012). La república mexicana cuenta con gran variedad de condiciones climáticas, geológicas y biológicas, que van desde regiones sumamente áridas y desérticas, hasta húmedas y exuberantes selvas del sureste mexicano, la vertiente del Golfo de México es de características relevantes (Téllez, 2011). Los estados de Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Chiapas albergan la mayor riqueza de orquídeas, otros estados con una cifra respetable de especies son: Morelos, Estado de México y las regiones más bajas de Puebla y San Luís Potosí (Hágsater *et al.*, 2005).

A pesar de su amplia presencia existen pocos estudios en la multiplicación y conservación de estas especies. Los atributos estéticos de las orquídeas como sus peculiares flores, colores y aromas son responsables del aprecio por estas especies que se les tiene como plantas de ornato. El interés por los coleccionistas, así como la falta de reproducción de orquídeas silvestres, ha provocado que hayan sido extraídas de su hábitat masivamente. Las



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

principales causas que han puesto en peligro la supervivencia de muchas especies *in situ* son la deforestación y cambio de uso de suelo y el comercio ilegal (Menchaca y Moreno, 2011).

El principal problema en la reproducción de orquídeas por semillas es que carecen de endospermo y la mayoría de las semillas de las orquídeas necesitan de un hongo simbiótico para lograr su germinación, en condiciones naturales el porcentaje de germinación es muy bajo, se estima que solo un 1% de las semillas de una capsula logran germinar y solo algunas cuantas llegan a ser adultas (Menchaca y Moreno, 2011). Para Banda-Sánchez *et al.* (2018) en el género *Prosthechea sp* puede lograr germinación *in vitro* del 29 al 32% dependiendo de la madurez del fruto.

Las técnicas de cultivo *in vitro* ha contribuido a mejorar la germinación de semillas de orquídeas para incrementar y extender la población natural de especies nativas. Algunos factores determinantes para la germinación *in vitro*, son el medio de cultivo, las condiciones de incubación y el balance de los reguladores de crecimiento. Estos requerimientos varían en función de la especie vegetal. El desarrollo de protocolos de conservación a mediano y largo plazo de semillas y explantes vegetativos ofrece la posibilidad de resguardar genotipos nativos valiosos o individuos derivados de programas de mejoramiento genético (Pedraza, 2017).

Para contribuir a la conservación y aprovechamiento de *Prosthechea baculus*, se plantea como objetivo establecer un protocolo para la germinación asimbiótica de *P. baculus*, determinar las etapas de desarrollo de la plántula desde la germinación a la presencia de hojas y raíces en semillas de fruto sometida a la acumulación de horas frío.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el laboratorio de cultivo de tejidos vegetales del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Roque ubicado en carretera, Juventino Rosas - Celaya Km. 8, Celaya, Guanajuato con la ubicación geográfica 20.580855 y -100.825199 (Google maps, 2025), temperatura media mensual 21°C, con precipitación media anual 600 hasta los 800 mm a una altura de 1775 msnm, con un clima de cálido subhúmedo, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen (García, 1973) y con predominancia de suelo de tipo vertisol (INEGI, 2017).



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

La colecta de semillas de *P. baculus* se realizó de una colección privada del municipio de Villagrán, Guanajuato, en las coordenadas 20° 32' 30" N 101° 00' 00" O a 1751 msnm, donde se obtuvo un fruto lodículo de cápsula deshiscente. El fruto deshiscente colectado se le realizó una limpieza superficial del pericarpio y se envasó en un frasco de vidrio limpio y aséptico, posteriormente se introdujo un refrigerador Mabe®, a una temperatura de 7 °C, de donde se fueron extrayendo las semillas a diferentes fechas de almacenamiento y con diferentes horas de acumulación de horas frío (HF), para realizarse la siembra aséptica en el medio básico de cultivo.

El medio de cultivo utilizado fue el de MS (1962) al 50% de su concentración original, se le adicionó azúcar morena (30 g L⁻¹) y agar Bacteriológico Bioxón® (6 g L⁻¹). El pH se ajustó a 5.6 (\pm 0.01) con NaOH o HCl (1N). El método de desinfección de las semillas de la cápsula dehiscente consistió en extraer las semillas del frasco, colocarlas dentro del contenedor de una jeringa de 10 ml, donde se le agregó una solución de jabón líquido (5 %) y dos gotas de Tween (20%), se agitó suavemente por tres minutos, por dos veces consecutivas, en cada una de ellas se realizaron un enjuague con agua destilada estéril. Posteriormente se agregó una solución de cloro al 10 %, por un minuto, donde se agitó suavemente, se procedió a dar dos enjuagues con agua destilada estéril, finalmente en una nueva jeringa se adicionó un ml de agua estéril, se continuó con la agitación suave para distribuir las semillas homogéneamente y se distribuyó la solución sobre el contenedor del medio cultivo en frascos de Gerber® en el interior de la campana de flujo laminar previamente desinfectada con cloro al 30% y alcohol al 70%.

Después de la siembra aséptica de las semillas se identificaron los tratamientos y se colocaron en un cuarto de incubación a una temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$ y una intensidad lumínica de 1200 luxes con lámparas de color blanco tipo Led, con fotoperiodo de 16 horas luz y ocho de oscuridad. El experimento se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones para cada tratamiento. Los tratamientos fueron: T1) 10 días (7°C) (240 HF acumuladas); T2) 23 días (552 HF acumuladas); T3) 42 días (1008 HF acumuladas); T4) 64 días (1536 HF acumuladas) y T5) 85 días (2040 HF acumuladas), la estratificación fue a 7°C en un refrigerador Mabe®. La evaluación de las variables consistió en: Porcentaje de germinación fue evaluada en días después de la siembra aséptica (dds): Imbibición (Ger1), Inicio de la germinación (InGer), Inicio del protocormo (InProt), Inicio del protomeristemo (InProM), Formación de rizoides (ForRiz), Formación de hojas (ForHj), Formación de raíces (ForRa). En el análisis estadístico se empleó el programa SAS (v 9.1) los tratamientos con diferencias estadísticas se le aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey (α 0.05).



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (ANVA) mostró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en la etapa fenológica Ger1 (imbibición), es decir desde en la etapa inicial del establecimiento de la semilla (Cuadro 1). Al respecto Rodríguez *et al.* (2015), señala que la germinación de las semillas de *A. chilensis* o maqui fue mejorada por la utilización de la estratificación a 4°C por 8 semanas. Schiappacasse *et al.* (2019) menciona que el efecto de la estratificación a 10° C por 7 y 14 días en la germinación de semillas de *Orites myrtoidea* (Poepp. & Endl.) Benth. & Hook. f. ex B.D. Jacks, es baja mientras que las semillas estratificadas por 21 días alcanzaron mayor porcentaje de germinación.

La investigación realizada por Roa (2017) menciona que en *Passiflora quadrangularis* L, el mayor porcentaje de germinación se presentó cuando se estratificaron a temperatura de 10°C durante 30 días para un total de 720 horas frío. Calderón (2021) menciona que de los tratamientos aplicados de la estratificación en semillas de *Stenocereus stellatus* (Pfeif.) Riccob, encontró que se incrementó el porcentaje de las semillas germinadas con diferencia estadística altamente significativa cuando se realizaron tratamientos alternados de frío y calor (4°/32 ± 2°C 30/30 días) y (4°/32 ± 2°C 15/15 días) en este último tratamiento promovió el incremento del porcentaje de germinación de un 14.6% a un 18% comparado con las semillas que no fueron estratificadas, donde la germinación fue menor, logrando solamente un 7% germinación.

Es este ensayo se puede señalar que coinciden con los autores señalados, donde se observa que la estratificación es un método que promueve la germinación en varias especies, en el caso de las semillas de *P. baculus* aunque la literatura no menciona la presencia de latencia en sus semillas, se considera importante, debido a que puede prolongar la viabilidad de la semilla por una mayor período de tiempo, es importante en la reproducción sexual de esta especie; aunque se observó que a medida que se incrementaba las horas frío de 240 (10 días) a 2040 (85 días), se observa que las etapas de desarrollo de inicio de germinación hasta llegar a la formación de las primeras hojas, fue más tardado a medida de almacenamiento en frío fue más prolongado, pero la viabilidad se mantuvo en todo momento, el tiempo de germinación es más prolongado además los explantes iniciales presentaron un tamaño más reducido, por lo tanto, de acuerdo con los resultados se puede señalar que no coincide con ninguno de los autores citados, dado que ellos mencionan que incrementaron el porcentaje de germinación, pero no señalan el comportamiento fisiológico de la planta.



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Cuadro 1. Análisis de varianza de las variables de las etapas fenológicas de *P. baculus*.

F.V.	Gl	Cuadrados medios						
		Ger1	InGer	InProt	InProtM	ForRiz	ForHj	ForRa
Trat	4	11.84**	30.46 **	39.7**	45.24**	22.34**	83.5**	321**
Error	16	0.26	0.33	0.17	0.11	0.04	0.05	0.07
Total	24	52.56	127.44	162.0	183.76	90.16	334	1284
CV (%)		8.9	4.0	1.8	1.1	0.53	6.03	0.84

** Diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$), F.V.= fuente de variación, Gl= grados de libertad, Ger1 = Imbibición, InGer = germinación, InProt = protocormo, InProtM = protomeristemo, ForRiz = formación de rizoides, ForHj = formación de hojas, ForRa = formación de raíz.

La prueba de comparación de media (Tukey α 0.05) en las etapas fenológicas de *Prosthechea baculus* (Cuadro 2), se pudo determinar que durante la germinación inicial (Ger1) se observó que el tratamiento 3 (1008 HF) presenta el menor número de días a germinación, que al mayor tiempo de acumulación de horas frío, en el caso del tratamiento 5 que corresponde a 2040 HF, la germinación se prolongó por más tiempo este comportamiento más tardío es probable que las semillas estén en una etapa de envejecimiento provocando una menor viabilidad de la semilla para su germinación.

Cuadro 2. Prueba de comparación de media de las etapas fenológicas de *Prosthechea baculus*.

Trat	Valores medios						
	Ger1	InGer	InProt	InProtM	ForRiz	ForHj	ForRa
5	8.4 a	17.4 a	24 b	31 b	41 a	77 a	110 a
4	5.6 b	14.4 c	21 d	29 d	38 b	69 b	99 b
1	5.2 bc	13.4 c	27.6 a	35.6 a	36 d	67 d	89 e
2	5.2 bc	15.6 b	22.8 c	29.8 c	37 c	68 c	93 d
3	4.4 c	10.8 d	20.6 d	27.8 e	35.8 d	68 c	95 c

Los valores en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, Ger1 = Imbibición (μ días), InGer = Germinación (μ días), InProt = protocormo (μ días), InProtM = protomeristemo (μ días), ForRiz = formación de rizoides (μ días), ForHj = formación de hojas (μ días), ForRa = formación de raíz (μ días).

De acuerdo con las observaciones físicas de los contenedores del cultivo aséptico, en todos los tratamientos donde a las semillas se les aplicó la acumulación de horas frío (HF), estas durante la imbibición mostraron un incremento de tamaño (hinchazón por imbibición) (Figura 1, a) que variaron en función de las HF acumuladas (Figura 1, b), pero a medida que se incrementó las HF acumuladas el inicio de la germinación se vio afectada de 10.8 a 17.4 dds (Figura 1, c) y el inicio de la etapa protocórmica se prolongó por más tiempo.

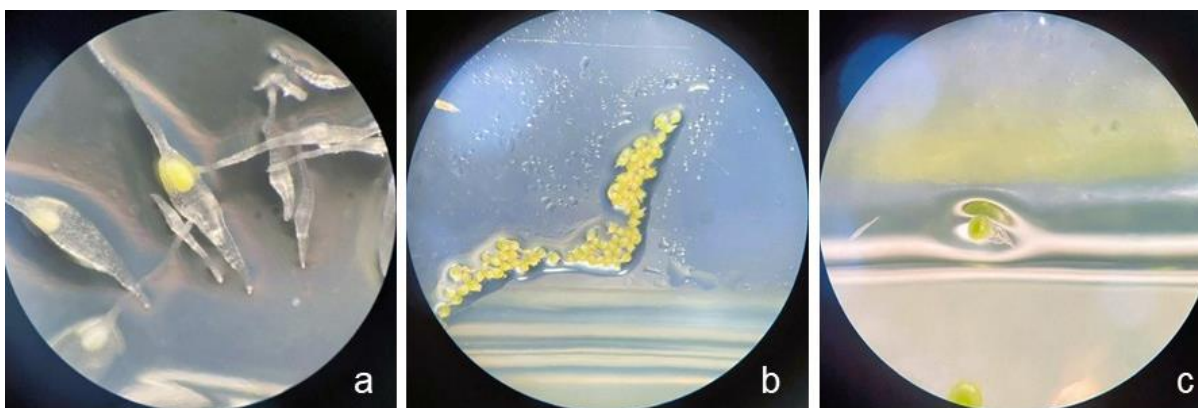


Figura 1. Establecimiento aséptico de semillas de *Prosthechea baculus* (Rchb. F.) W.E. Higgins: a) Etapa de imbibición aséptica, b) Inicio de la germinación, c) Estado protocórmico.

En el inicio de formación del protomeristemo (Figura 2, a) y durante el inicio de formación de rizoides y la aparición del primer par de hojas las semillas donde los tratamientos acumularon más HF, fueron más lentas la aparición de las etapas de desarrollo de la plántula de orquídea, desde los 67 hasta los 77 dds, aun así no se presentaron anomalías en el desarrollo de la plántula (Figura 2).

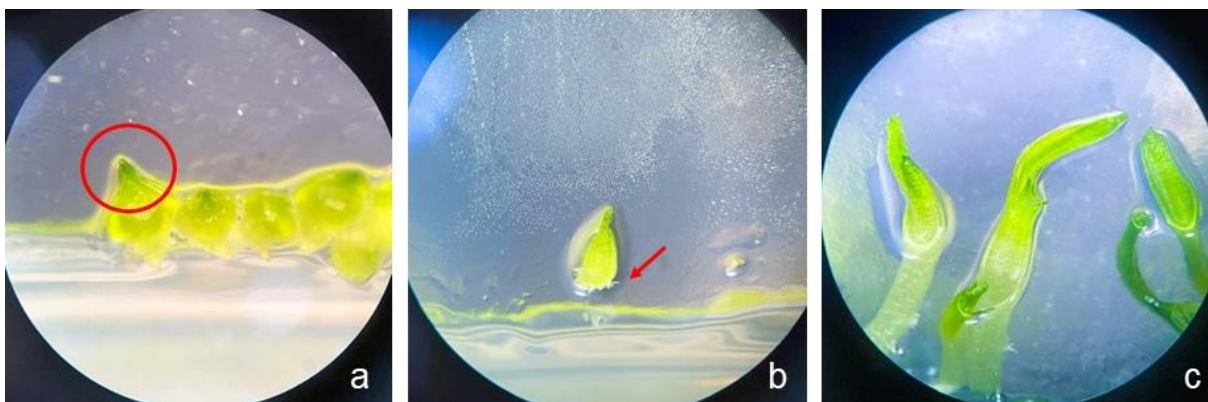


Figura 2. Etapas del desarrollo de plántula de orquídea *Prosthechea baculus* (Rchb. F.) W.E. Higgins: a) Formación del protomeristemo, b) Inicio de la formación de rizoides, c) Formación y aparición de hojas.

En la última fase del desarrollo de las plántulas micropropagadas, se observó el retraso en días, dado que las semillas con mayor tiempo en estratificación a temperaturas (7°C) presentaron mayor cantidad promedio de días y pasar sus fases de desarrollo *in vitro* desde la germinación, formación de protomeristemo, inicio de las rizogénesis; la micropropagación y raíces completamente desarrolladas para transferirlas a la aclimatación a sustratos de Peat moss®.

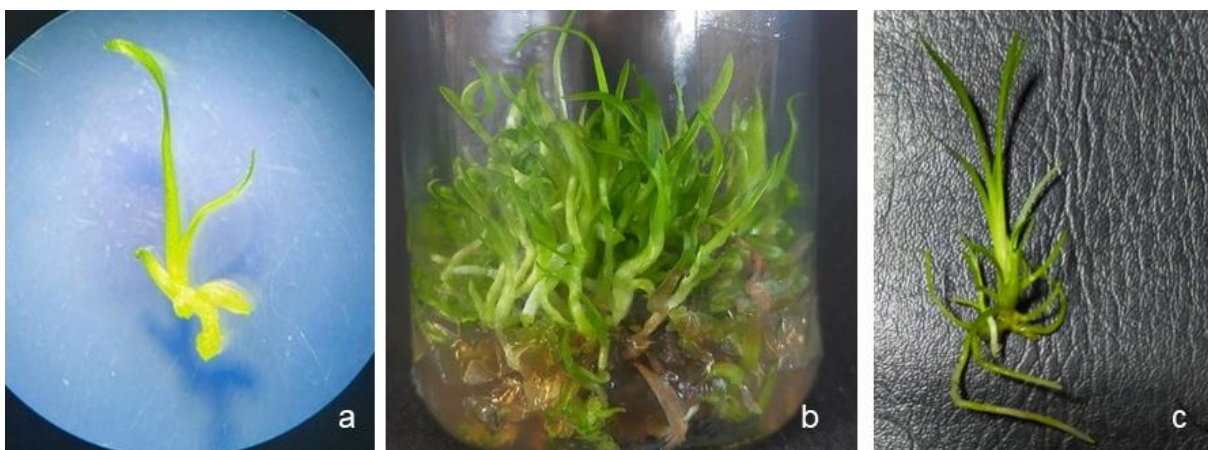


Figura 3. Plántula de orquídea *Prosthechea baculus* (Rchb. F.) W.E. Higgins: a) Plántula con raíz en desarrollo, b) Plántulas multiplicadas *in vitro*, c) Desarrollo radicular completo para su aclimatación.

Al respecto los resultados contrastan con los obtenidos por Banda-Sánchez et al. (2018), quienes mencionan que las semillas de *Prosthechea* sp. puede cortarse el fruto en estado verde o amarillo y colocarse en refrigeración (4 y 5° C) y dependiendo del desarrollo del fruto (polinización a cosecha) desde los 195 días hasta los 240 y someterse a refrigeración hasta alcanzar la madurez de las semillas, pero lo más contrastante son los resultados de las semillas de *Odontoglossum* requieren alrededor de 18 meses para madurar (McKendrick 2000) colocadas en refrigeración. En este sentido son varios los factores que pueden influenciar en la viabilidad de las semillas y que pueden ser el ambiente de desarrollo del fruto, la especie en estudio, grado de madurez del fruto, presencia de polinizadores para incrementar el número de semillas fértiles por fruto. Ante ello solo existe un enorme reto en seguir realizando investigaciones que permitan la propagación masiva de especies de orquídeas que sean relevantes para México.

CONCLUSIONES

Las semillas de *P. baculus* con estratificación a 1008 horas frío y establecidas en siembra condiciones asépticas se observa la imbibición a los 4.4 días en condición *in vitro*.

Las semillas sometidas a acumulación de horas frío en condiciones de estratificación (7°C) entre más horas frío se acumulen su proceso de germinación es más retardado.

El retraso en los días a germinación debido a la acumulación de horas frío provoca que las otras etapas fenológicas también presentan un retraso para la aparición como el protomeristemo y la presencia de hojas verdaderas en comparación con las de menor acumulación de horas frío.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

La estratificación y la acumulación de 1008 horas frío presentó la germinación de las semillas de orquídeas a los 10.8 días, en contraste cuando la acumulación de 2040 horas frío los días la germinación se prolongó hasta 17.4 días después de la siembra aséptica.

El ciclo fenológico del desarrollo de la plántula de orquídea se logró desde los 89 días con 240 horas frío acumuladas, mientras que al someter las semillas a 2040 horas frío el ciclo fenológico se completó a los 110 días. Las plántulas germinadas de *P. baculus* sometidas a acumulación de horas frío, no presentaron anomalías.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banda SL del C; Pinzón AYH; Vanegas MLE (2017). Características físicas y germinativas de semillas de la orquídea *Prosthechea* sp. de la zona andina, Fusagasugá, Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 80–87. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a5

Calderón GOD; Trujillo H A; Mandujano PM (2021). Efecto de la estratificación por temperatura sobre la germinación de las semillas de *Stenocereus stellatus*. *Revista Tendencias en Docencia e Investigación en Química*, 7(7), 570–575.

Espejo SA (2012). El endemismo en las Liliopsida mexicanas. *Acta botánica mexicana* 100: 195-257.

Hágsater E; Soto AMÁ; Salazar CGA; Jiménez MMA; López R; Dressler RL (2005). *Las orquídeas de México*. Instituto Chinoín, México.

INEGI. Marco Geoestadístico Municipal (2017). versión 4.3. Celaya, Guanajuato.

Menchaca GRA; Moreno MD (2011). Conservación de orquídeas, una tarea de todos. Red Quelites, Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (México), Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

McKendrick S (2000). Manual para la germinación *in vitro* de orquídeas. Ceiba Foundation for Tropical Conservation. 9 pp.

Menchaca GRA; Moreno MD (2011). Manual para la propagación de Orquídeas. CONAFOR. México. 56 p.

Murashige T; Skoog F (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15(3): 473-497.

Pedraza SME (2017). La propagación masiva de orquídeas (Orchidaceae); una alternativa de conservación de especies silvestres. *Agroproductividad*. 10 (6): 31-36.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Roa NCE (2017). Efecto de la estratificación sobre la germinación de semillas de badea (*Passiflora quadrangularis* L.). Universidad Nacional Abierta y a Distancia "UNAD". Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y del Medio Ambiente.

Rodríguez BM; Tampe PJ; Hormazábal VN; Araneda DX; Tighe NR; Cámara FP (2017). Efecto de la escarificación y estratificación sobre la germinación in vitro de *Aristolelia chilensis*. *Gayana Bot*, 74(2): 282–287.

Schiappacasse F; Peña C; Peñailillo P (2019). *Orites myrtoidea* (Proteaceae): Efecto de estratificación fría en germinación de semillas y ácido indol butírico en enraizamiento de estacas. *Gayana. Botanica*, 76(2): 168–175.
<https://doi.org/10.4067/s0717-66432019000200168>

Statistical Analysis System Institute (SAS). Software: changes and enhancements through release v 9.0. Cary, NC. 1996.

Téllez VMA (2011). Análisis del diagnóstico de la familia Orchidaceae en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 174.

ASLAMIENTO DE BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

Nathalie Paola Silva-Rodríguez¹; César L. Aguirre-Mancilla²; Juan C. Raya-Pérez²; Juan G. Ramírez-Pimentel²; Erika Cañada-Coyote²

¹Estudiante de posgrado TecNM-Roque. ²Docente de TecNM-Roque. Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Apartado Postal 508, C. P. 38110 Celaya, Guanajuato. ericka.cact@gmail.com

RESUMEN

Las bacterias del suelo desempeñan un papel esencial en los ecosistemas agrícolas, participan en procesos como la descomposición de materia orgánica, el reciclaje de nutrientes y la promoción del crecimiento vegetal. Entre ellas, las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) destacan por su capacidad para mejorar la disponibilidad de nutrientes, estimular el desarrollo radicular y proteger a las plantas contra patógenos. Su uso como biofertilizantes representa una alternativa ecológica frente al uso excesivo de agroquímicos. El presente estudio tuvo como objetivo el aislamiento de bacterias promotoras del crecimiento vegetal a partir de muestras de suelo recolectadas en la región de la sierra de Guanajuato, México. Se llevaron a cabo procedimientos microbiológicos de estándar para el aislamiento y caracterización preliminar de las bacterias. Los resultados preliminares indican la presencia de cepas bacterianas con potencial para ser utilizadas como biofertilizantes en



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

sistemas agrícolas sostenibles. Este estudio contribuye al aprovechamiento de la biodiversidad microbiana nativa para mejorar la productividad agrícola de manera ecológica.

Palabras clave: rizosfera, biofertilizantes, aislamiento, solubilización, biodiversidad

ABSTRACT

Soil bacteria play a key role in agricultural ecosystems, participating in processes such as organic matter decomposition, nutrient recycling, and plant growth promotion. Among them, plant growth-promoting bacteria (PGPB) stand out for their ability to improve nutrient availability, stimulate root development, and protect plants from pathogens. Their use as biofertilizers offers an eco-friendly alternative to the excessive use of agrochemicals. The objective of this study was to isolate plant growth-promoting bacteria from soil samples collected in the Sierra region of Guanajuato, Mexico. Standard microbiological procedures were carried out for bacterial isolation and preliminary characterization, along with biochemical tests to evaluate their plant growth-promoting traits, such as indole-3-acetic acid production, phosphate solubilization, and nitrogen fixation. Preliminary results indicate the presence of bacterial strains with potential use as biofertilizers in sustainable agricultural systems. This research highlights the value of native microbial biodiversity for enhancing agricultural productivity in an environmentally friendly manner.

Keywords: rizosphere, biofertilizer, isolation, solubilization, biodiversity.

INTRODUCCIÓN

El uso excesivo de fertilizantes y pesticidas químicos ha causado problemas de contaminación, deterioro del suelo y pérdida de biodiversidad microbiana (Savci, 2012). En este contexto, el aislamiento de microorganismos nativos con potencial biofertilizante representa una alternativa ecológica y económicamente viable para mejorar la productividad agrícola.

Las bacterias promotoras de crecimiento vegetal desempeñan un papel fundamental en la agricultura sostenible, ya que estimulan el desarrollo de las plantas a través de mecanismos directos e indirectos. Entre estos mecanismos se incluyen la fijación de nitrógeno, la solubilización de fosfatos insolubles, la producción de



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

fitohormonas como el ácido indolacético y la síntesis de sideróforos que favorecen la absorción de hierro por las plantas (Lobo *et al.*, 2019; Goswami-Deka, 2020).

La sierra de Guanajuato es una región con alto potencial biológico y condiciones climáticas diversas que podrían albergar comunidades bacterianas únicas con propiedades benéficas para las plantas. Sin embargo, existe poca información sobre la caracterización de bacterias nativas de esta región (Ramos-Cruz *et al.*, 2017).

El presente estudio tiene como objetivo aislar y caracterizar bacterias promotoras del crecimiento vegetal provenientes de suelos de la sierra de Guanajuato, evaluando sus principales mecanismos de acción para su potencial uso como biofertilizantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de suelo de tres sitios de la sierra de Guanajuato, de cada sitio muestreado se tomaron dos submuestras para formar una muestra compuesta. Se colocaron en bolsas negras y se etiquetaron para ser trasladadas al laboratorio. Las muestras ya en laboratorio se procesaron eliminando material no deseado, como piedras, troncos y hojarasca y se refrigeró a 4° C hasta su procesamiento.

Se tomaron 30 gramos de muestras de suelo y se colocaron en tubos eppendorf con 30 ml de agua estéril y se dejó en agitación una hora treinta minutos en incubadora orbital a 150 rpm. Posteriormente, se realizaron diluciones seriadas hasta la 1×10^{-4} , de las diluciones 1×10^{-3} y 1×10^{-4} se tomaron 100 μ L y se sembraron por extensión con varilla en cajas Petri con agar papa dextrosa. Posteriormente se incubaron a 28° C durante 24 horas al término de este tiempo se revisaron las cajas para la cuantificación y aislamiento de unidades formadoras de colonia.

Previo a iniciar las pruebas bioquímicas de las bacterias aisladas se realizó el proceso de criopreservación. De las unidades formadoras de colonia observadas en caja Petri después de la incubación se picaron colonias y se pusieron en agar LB a crecer durante 18 horas, con incubación de 28° C. Este proceso consistió en colocar 900 μ L de crecimiento bacteriano en un tubo eppendorf que contenía 100 ml de glicerol, se agitó la muestra para homogenizar fases y se colocó en hielo hasta su confinamiento en un ultracongelador a -70 °C.

Para el proceso de purificación, se utilizó la técnica de estriado por diseminación hasta obtener colonias aisladas y con ello la obtención de cultivos axénicos.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron varias cepas bacterianas como se puede observar en la figura 1 a partir de muestras de suelo de la sierra de Guanajuato. Las colonias aisladas presentaron morfologías distintas, predominando las de bordes irregulares y pigmentación blanquecina. Las pruebas de caracterización preliminar permitieron identificar al menos una cepa con potencial actividad antagonista de hongos contra microorganismos contaminantes presentes en el medio, como se puede observar en la figura 2, lo cual se identificó mediante la formación de halos de inhibición en zonas específicas del cultivo. Esta cepa fue seleccionada para futuras pruebas complementarias, debido a su capacidad para inhibir el crecimiento de posibles patógenos, además de su desarrollo vigoroso en medios de cultivos simples.

La presencia de una cepa con posible acción biocontroladora sugiere que este aislamiento podría no solo favorecer el crecimiento vegetal mediante mecanismos directos, sino también contribuir al control de fitopatógenos de forma natural, como lo han reportado Goswami y Deka (2020) en *Bacillus altitudinis* MS16.

Este tipo de cepas suele producir compuestos antimicrobianos, sideróforos y enzimas hidrolíticas que interfieren con el desarrollo de hongos o bacterias dañinas. El hallazgo de una cepa con tales propiedades representa un avance significativo hacia el desarrollo de biofertilizantes con doble función: nutricional y protectora. Futuros estudios deberán centrarse en la identificación molecular y en la evaluación en condiciones de invernadero o campo, para confirmar su eficacia y viabilidad en aplicaciones agrícolas reales.



Figura 1. Bacterias aisladas en muestras de suelo colectadas en la sierra de Guanajuato.

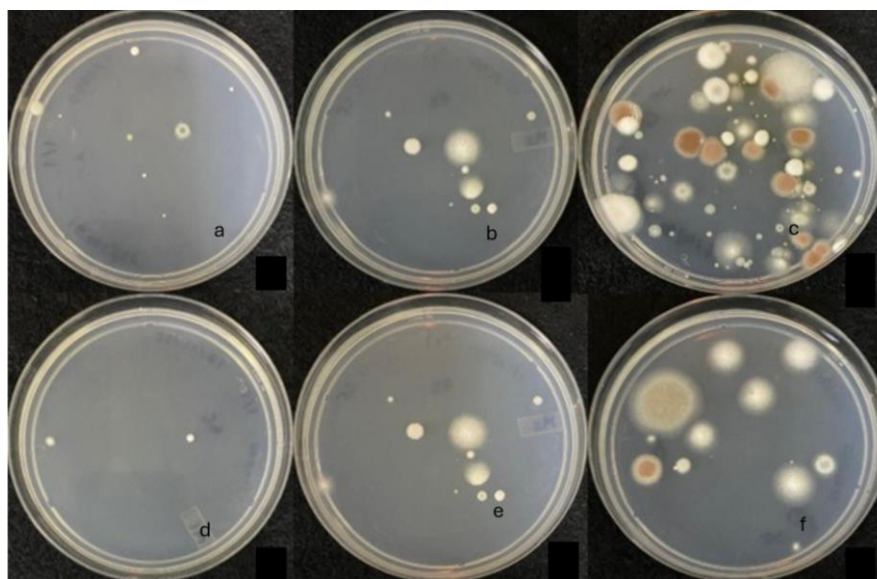


Figura 2. Cepa de bacterias con potencial de actividad antagonista de hongos contra microorganismos contaminantes presentes en el medio.

CONCLUSIONES

El aislamiento de bacterias provenientes de suelos de la sierra de Guanajuato permitió identificar al menos una cepa con características promotoras del crecimiento vegetal y posible actividad antagonista contra otros microorganismos con potencial uso como biofertilizantes y agentes de biocontrol en la agricultura.

La presencia de una cepa con capacidad de inhibición microbiana abre nuevas perspectivas para el desarrollo de estrategias sostenibles, ecológicas y accesibles para el manejo de cultivos. Se recomienda realizar estudios moleculares para la identificación de estas cepas y ensayos en condiciones de invernadero o campo que permitan evaluar su funcionalidad y eficacia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chen J; Zhang P; Wang L; Duan W; Xiong C; Liu H (2021). Diversity and plant growth promoting properties of endophytic bacteria from different *Dendrobium* orchid species. *Journal of Applied Microbiology*, 130 (5): 1542–1557.
<https://doi.org/10.1016/j.japmicro.2020.11.002>
- Goswami M; Deka S (2020). Isolation of a novel rhizobacteria having multiple plant growth promoting traits and antifungal activity against certain phytopathogens. *Microbiological Research*, 240, 126516.
<https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126516>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Goswami M; Deka S (2019). Biosurfactant production by a rhizosphere bacteria *Bacillus altitudinis* MS16 and its promising emulsification and antifungal activity. *Colloids and Surfaces. B, Biointerfaces*, 178, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.03.003>

Haque M M; Mosharaf MK; Kathun M; Haque MA; Biswas MS; Islam MS; Islam MM; Shozib HB; Miah MMU; Molla AH; Siddiquee MA (2020). Biofilm producing rhizobacteria with multiple plant growth-promoting traits promote growth of tomato under water-deficit stress. *Microbiological Research*, 241, 126589. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126589>

Lobo CB; Juárez TMS; Viruel E; Ferrero MA; Lucca ME (2019). Development of low-cost formulations of plant growth-promoting bacteria to be used as inoculants in beneficial agricultural technologies. *Microbiological Research*, 219, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.10.012>

Molina-Romero D; Baez A; Quintero-Hernández V; Castrejón-Godínez ML; Muñoz-Rojas J; Santoyo G (2020). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) isolated from arid soils of the Tabernas Desert (SE Spain). *Environmental Sustainability*, 3 (1): 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.envsust.2019.12.001>

Ramos-Cruz D; Ramírez-Hernández A; Gutiérrez-Pulido H (2017). Estudio de bacterias promotoras de crecimiento de plantas aisladas de zonas naturales protegidas del estado de Guanajuato (visión agronómica). *Jóvenes en la Ciencia*, 3(2): 83-88. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/245>

Savci S (2012). Investigation of effect of chemical fertilizers on environment. *APCBEE Procedia*, 1: 287–292. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.03.047>

Singh DP; Singh HB; Prabha R (2014). Endophytic bacterial diversity in the roots of different mulberry cultivars and their potential as plant growth promoters. *Journal of Environmental Biology*, 35(6): 1033–1039.

Olanrewaju OS; Glick BR; Balola OO (2017). Mechanisms of action of plant growth promoting bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 33(11): 197. <https://doi.org/10.1007/s11274-017-2364-9>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

AISLAMIENTO DE HONGOS BASIDIOMICETOS DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

Dante Gabriel Bárcenas Cañada¹; César L. Aguirre-Mancilla²; Juan C. Raya-Pérez²; Juan G. Ramírez-Pimentel²; Erika Cañada- Coyote²

¹TecNM-Roque. ²TecNM-Roque Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Apartado Postal 508, C. P. 38110 Celaya, Guanajuato.
ericka.cact@gmail.com

RESUMEN

Los basidiomicetos constituyen un grupo diverso de hongos terrestres, que abarca desde organismos descomponedores, responsables de la pudrición blanca y parda de la madera, simbioses como parásitos y hongos micorrízicos. Muchos de estos hongos generan cuerpos fructíferos llamativos y de gran tamaño, mientras que otros son conocidos por sus efectos alucinógenos. Al igual que los ascomicetos, los basidiomicetos habitan en una amplia variedad de entornos. Este filo incluye también a hongos patógenos de gran relevancia para las plantas, como los causantes de la roya y el carbón. Por todo lo antes mencionado el objetivo de esta investigación es el aislamiento y caracterización de basidiomicetos de la sierra de Guanajuato

Palabras clave: *parásitos, micorrízicos, ascomicetos, patógenos*

ABSTRACT

Basidiomycetes constitute a diverse group of terrestrial fungi, ranging from decomposers responsible for white and brown wood rot, to symbionts such as parasites, and mycorrhizal fungi. Many of these fungi produce striking, large fruiting bodies, while others are known for their hallucinogenic effects. Like ascomycetes, basidiomycetes inhabit a wide variety of environments. This phylum also includes pathogenic fungi of great importance to plants, such as those that cause rust and smut. For all the reasons mentioned above, the objective of this research is the isolation and characterization of basidiomycetes from the Guanajuato mountains.

Keywords: *parasites, mycorrhizal fungi, ascomycetes, pathogens*



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

INTRODUCCIÓN

Los Basidiomicetos representan un grupo de hongos que abarca más de treinta mil especies representando un grupo relevante dentro del reino de los hongos, ya que desempeñan un papel esencial en los ecosistemas debido a la diversidad de especies que lo conforman. Algunas establecen relaciones simbióticas como las ectomicorrizas, otras provocan enfermedades como las royas y los carbonos, y también existen variedades comestibles que se cultivan con propósitos alimenticios (Ramírez, 2013)

La amplia variedad de especies de basidiomicetos presentes en la naturaleza, las cuales representan fuentes potenciales de compuestos con actividad biológica, ha despertado en las últimas décadas un creciente interés por investigar estos organismos (al, 1998). Se destaca la relevancia de los Basidiomicetos dentro de los ecosistemas, debido a su función en la descomposición de materiales orgánicos, su impacto en el reciclaje de nutrientes y su potencial uso en el ámbito de la biotecnología (López *et al.*, 2024).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de cuerpos fructíferos de basidiomicetos en tres zonas de la sierra de Guanajuato codificadas como H1, H2, H3 y H4, para lo cual se realizó una búsqueda en el suelo cercano de los troncos de los árboles y en la hojarasca. los basidiomicetos encontrados se pusieron en bolsas negras y se etiquetaron para ser trasladados al laboratorio. Se tomaron fotos de los cuerpos fructíferos y posteriormente se almacenaron a 4° C hasta su procesamiento

El procesamiento de las muestras inicio con cortes de los basidiocarpos de aproximadamente 2 cm, posteriormente se realizó un proceso de desinfección en alcohol al 70 % seguido de un lavado con cloro al 2 % con un tiempo de 1 minuto cada uno, de manera consecutiva se realizó un enjuague con agua destilada estéril. Para eliminar la humedad de las muestras fueron colocadas en sanitas estériles y posteriormente se sembraron en agar papa dextrosa acidificado incubándose a 28° C durante 48 horas. Cuando se observó crecimiento de micelio en las cajas Petri fueron subcultivado.

Para la caracterización morfológica los hongos aislados se subcultivaron en agar papa destroza encubándose a 28 °C, se realizó describió la velocidad de crecimiento, textura, color y segregación de metabolitos en el medio de cultivo.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el muestreo en tres zonas diferentes de la sierra de Guanajuato se recolectaron un total de cuatro cuerpos fructíferos de basidiomicetos. De las muestras procesadas se logró el aislamiento de micelio filamentososo con distintos fenotipos macroscópicos, como es el caso de la muestra H2 se logró un aislamiento micelar con crecimiento radial y segregación de un metabolito en el medio de cultivo observándose el cambio de color del medio a un rosa, como se puede observar en la figura 1 inciso A , en la muestra codificada como H3 se aisló un micelio con apariencia aterciopelada color rosa, con crecimiento radial donde se puede observar círculos concéntricos derivados de su crecimiento sin aparente segregación de metabolitos en el medio de cultivo como se puede observar en la figura 1 inciso B , en el procesamiento de la muestra codificada como H4 se aislaron dos morfologías micelares diferentes una codificada como H41 en la que se observa crecimientos radial filamentososo color rosa con segregación de metabolitos en el medio de cultivo que se puede observar por el cambio de color del medio de cultivo (figura 1 inciso C) y en el hongo codificado como H42 se observa un crecimiento radical filamentos color blanco si aparente cambio en el medio de cultivo (figura 1 inciso D).

De manera general se puede observar una gran variabilidad en las morfologías encontradas, lo que concuerda con Gómez y colaboradores en el 2012 observaron una gran diversidad de hongos basidiomicetos en la sierra de Santa Rosa Guanajuato por lo que podemos concluir que este estudio predominar nos permite visualizar la gran variabilidad de hongos en el estado de Guanajuato con potencial biotecnológico.

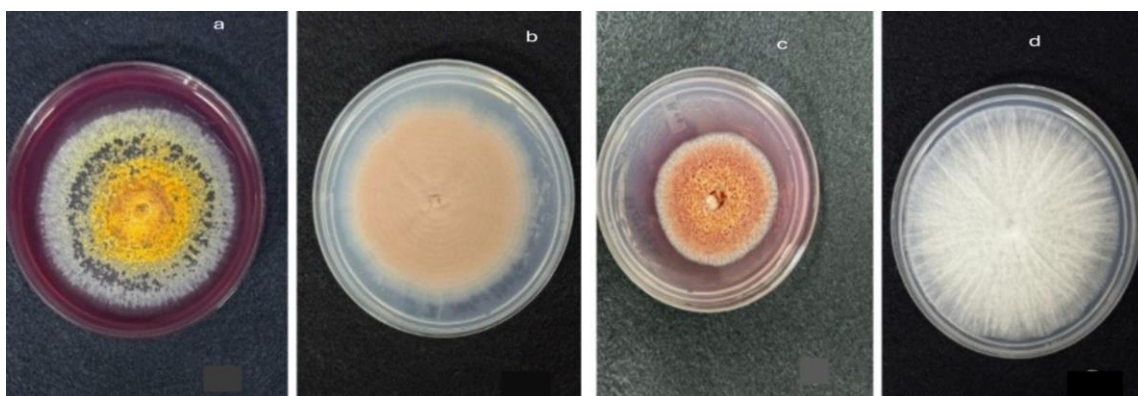


Figura 1. Aislamiento de hongos filamentosos de Basidiomicetos de muestras de suelo de la Sierra de Guanajuato.

CONCLUSIONES



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Se logró aislar cuatro cepas de hongos filamentosos con diferentes morfologías a partir del cuerpo fructíferos de basidiomicetos. Se observó que en dos de los hongos aislados hubo un cambio de color en el medio de cultivo por lo cual se pudo inferir que segregaron algún metabolito en el medio de cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anaya-López J; Ibarra-Pérez F; Rodríguez-Cota F; Ortega-Murrieta P; Chiquito-Almanza E; Acosta-Gallegos J (2021). Leguminosas de grano en México: variedades mejoradas de frijol y garbanzo desarrolladas por el INIFAP. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas .
- Hernández LT; Carrión G; Heredia G (2011). Solubilización *in vitro* de fosfatos por una cepa de *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson. Agrociencia.
- Hernández-López V; Vargas-Vázquez M; Muruaga-Martínez J; Hernández-Delgado S; Mayek-Pérez N (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común avances y perspectivas . Rev. Fitotec. Mex, 95-104.
- Jebessa Geleta R; Gobena RA; Tesema TM (2024). Phenotypic and yield responses of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties to different soil moisture levels. Geleta et al. BMC Plant Biology.
- Lépiz Idefonso R; López AE; Sánchez PS (2005). Desarrollo de variedades de frijol de grano preferente y alto rendimiento para el occidente de México. Avances en la investigación científica en el CUCBA.
- López S (2024). Secreto y maravillas de los basidiomicetos. Revista de ciencias agropecuarias y biotecnología .
- Medina GG; Ruiz CJ; Rodríguez MV; Soria RJ; Díaz PG; Zarazúa VP (2016). Efecto del cambio climático en el potencial productivo del frijol en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.
- Montero TV; Ruiz MR; Xoconostle CB (2008). Systemic nature of drought-tolerance in common bean. Plant Signaling Behavior, 663-666.
- Rojas R (2013). Los basidiomicetos: una herramienta biotecnológica promisor con impacto en la agricultura. fitosanidad.
- Soto G (2024). Secreto y maravillas de los bacidiomicetos . Revista de ciencia agroalimentaria y biotecnología, 4.
- Yuri S; Yoshihiko, H (2016). Good and bad protons: genetic aspects of acidity stress responses in plants. responses in plants, 67(1): 15–30.
- Zulaga (2008). Generalidades de los uredinales y de sus relaciones filogenéticas.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

IAISLAMIENTO DE HONGOS DE LA RIZÓSFERA DE PASTO DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

Luisa Guadalupe Silva Moreno¹; César L. Aguirre-Mancilla²; Juan C. Raya-Pérez, Juan G. Ramírez-Pimentel²; Erika Cañada- Coyote²

¹TecNM-Roque. ² TecNM-Roque. Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Apartado Postal 508, C. P. 38110 Celaya, Guanajuato
ericka.cact@gmail.com.

RESUMEN

Se realizó el aislamiento de hongos presentes en la rizosfera del pasto en tres sitios distintos de la sierra de Guanajuato. El objetivo fue identificar y comparar la diversidad de hongos rizosféricos asociados con pastos silvestres, debido a su potencial ecológico y biotecnológico. Se recolectaron tres muestras de suelo directamente adheridas a las raíces del pasto en diferentes ubicaciones. Las muestras fueron procesadas mediante diluciones seriadas y sembradas en Agar Papa Dextrosa con la adición de ácido láctico para inhibir bacterias. Se obtuvieron 6 colonias de hongos con características morfológicas diferenciales. Se registraron características macroscópicas como color, textura, forma de crecimiento.

Palabras clave: *rizosfera, incubación, macroscópicas, cepas, morfológicas.*

ABSTRACT

The fungi present in the rhizosphere of the grass were isolated in three different sites in the Sierra de Guanajuato. The objective was to identify and compare the diversity of rhizospheric fungi associated with wild grasses, due to their ecological and biotechnological potential. Three soil samples were collected directly adhered to the roots of the grass in different locations, ensuring the representativeness of the ecosystem. The samples were processed by serial dilutions and seeded in selective culture media for fungi, mainly potato dextrose agar (PDA), with the addition of lactic acid to inhibit bacteria. After an incubation period, colonies with different morphological characteristics were observed, which allowed the selection and purification of fungal strains by means of new plates. Macroscopic characteristics such as color, texture, and growth form were recorded.

Keywords: *rhizosphere, incubation, macroscopic, strains, morphological*



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos que habitan el microambiente rizosférico son capaces de ejercer efectos beneficiosos, neutros, variables o deletéreos sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas (Barea, 2015). La rizósfera es la parte del suelo próxima a las raíces de las plantas, donde habitan una gran diversidad de microorganismos, incluyendo bacterias, hongos y protozoos que coexisten y se relacionan en un complejo sistema de interacciones. A su vez, la rizósfera es el lugar donde se dan una serie de procesos biológicos, químicos y físicos que influyen directamente en el crecimiento de las plantas (J, 2023).

Los pastos que crecen en la sierra de Guanajuato forman parte de un ecosistema natural que ha evolucionado con un microbiota del suelo adaptada a condiciones específicas de altitud, temperatura y tipo de suelo. Aislar y caracterizar los hongos presentes en la rizósfera de estas plantas puede proporcionar información valiosa sobre su potencial ecológico y aplicaciones agrícolas, como la promoción del crecimiento vegetal o el control biológico de enfermedades. Por todo lo antes mencionado el objetivo de este estudio es el aislamiento y caracterización de hongos asociados a la rizósfera de pasto de la sierra de Guanajuato y su posterior caracterización taxonómica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de suelo circundante de la raíz de pasto de diferentes zonas de la sierra de Guanajuato, las muestras fueron colocadas en bolsas negras y etiquetadas para ser trasladadas al laboratorio. Las muestras en el laboratorio se procesaron iniciando con la eliminación de piedras, raíces y hojarasca de árboles, posteriormente se tamizaron y se incubaron a 4 °C hasta su procesamiento.

Para el aislamiento de hongos rizosféricos, se tomaron 30 gramos de cada una de las tres muestras de suelo y se colocaron en tubos con 30 ml de agua estéril. Las mezclas se agitaron en una incubadora orbital a 150 rpm durante una hora y treinta minutos, con el fin de liberar los microorganismos del suelo al medio líquido. Posteriormente, se realizaron diluciones seriadas de cada muestra hasta 1×10^{-4} . Se sembraron 100 μl de las diluciones 1×10^{-3} y 1×10^{-4} por extensión con varilla en cajas Petri con medio de cultivo Papa Dextrosa Agar, suplementado con 20 gotas de ácido láctico y se incubaron a 28 °C. Estas condiciones permitieron la selección y el crecimiento de distintos tipos de hongos presentes en las muestras de suelo analizadas. Para la caracterización morfológica los hongos se



subcultivaron en cajas Petri de Agar Papa Dextrosa, se incubaron a 28 °C durante 7 días para realizar la descripción de tipo de crecimiento, textura de las colonias, coloración y esporulación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos fueron 5 hongos aislados de la rizosfera de suelos provenientes de la Sierra de Guanajuato. Esta diversidad coincide con lo reportado en estudios similares realizados en regiones con características edafoclimáticas comparables, donde la variabilidad microbiana en la rizósfera se ha asociado estrechamente a la riqueza de especies vegetales y a las condiciones agroecológicas locales (Nanbo, 2023; Pedrasa, 2010).

Durante el periodo de incubación se observaron colonias con crecimiento rápido, moderado y lento, las cuales presentaron una gran variedad de morfologías. Se registraron colonias con bordes regulares e irregulares, superficies algodonosas, aterciopeladas y granuladas. En cuanto a la pigmentación, se identificaron tonalidades que variaron desde blanco puro, crema y grisáceo, hasta colores más intensos como verde oliva, pardo, y negro, como se puede observar en la figura 1.

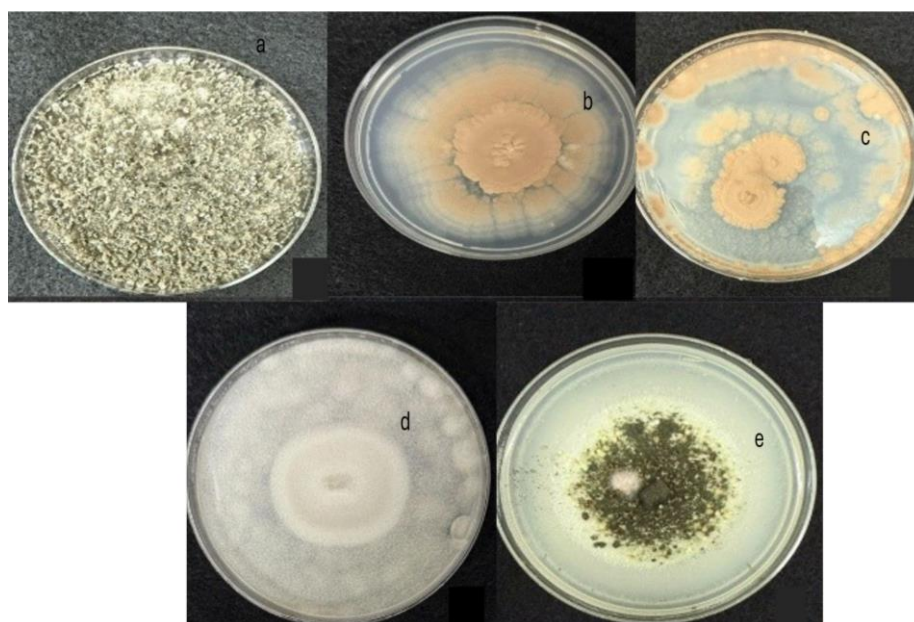


Figura 1. Morfologías observadas en el aislamiento de hongos filamentosos de muestras de suelo de la sierra de Guanajuato.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CONCLUSIONES

El aislamiento de hongos rizosféricos a partir de muestras de suelo recolectadas en la Sierra de Guanajuato permitió evidenciar una notable diversidad morfológica y cromática entre las cepas obtenidas. Esta riqueza microbiana refleja la complejidad ecológica de los suelos de la región y sugiere un alto potencial biotecnológico de los hongos presentes, tanto en aplicaciones agrícolas como en el desarrollo de bioinsumos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Lobo CB; Juárez TMS; Viruelb E; Ferrero MA; Lucca ME (2019). *Microbiological Research*. Elsevier.

Beltrán-Nambo HA; Villegas-Moreno JA; Rebollar-Alviter ÁM; Martínez-Trujillo; Carreón-Abud YSEGR M (2023). Hongos rizosféricos aislados de arándano y su efecto en el desarrollo de *Arabidopsis thaliana* L. *Fitotec*, 266.

De Salamone BE; Baca Rosario Azcón Vera LD; Baldani BR (2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. *Corpoi*, 155–164.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR (*Fusarium* spp) AISLADO DE TRIGO Y VALUACIÓN DE SU QUIMIOTIPO

José Gómez-Espinoza^{1,2}, Miguel Ángel Guzmán-Altamirano³, Alda Alejandra Arratia Castro⁴ y María Guadalupe Gómez-Espinoza^{5*}

¹Campo Experimental Bajío-INIFAP, Carretera Celaya San Miguel de Allende Kilómetro 6.5, Celaya, Guanajuato, ²Departamento de Posgrado, TecNM-Roque, carretera Celaya-Juventino Rosas Km 8, Roque, Celaya Guanajuato, México, ³Departamento de Ing. mecatrónica, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico superior de Irapuato, carretera Irapuato-Silao km 12.5, Col. El Copal, Irapuato, Guanajuato MÉXICO ⁴Departamento de Ingeniería en Biotecnología, Universidad Politécnica de Pénjamo. Carretera Irapuato-La piedad km 44, predio El Derramadero, Pénjamo, Guanajuato, México CP 36921. ⁵Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Politécnica de Pénjamo. Carretera Irapuato-La piedad km 44, predio El Derramadero, Pénjamo, Guanajuato, México CP 36921 Correo para correspondencia: [*g.gomez@uppenjamo.edu.mx](mailto:g.gomez@uppenjamo.edu.mx)

RESUMEN

En México, el trigo, es un cereal de importancia comercial, sin embargo, se han presentado problemas de secadera, la cual se atribuye al género *Fusarium*, aunado a ello este género es productor de micotoxinas, las cuales pueden afectar la salud humana e incrementar la virulencia del patógeno. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar molecularmente una cepa de *Fusarium* spp aislada de trigo y evaluar su quimiotipo. Para ello la cepa de *Fusarium* spp se creció en medio PDA y el micelio obtenido se empleó para la extracción de ADN, este se amplificó con los primers ITS para determinar el género y especie, así como con los primers para identificar el quimiotipo, los productos de PCRs amplificados con los ITS obtenido se secuenciaron y la secuencia se comparó con la base de datos de NCBI mostrando un 99 % de identidad con *Fusarium proliferatum*, el mismo ADN se amplificó con diversos primers para identificar el quimiotipo y se identificó que la cepa es 15-Ac-DON. Esto nos indica el potencial toxigenico de las especies que infectan el trigo en la región de Guanajuato.

Palabras clave: *Fusarium proliferatum*, quimiotipo, virulencia

ABSTRACT

In Mexico, wheat is a cereal of commercial importance; however, drying issues have been reported, which are attributed to the *Fusarium* genus. In addition, this genus is known to produce mycotoxins, which can affect human



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

health and increase the pathogen's virulence. Therefore, the objective of this study was to molecularly characterize a strain of *Fusarium* spp. isolated from wheat and to evaluate its chemotype. To this, the *Fusarium* spp. strain was grown on PDA medium, and the resulting mycelium was used for DNA extraction. The DNA was amplified using ITS primers to determine the genus and species, and with specific primers to identify the chemotype. The PCR products amplified with ITS primers were sequenced, and the resulting sequence was compared with the NCBI database, showing 99% identity with *Fusarium proliferatum*. The same DNA was then amplified with various primers to determine the chemotype, identifying the strain as 15-Ac-DON. This indicates the toxigenic potential of the species infecting wheat in the Guanajuato region.

Key words: *Fusarium proliferatum*, chemotype, virulence

INTRODUCCIÓN

Los cereales son la fuente de alimentos más importante del mundo para el consumo humano, después del maíz y el frijol, el trigo es una de las tres fuentes más importantes de nutrientes de bajo costo en la dieta del mexicano, tanto el cultivo como su procesamiento y consumo, generan una importante derrama económica y un gran número de empleos (Acuayte-Valdés et al., 2018). Sin embargo, este cereal se ve afectado por la secadera, causada por las especies de *Fusarium* causan reducción de rendimiento y al mismo tiempo afecta a la calidad del grano, ya que frecuentemente lo contaminan con micotoxinas que resultan ser tóxicas para los humanos y los animales. En 1973 Takumi Yoshizawa determinó que los responsables de una toxicosis humana fueron los metabolitos secundarios de *F. graminearum* conocidos como 3-DON. En Canadá fue hasta en 1980 cuando se evaluó que las cepas de *F. graminearum* responsables de una epidemia producían 15-Ac-DON. Sin embargo, la región no delimita la producción de 3-AcDON o 15AcDON, debido a que en un estudio realizado en Estados Unidos en el 80% de las cepas produjo 15-AcDON y el 20% 3-AcDON (Meyer y Cols 2014). Las micotoxinas pueden afectar negativamente a la salud humana y animal, estos metabolitos pueden provocar diarrea, vómitos, leucocitosis y hemorragias gastrointestinales en dosis bajas, pero pueden causar cáncer, inmunosupresión, alteraciones endocrinas y la muerte en dosis altas y/o crónicas (Gómez-Espinoza et al., 2024a). Respecto con la contaminación del grano con micotoxinas, se relacionan con la virulencia de las cepas. Lo anterior debido a, que la proteína cinasa activada por mitógenos (MAPK) HOG1 se encontró asociada con la agresividad y la producción de deoxinivalenol (DON) en *F. culmorum* (Castiblanco et al., 2017). Por otra parte, la producción de fumonisinas es asociada con el incremento de la capacidad de infección de *F. verticillioides* (de la Torre-Hernández et al., 2014). Las micotoxinas que se encuentran en los granos dependen de las especies de *Fusarium*; en este sentido, se ha informado de que las especies de *Fusarium* causantes de FHB pueden variar en función de la región, en el estado de Guanajuato una



especie con alta incidencia es *F. proliferatum* (11.53 %) y se encuentra en 11 de los 20 municipios productores (Gómez-Espinoza et al., 2024b). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar molecularmente una cepa de *Fusarium* spp. aislada de trigo y la evaluar su quimiotipo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización molecular y de quimiotipo; La cepa denominada A11 fue obtenida de trigo, morfológicamente caracterizada como *Fusarium* spp., para la identificación molecular y del quimiotipo se creció la cepa aislada de *Fusarium* en medio PDA y a los 5 días se obtuvo el micelio, este se macero y se realizó la extracción del ADN con el método CTAB 3% (Zhang et al., 1998). Posteriormente con el ADN se realizó un PCR empleando los primers enlistados en la tabla 1. La reacción de PCR se llevó en un volumen total de 25 µL [50 mM KCl, 10 mM Tris HCL (pH 8.3), 0.2 mM de dNTP's y 1.5 mM de MgCl₂, 1.5 U de Taq polimerasa (Invitrogen, número de catalogo 10342053), 10 pmol de cada primer y aproximadamente 30 ng de ADN]. La calidad del ADN y de los productos de PCR fueron visualizados mediante electroforesis en gel de agarosa al 1 % y 2 % respectivamente. Los productos de PCR para la región ITS se secuenciaron mediante el método de dideoxinucleótidos marcados en un secuenciador 3130 Genetic Analyzer (Applied Biosystems), las secuencias obtenidas se compararon con la base de datos del NCBI (nucleotide blast).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización molecular. La amplificación del ADN con los ITS, se observó aproximadamente a 650 pb, al comparar la secuencia con la base de datos se observó un 99.43% de identidad con *Fusarium proliferatum*, estos resultados coinciden los de (Rangel-Castillo et al., 2017) (Leyva-Mir et al., 2017) (Mariscal-Amaro et al., 2017) reportan a *F. proliferatum* en el Bajío. Respecto al quimiotipo, para Fumonicina (FUM) no se observó amplificación, mientras que para verificar la presencia del quimiotipo DON/NIV, se amplificó mediante PCR con los primers ToxP1/P2 en los cuales si el quimiotipo es DON se espera un amplicon de 360 pb y si es NIV de 300 pb, mientras que con los primers GzTri7f1/r1 para don el amplicón es de 173 pb y para NIV de 327 pb. En la Figura 1, se puede observar un producto de 150 pb para los primers GZ y uno de 350 pb para Tox, lo que nos confirma el quimiotipo DON. Posteriormente para saber si es 15-AcDON o 3-acDON, se amplificó con los primers Tri303F/R donde se espera un amplicon de 586 pb y con los primers Tri315F/R se espera un amplicon de 860 pb en la figura 2, el



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

quimiotipo mostrado fue 15-AcDON ya que se obtuvo un aproximado de 850 pb. En el cuadro 1, se puede observar el resumen de la amplificación.

Cuadro 1. Primers empleados en el estudio y quimiotipo obtenido

Quimiotipo	Primer	Par de primers	secuencia	Amplicon obtenido	Amplicon esperado(pb)	Referencia
ITS	ITS	ITS1	5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	(+) 350 pb		White et al., 1990
		ITS4	5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'			
FUM	Rp	Rp32	5'-ACAAGTGTCTTGGGGTCCAGG-3'	(-)	600	Zhou y cols 2018
		Rp33	5'-GATGCTCTTGGAAGTGGCCTACG-3'			
DON/NIV	GzTri7	GzTri7f1	5'-GGCTTTACGACTCCTCAACAATGG-3'	(+) 150pb	173-327	Lee, 2001
		GzTri7r1	5'-AGAGCCCTGCGAAAGCACTGGTGC-3'			
NIV/DON	Tox	ToxP1	5'-GCCGTGGGGTAAAGTCCAAA-3'	(+) 350 pb	300-360	Lee, 2001
		ToxP2	5'-TGACAAGTCCGGTGCCTAGCA-3'			
3-AcDON	Tri3	Tri303F	5'-GATGGCCGCAAGTGGA-3'	(-)	586	Jennings, 2004
		Tri303R	5'-GCCGGACTGCCCTATTG-3'			
3-AcDON	MinusTri7	MinusTri7F	5'-TGGATGGATGACTTGAGTTGACA-3'	(-)	483	Ward, 2002
		MinusTri7R	5'-AAAGCCTTCATTACAGCC-3'			
15-AcDON	Tri315	Tri315F	5'-CTCGCTGAAGTTGGACGTAA-3'	(+) 860 pb	864	Jennings, 2004
		Tri315R	5'-GTCTATGCTCTCAACGGACAAC-3'			

A nivel agroindustrial, el problema persiste, debido a que se ha demostrado que las micotoxinas, no se degradan por métodos convencionales de procesamiento de alimentos y resisten elevadas temperaturas. Diversos estudios muestran la presencia de estos metabolitos en diversos alimentos procesados, por ejemplo, se ha encontrado deoxinivalenol (DON) y nivalenol (NIV) en cervezas (Pernica et al., 2019), al igual que sus formas modificadas [(deoxinivalenol-3-glucósido (DON-3G), nivalenol-3-glucósido (NIV-3G), 3-acetildesoxinivalenol (3-AcDON)] (Ksieniewicz-Woźniak et al., 2019). Por otra parte, las micotoxinas fumonisina B1, la zearalenona, el desoxinivalenol, la toxina T-2, así como sus formas modificadas deoxinivalenol-3-glucósido, 3-acetil-desoxinivalenol, β -zearalenol, fumonisina B1 hidrolizada y la toxina HT-), se detectaron en alimentos infantiles procesados (Chilaka et al., 2019). Asimismo, se detectó DON, en cereales comerciales (Omurtag & Beyoğlu, 2003), sin embargo, no solo la ingesta directa de alimentos producidos con el grano contaminado, resultan fuente de contaminación debido a que los animales que las ingieren, las almacenan en tejidos como músculo e hígado (Tardieu et al., 2019). Por tanto, resultan un potencial toxigenico, tanto los residuos forrajeros agrícolas, como el grano contaminado por especies del género *Fusarium*. Esto evidencia la necesidad de buscar métodos de control eficientes, para reducir el crecimiento del hongo y disminuir la concentración de micotoxinas en la segunda zona productora de trigo del país.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CONCLUSIONES

La cepa aislada de trigo y caracterizada molecularmente como *Fusarium proliferatum*, muestra potencial toxigenico, aunado a que los reportes bibliográficos refieren esta especie como una de las más incidentes, se requiere un método de control eficiente para la inhibición del crecimiento del fitopatógeno, así como para la producción de micotoxinas por este.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuayte-Valdés E; Sandoval-Islas S; Carballo-Carballo A; Villaseñor-Mir E; Leyva-Mir SG; Vargas-Hernández M (2018). Áreas para producción de semilla de trigo en Valles Altos Centrales de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 9(4): 737–746. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i4.1391>
- Castiblanco V; Marulanda JJ; Würschum T; Miedaner T (2017). Candidate gene based association mapping in *Fusarium culmorum* for field quantitative pathogenicity and mycotoxin production in wheat. BMC Genetics, 18(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s12863-017-0511-9>
- Chilaka CA; De Boevre M; Atanda OO; De Saeger S (2019). Fate of *Fusarium* mycotoxins during processing of Nigerian traditional infant foods (ogi and soybean powder). Food Research International, 116, 408–418. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.055>
- De la Torre-Hernández MaE; Sánchez-Rangel D; Galeana-Sánchez E; Plasencia-de la Parra J (2014). Fumonisin -Síntesis y función en la interacción *Fusarium verticillioides*-maíz. TIP. Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas, 17, 77–91.
- Gómez-Espinoza MG; Arratia-Castro AA; Guzmán-Altamirano MÁ; Rodríguez-Guerra R (2024a). Frequency and pathogenicity of *Fusarium* Species in wheat spike: preliminary results. Agrociencia, 1–12. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v58i6.2779>
- Ksieniewicz-Woźniak E; Bryła M; Waśkiewicz A; Yoshinari T; Szymczyk K (2019). Selected Trichothecenes in barley malt and beer from Poland and an assessment of dietary risks associated with their consumption. Toxins, 11(12), 715. <https://doi.org/10.3390/toxins11120715>
- Leyva-Mir SG; Vega-Portillo HE; Villaseñor-Mir H E; Tlapal-Bolaños B; Vargas-Hernández M; Camacho-Tapia M; Tovar-Pedraza JM (2017). Caracterización de especies de *Fusarium* causantes de pudrición de raíz del trigo en El Bajío, México. Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences, ahead, 0–0. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902017005000404>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

- Mariscal-Amaro LA; Solís-Moya E; Leyva-Mir SG; Anaya-López JL; Villaseñor-Mir HE (2017). Micoflora asociada a manchas y tizones foliares en trigo (*Triticum aestivum* L.) de riego en El Bajío, México. *Agrociencia*, 51, 189–200. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000200189&lng=es&nrm=iso
- Omurtag GZ; Beyoğlu D (2003). Occurrence of deoxynivalenol (vomitoxin) in processed cereals and pulses in Turkey. *Food Additives and Contaminants*, 20(4): 405–409. <https://doi.org/10.1080/0265203031000082512>
- Pernica M; Piacentini KC; Benešová K; Čáslavský J; Běláková S (2019). Analytical techniques for determination of mycotoxins in barley, malt and beer: A review. *KVASNY PRUMYSL*, 65(2): 46–57. <https://doi.org/10.18832/kp2019.65.46>
- Rangel-Castillo AE; Valadez-Moctezuma E; Saldaña HL (2017). Molecular characterization and pathogenesis of *Fusarium* associated to wheat yellowing. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40(4): 439–450. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/40-4/8a.pdf>
- Tardieu TM; Le Bourhis; Guerre (2019). Fumonisin B1, B2 and B3 in Muscle and liver of broiler chickens and turkey poult fed with diets containing Fusariotoxins at the EU maximum tolerable level. *Toxins*, 11(10): 590. <https://doi.org/10.3390/toxins11100590>
- White TJ; Bruns T; Lee S; Taylor J (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-372180-8.50042-1>
- Zhang YP; Uyemoto JK; Kirkpatrick BC (1998). A small-scale procedure for extracting nucleic acids from woody plants infected with various phytopathogens for PCR assay. *J Virol Methods*, 71(1): 45–50. [https://doi.org/10.1016/S0166-0934\(97\)00190-0](https://doi.org/10.1016/S0166-0934(97)00190-0)



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

DOCENCIA



Inquieto el hombre busca, la red neuronal artificial
Pero se ha olvidado de la esencia del alma
Del verdadero aprendizaje de conocer a la sabiduría
La dualidad entre la res cogitans y la res extensa,
Que establece la separación entre la conciencia y el mundo material.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE CALIFICACIONES Y ACTIVIDADES EN AULA

Sergio Arturo García Gutiérrez¹; Aurora Geraldine Andrade González¹; J. Guadalupe García Rodríguez¹

¹Docente TecNM-Roque, Correo de correspondencia: sergio.gg@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El presente estudio surge ante la creciente adopción de dispositivos móviles como herramientas pedagógicas, donde las aplicaciones educativas han demostrado mejorar el rendimiento y la motivación de los estudiantes al facilitar el acceso inmediato a tareas y calificaciones. Sin embargo, la mayoría de las soluciones existentes carecen de integración nativa con bases de datos ligeras y frameworks híbridos que permitan un despliegue multiplataforma eficiente. Además, hay escasa evidencia empírica sobre la utilización y aceptación de aplicaciones diseñadas específicamente para la gestión de calificaciones en tiempo real en entornos académicos. En respuesta a estas brechas, se propone el desarrollo de una APP híbrida con Ionic y SQLite, cuya evaluación se centra en la experiencia de docentes y estudiantes universitarios mediante métricas estandarizadas de usabilidad y análisis cualitativo de percepción.

Palabras clave: seguimiento docente, calificaciones, reportes, aplicación móvil, aplicación multiplataforma

ABSTRACT

This study arises from the growing adoption of mobile devices as teaching tools, where educational applications have been shown to improve student performance and motivation by facilitating immediate access to assignments and grades. However, most existing solutions lack native integration with lightweight databases and hybrid frameworks that allow for efficient multiplatform deployment. Furthermore, there is little empirical evidence on the usability and acceptance of applications specifically designed for real-time grade management in academic settings. In response to these gaps, we propose the development of a hybrid App using Ionic and SQLite, whose evaluation focuses on the experience of university teachers and students through standardized usability metrics and qualitative perception analysis.

Keywords: teacher tracking, grades, reports, mobile application, multiplatform application



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

INTRODUCCIÓN

En la última década, la integración de tecnologías móviles en la educación ha pasado de ser una tendencia emergente a una práctica habitual en escuelas y universidades (Chen et al., 2023). Estudios sistemáticos muestran que las APPS educativas pueden incrementar la interacción en el aula y facilitar el aprendizaje autónomo (Eze, 2022). Los Frameworks híbridos como Ionic han ganado popularidad al combinar flexibilidad web con acceso a APIs nativas, reduciendo costos y tiempos de desarrollo para iOS y Android (Provato Group, 2024). A su vez, SQLite se ha consolidado como opción preferida para almacenamiento local por su portabilidad y bajo consumo de recursos (GeeksforGeeks, 2024). A pesar de la amplia oferta de aplicaciones, muchas carecen de Gestión integrada de calificaciones y actividades, por ello, los docentes suelen utilizar múltiples plataformas o herramientas dispares (StudySync, 2025). Además de evaluaciones empíricas de usabilidad, hay pocos estudios que apliquen instrumentos validados (p. ej. SUS) para medir la eficacia y satisfacción de usuarios finales (Tullis & Albert, 2022).

Se implementará un prototipo multiplataforma con navegación optimizada y persistencia local, cuya usabilidad será evaluada mediante el cuestionario SUS y el análisis de tiempos de tarea, complementado con un análisis cualitativo basado en entrevistas semiestructuradas a docentes y estudiantes. El alcance de la aplicación incluirá funciones como registro de usuarios, creación y asignación de actividades, gestión de calificaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para esta investigación, se adoptó un enfoque exploratorio-descriptivo con un componente de evaluación empírica, distribuido en dos fases principales: pruebas de laboratorio controladas y una prueba de campo en un entorno educativo real. En la primera fase, se instalaron versiones preliminares de la aplicación en diversos dispositivos móviles, representativos del parque tecnológico habitual (Android e iOS), y se ejecutaron guiones de tareas estandarizadas que incluían el registro de actividades académicas, así como la consulta y edición de calificaciones. Estas tareas permitieron observar la interacción con la interfaz, identificar errores críticos y evaluar la estabilidad funcional de la aplicación.



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

En la segunda fase, la aplicación fue utilizada en condiciones reales durante un semestre académico por una muestra de docentes y estudiantes universitarios. Este entorno de uso real proporcionó evidencia del comportamiento sostenido de la herramienta, así como datos empíricos sobre frecuencia de uso, errores detectados, y valor percibido en la práctica pedagógica.

El proceso de desarrollo inició con un levantamiento de requisitos mediante talleres participativos con cinco docentes universitarios, quienes contribuyeron a definir las funcionalidades clave de la herramienta: gestión de calificaciones, asignación de actividades y envío automatizado de notificaciones. Esta fase se basó en un enfoque centrado en el usuario, permitiendo que las necesidades reales del entorno educativo guiaran el diseño de la solución (Zeković & Janković, 2021).

Posteriormente la implementación técnica se llevó a cabo utilizando el framework Ionic 8, en conjunto con Angular, para aprovechar sus capacidades multiplataforma y su arquitectura basada en componentes. El ciclo de desarrollo se organizó en sprints de dos semanas bajo la metodología ágil Scrum, lo que facilitó entregas incrementales y revisiones periódicas de avances.

Para el almacenamiento local de información, se diseñó un modelo de datos relacional compuesto por las entidades Usuarios, Cursos, Actividades y Calificaciones, siguiendo criterios de normalización hasta la tercera forma normal (3FN) para optimizar la integridad y eficiencia en las consultas. La base de datos se gestionó mediante SQLite 3, dado su bajo consumo de recursos y alta compatibilidad con plataformas móviles.

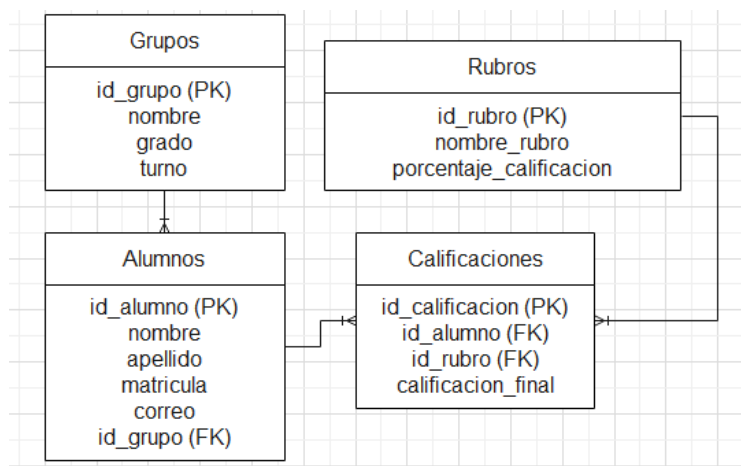


Figura 1. Modelo relacional de la base de datos.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Con el fin de evaluar la usabilidad de la aplicación, se diseñó una sesión de evaluación controlada en la que los participantes debían completar ocho tareas representativas del uso habitual de la plataforma. Durante estas sesiones se registraron los tiempos de ejecución y la tasa de éxito para cada tarea, permitiendo analizar indicadores de eficiencia y efectividad. Inmediatamente después de la sesión, se aplicó el cuestionario System Usability Scale (SUS), utilizando la versión traducida y validada al español. Este cuestionario, ampliamente utilizado en estudios de usabilidad, consiste en 10 ítems en escala Likert de cinco puntos, cuyo puntaje final se calcula sumando los valores ajustados y multiplicando el resultado por 2.5, obteniendo una puntuación estándar entre 0 y 100 (Tullis & Albert, 2022).

De forma complementaria, se realizaron entrevistas semiestructuradas a una submuestra de docentes y estudiantes, las cuales fueron grabadas y transcritas de manera literal. Las respuestas fueron posteriormente analizadas mediante una codificación abierta, lo que permitió explorar de manera cualitativa las percepciones de los usuarios sobre la utilidad, facilidad de uso y aspectos susceptibles de mejora.

El análisis de los datos cuantitativos se efectuó con el software SPSS v27, empleando estadística descriptiva para caracterizar los tiempos de ejecución (media, desviación estándar y percentiles). Asimismo, se aplicó la prueba de correlación de Spearman para explorar la relación entre el desempeño en tareas (tiempos de ejecución) y la percepción de usabilidad (puntaje SUS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación de la aplicación móvil para la gestión de calificaciones y actividades en el aula se generó hallazgos tanto cuantitativos como cualitativos, derivados de las pruebas de laboratorio, la prueba de campo y los cuestionarios SUS.

Durante las pruebas de laboratorio, la aplicación mostró un comportamiento estable en 5 dispositivos distintos, con versiones de sistema operativo comprendidas entre Android y iOS. El tiempo promedio de carga inicial fue de 1.7 segundos ($DE \pm 0.5$), sin diferencias estadísticamente significativas entre plataformas. Las tareas estándar de registro de actividades, consulta de calificaciones y edición de notas fueron completadas exitosamente en más del 95 % de los intentos.



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

En términos de compatibilidad, no se detectaron errores críticos relacionados con resolución de pantalla, orientación o respuesta táctil. Sin embargo, en dispositivos de gama baja (RAM < 3 GB), se observaron leves retardos en la navegación entre pantallas, con un incremento promedio del 18 % en los tiempos de ejecución de tareas frente a dispositivos de gama media o alta.

Durante las 16 semanas de uso en contexto educativo, 30 docentes y 120 estudiantes utilizaron activamente la aplicación. Se registraron un total de 4,821 interacciones, distribuidas en funciones principales como creación de actividades (27 %), consulta de calificaciones (42 %), edición de registros (18 %) y envío de notificaciones (13 %). La tasa global de errores técnicos reportados fue del 1.4 %, siendo la mayoría incidentes menores como cierres inesperados o fallas de sincronización en conexiones intermitentes de red.

El monitoreo en campo también permitió identificar comportamientos de uso emergentes, como la preferencia por realizar registros al final de la clase (entre las 12:00 y 14:00 h), y un uso intensivo por parte de docentes que gestionaban múltiples grupos o materias.

El cuestionario System Usability Scale (SUS) fue respondido por los 30 docentes participantes. El puntaje promedio obtenido fue de 81.2 puntos (DE \pm 9.3), superando ampliamente el umbral de aceptabilidad estándar de 68 puntos. El 87 % de los usuarios se ubicaron en el rango de calificación “Bueno” o superior, según la interpretación establecida por Bangor, Kortum y Miller (2009). El cuadro 1 presenta los estadísticos descriptivos por ítem del cuestionario:

Cuadro 1. Resultados de la muestra a 30 docentes.

Ítem	Media	DE
Frecuencia de uso probable	4.2	0.6
Complejidad innecesaria	1.6	0.7
Facilidad de uso	4.4	0.5
Necesidad de soporte técnico	1.5	0.8
Integración de funciones	4.1	0.6
Inconsistencias	1.8	0.9
Rapidez de aprendizaje	4.6	0.5
Carga cognitiva	1.7	0.6
Confianza en el uso	4.3	0.6
Curva de aprendizaje previa	1.9	0.7

Se observó una correlación negativa moderada ($p = -0.61$, $p < 0.01$) entre los tiempos promedio de ejecución de tareas y los puntajes SUS, lo que sugiere que una menor duración en la interacción se asocia con una mejor percepción de usabilidad.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Las entrevistas semiestructuradas realizadas a 15 participantes (9 docentes y 6 estudiantes) generaron un conjunto de 86 códigos abiertos, de los cuales emergieron cuatro categorías principales: facilidad de uso, impacto en la gestión del aula, satisfacción general y sugerencias de mejora. A continuación, se resumen los principales hallazgos:

Facilidad de uso: Los usuarios destacaron positivamente la navegación intuitiva y la lógica secuencial de tareas. Frases como “todo está donde uno espera que esté” y “no tuve que leer un manual para entender cómo funcionaba” fueron recurrentes.

Impacto en la gestión del aula: Se percibió una mejora significativa en la organización y reducción del tiempo administrativo. Un docente expresó: “antes tardaba horas en consolidar calificaciones en Excel, ahora lo hago en minutos desde el celular”.

La mayoría manifestó satisfacción con la experiencia de uso, indicando que “la APP resuelve un problema real del día a día” en tiempo real y que “es una herramienta que usaría incluso si no fuera parte del estudio”. Entre las recomendaciones más mencionadas destacan: la integración con plataformas institucionales (como Moodle), la posibilidad de exportar informes en PDF, y la incorporación de un sistema de respaldo automático en la nube.

CONCLUSIONES

El desarrollo y evaluación de la aplicación móvil evidenció su efectividad como herramienta para optimizar la gestión de calificaciones y actividades en el aula, destacándose por su alta usabilidad (SUS = 81.2), estabilidad funcional y buena aceptación por parte de docentes y estudiantes. La aplicación, construida con tecnologías híbridas (Ionic, Angular y SQLite), demostró ser compatible con diversos dispositivos y contextos educativos, permitiendo una gestión más ágil y organizada de las tareas docentes.

Asimismo, el enfoque centrado en el usuario y el uso de metodologías ágiles fueron determinantes para lograr una solución alineada con las necesidades reales del aula. Así mismo, se identificaron áreas de mejora como la integración con plataformas educativas y funciones de respaldo, lo que orienta futuras etapas de desarrollo. En



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

conjunto, esta propuesta aporta a la transformación digital en el ámbito educativo, mejorando la eficiencia docente y la experiencia del estudiante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akpınar E; Ergin O (2017). The effect of mobile learning applications on students' academic achievement, attitudes toward mobile learning and animation development levels. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(4): 235–247.
- Alqahtani M; Mohammad A (2020). Mobile applications for education – An Overview. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(7): 76–89.
- Chen W; Smith J; Lee K (2023). A Systematic review of mobile learning applications for Online Education. *Educational. Research Review*, 37, 100451.
- Eze S (2022). Evaluating the effectiveness of mobile applications in enhancing learning and development. *International Journal of Innovative Technology and Social Science*, 8(2): 45–59.
- GeeksforGeeks (2024, August 23). Introduction to SQLite. <https://www.geeksforgeeks.org/introduction-to-sqlite/>
- Mohaafif A (2022). Assessing Students' Perceptions of Mobile Applications Usability Using SUS. *Journal of Computer Science and Security Practices*, 11(1): 19–29.
- Provato Group (2024). What is Ionic mobile App Development? <https://www.theprovatogroup.com/what-is-ionic-mobile-app-development/>
- StudySync Research Team (2025). StudySync mobile application design for student academic activity management based on SQLite database. *Journal of Educational Software*, 5(1): 12–28.
- Tullis T; Albert B (2022). *Quantifying the user experience: Practical statistics for user research* (2nd ed.). Morgan Kaufmann.
- Wonohardjo E (2018). A systematic review of SCRUM in software development. *International Journal of Agile Processes*, 3(1): 1–14.
- Ionic Framework (n.d.). Ionic: The cross-platform App development leader. <https://ionicframework.com/>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

DESARROLLO SUSTENTABLE



Y la materia muerta se transforma en sustancia inerte. Un ciclo termina y da inicio otro, ser sustento de la continuidad de la vida, ciclo tras ciclo la ley universal de la transformación. Solo somos partes del ciclo de la naturaleza de la energía y de vibración.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EXTRACTO DE *Amaranthus hybridus* L. COMO ELICITOR FOLIAR INCREMENTA LA FOTOSÍNTESIS EN MAÍZ

Ortega-García Nicolás¹; Raya-Pérez Juan C¹; Aguirre-Mancilla Cesar L¹; Pérez-Olvera Ma. Antonia²

¹TecNM-Roque, km 8 carretera Celaya-Juventino Rosas, C. P. 38110, Celaya, Guanajuato. ²Colegio de Postgraduados campus Montecillo, km 36.5, carretera México-Texcoco, C. P. 56230, Texcoco Estado de México. Autor por correspondencia:

juan.rp2@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del extracto de *Amaranthus hybridus* L. como elicitor en la capacidad fotosintética de maíz (*Zea mays* L.) establecido bajo condiciones de riego en el Ejido San Nicolás de los Agustinos, municipio de Salvatierra, Guanajuato. El experimento se llevó a cabo utilizando un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, aplicando extractos preparados con harina de hojas molidas y secas (16, 24 y 32 g /1.8 L de agua purificada), junto con un tratamiento testigo sin aplicación. Las aspersiones se realizaron el 6 y 17 de junio de 2024, y la evaluación de la clorofila se realizó dos días después de cada aplicación utilizando un medidor de clorofila (SPAD). Los análisis estadísticos incluyeron el ANAVA y pruebas de comparación de medias de Tukey, detectándose diferencias significativas en la segunda aplicación para el tratamiento de 32 g respecto al testigo. El extracto de *Amaranthus hybridus* L. demostró ser una alternativa prometedora para incrementar la cantidad de clorofila en maíz, posiblemente debido a su alto contenido de antioxidantes y compuestos bioactivos que pueden mitigar los efectos del estrés abiótico. Estos resultados abren la posibilidad de utilizar el extracto de *Amaranthus hybridus* L. como un elicitor natural para mejorar el rendimiento del maíz y otros cultivos de importancia económica.

Palabras clave: Fotosíntesis, *A. hybridus*, elicitores naturales, clorofila, maíz, estrés abiótico.

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the effect of *Amaranthus hybridus* L. extract as an elicitor on the photosynthetic capacity of corn (*Zea mays* L.) established under irrigated conditions in the Ejido San Nicolás de los Agustinos, municipality of Salvatierra, Guanajuato. The experiment was carried out using a randomized block design with four replications, applying extracts prepared with flour from ground and dried leaves (16, 24 and 32 g / 1.8 L of purified



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

water), along with a control treatment without application. Spraying was carried out on June 6 and 17, 2024, and chlorophyll evaluation was performed two days after each application using a chlorophyll meter (SPAD). Statistical analyses included ANOVA and Tukey's means comparison tests, detecting significant differences in the second application for the 32 g treatment compared to the control. *Amaranthus hybridus* L. extract has proven to be a promising alternative for increasing chlorophyll levels in corn, possibly due to its high content of antioxidants and bioactive compounds that can mitigate the effects of abiotic stress. These results open up the possibility of using *Amaranthus hybridus* L. extract as a natural elicitor to improve the yield of corn and other economically important crops.

Keywords: *Photosynthesis, A. hybridus, natural elicitors, chlorophyll, corn, abiotic stress.*

INTRODUCCIÓN

La fotosíntesis es un proceso fundamental en el cual las plantas convierten la energía solar en energía química, permitiendo la transformación del carbono inorgánico en carbono orgánico. Este mecanismo es crucial para la acumulación de biomasa, la cual sustenta el crecimiento y desarrollo vegetal. En el contexto de la agricultura moderna, la optimización de la eficiencia fotosintética es un objetivo clave, particularmente en cultivos de importancia económica como el maíz (*Zea mays* L.), donde mejorar la captación y conversión de energía puede impactar significativamente el rendimiento y la sostenibilidad de la producción (Croce *et al.*, 2024; Mondragón, 2021; Yan *et al.*, 2021).

La eficiencia fotosintética depende en gran medida de la clorofila, es el pigmento esencial en la captación de luz y la transformación de energía luminosa en energía química. La clorofila *a* y la clorofila *b* desempeñan roles complementarios, ya que absorben distintas longitudes de onda del espectro solar, maximizando la conversión de energía durante la reacción primaria de la fotosíntesis. La proporción y cantidad de estos pigmentos determinan la capacidad de la planta para captar y utilizar eficazmente la luz proveniente del sol, influyendo directamente en su rendimiento fotosintético (Li *et al.*, 2018).

Se ha argumentado que mejorar la fotosíntesis puede contribuir a una mayor seguridad alimentaria en las próximas décadas a medida que aumente la población mundial, con antelación y en la actualidad; existen algunas herramientas para llevar a cabo intervenciones que permiten mejorar el contenido fotosintético, lo que contribuye a incrementar la productividad de los cultivos de interés agrícola (Evans, 2013; Croce *et al.*, 2024).



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Experimentos recientes han aportado pruebas de que sí es posible el incremento de la fotosíntesis. Estos estudios han explorado diversos enfoques innovadores, desde la introducción de nuevas vías bioquímicas en los sistemas vegetales hasta modificaciones genéticas destinadas a mejorar la eficiencia de la captación de luz o la fijación de carbono (Croce *et al.*, 2024).

Evans (2013) mencionó que se podía tener intervenciones en el proceso donde se involucra al mecanismo de concentración de CO₂, el cual tiene influencia directa en la actividad de la oxigenasa, y es catalizada por la Rubisco, permitiendo mantener una mayor eficiencia de la luz, del nitrógeno y el agua dentro de la planta. Hace referencia a que la concentración de CO₂, se podía lograr al transferir transportadores de bicarbonato de las cianobacterias a los cloroplastos y con ello incrementar el CO₂ donde trabaja la Rubisco.

Los elicitores, son compuestos naturales o sintéticos que activan vías de transducción de señales y factores de transcripción que regulan genes específicos, promoviendo rutas metabólicas que incrementan la producción de metabolitos secundarios. Esto refuerza la capacidad de las plantas para enfrentar condiciones de estrés, como sequía, salinidad o temperaturas extremas. Su estudio ha permitido profundizar en las señales de defensa vegetal. Los que derivan de patógenos o de la propia planta, son considerados bióticos, mientras que los endógenos, como los patrones moleculares asociados al daño (DAMPs), funcionan como señales de alarma. Los elicitores exógenos, aplicados en bajas concentraciones, estimulan la biosíntesis de compuestos esenciales para la adaptación al estrés (Jain *et al.*, 2024).

Diversas investigaciones han demostrado que los elicitores naturales pueden inducir respuestas adaptativas que mejoran la eficiencia fotosintética, favoreciendo la asimilación de CO₂, la producción de moléculas bioactivas, la actividad enzimática y el rendimiento del fotosistema II (Medeiros *et al.*, 2023; Sherin *et al.*, 2022). Su aplicación contribuye a mitigar los efectos del estrés biótico en cultivos hortícolas. Enciso *et al.* (2018) evaluaron el impacto de dos de estas sustancias, una a base de extractos de algas y otra formulada con compuestos orgánicos derivados de plantas, asperjadas sobre plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) infectadas con *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*. Entre los indicadores fisiológicos analizados se incluyó el contenido de clorofila, expresado en unidades SPAD. Aunque en una primera medición no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, en estados avanzados de infección (57 días después del trasplante), el producto a base de algas (E1) permitió mantener valores de clorofila comparables al tratamiento testigo no inoculado. En contraste, el que provenía de compuestos vegetales (E2) mostró una reducción del 31% respecto al testigo, mientras que el grupo infectado sin tratamiento (FOL) presentó una disminución del 65%.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Estos hallazgos sugieren que dichas sustancias pueden preservar la funcionalidad fotosintética bajo condiciones de estrés biótico. Su uso, especialmente a partir de extractos vegetales, ha ganado interés por su origen natural, bajo costo y capacidad para fortalecer mecanismos de defensa y crecimiento en cultivos (Enciso *et al.*, 2018).

La planta de *Amaranthus hybridus* L. presenta una notable capacidad para mitigar el estrés oxidativo gracias a su alto contenido de antioxidantes y metabolitos secundarios, destacándose la prolina, ácido ascórbico, flavonoides, entre otros (González, *et al.*, 2019, Santiago *et al.*, 2019, Kumar & Goel, 2019, Zou *et al.*, 2019, Bielach *et al.*, 2017, Slabbert & Krüger, 2014). Estos compuestos ayudan a neutralizar especies de oxígeno reactivo (ROS) generadas por estrés abiótico, protegiendo estructuras celulares críticas e incrementando la eficiencia fotosintética (Lourenço *et al.*, 2019, Pisoschi *et al.*, 2020, Ejiofor *et al.*, 2022, Gonçalves & De Souza, 2022, Chaudhary *et al.*, 2023, Muscolo, *et al.*, 2024).

La presente investigación averiguo el efecto de la aplicación foliar de extracto de *A. hybridus* sobre la cantidad de clorofila presente en las hojas de maíz establecido en campo abierto en el Ejido San Nicolás de los Agustinos, municipio de Salvatierra, Guanajuato, en un sistema de agricultura de riego. Se verificó si dicho extracto, según su composición, pudiera actuar como un elicitador al inducir mecanismos bioquímicos y fisiológicos que permitan un mejor comportamiento de las plantas de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

La unidad experimental está ubicada en el ejido San Nicolás de los Agustinos, en el municipio de Salvatierra, Guanajuato (Figura 1), con las coordenadas geográficas de 20.25288051° de latitud Norte y -100.95003013° longitud Oeste (IPLANEG, 2025). Se recolectaron plantas de *A. hybridus* en terrenos cercanos a campos de cultivo. Las plantas fueron retiradas del terreno en etapa de fructificación, se defoliaron de forma manual y posteriormente se extendieron sobre papel, secándose directamente a la acción del sol durante 5 días. La preparación de la harina se realizó utilizando los folíolos secos, los cuales fueron triturados finamente, empleando un molino casero para moler granos de café; se tamizó para uniformizar el tamaño de las partículas de la molienda.

La unidad experimental estuvo conformada con dos surcos de 4 metros lineales por tratamiento, se usó un diseño experimental en bloques al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos empleados fueron los siguientes: Un testigo sin aplicación (T0), Extracto acuoso de harina de *A. hybridus* usando 16 g (T1) 24 g (T2) y 32 g (T3) procesado en



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

un percolador casero marca T-fal® modelo Heliora, usando 1.8 litros de agua. Las aspersiones se realizaron con un aspersor manual de 5 L marca Truper®, la primera se dio el 6 de junio del 2024, y correspondió a los 35 días después de la siembra. La segunda se llevó a cabo el 17 de junio (46 días después de la siembra). Cabe hacer mención que en todos los casos se adicionaron a la dilución, 2 mL de un tensoactivo dispersante no iónico con acción penetrante (Tween 20). La cuantificación de clorofila se hizo por medio del método no invasivo, y los datos se colectaron dos días después de cada aplicación usando un medidor de clorofila marca GOYOJO modelo GYJ-D, el cual tiene un área de medición de 2 mm por 2 mm, usando luz roja con una longitud de 650 nm y luz infrarroja de 940 nm.

Los datos obtenidos se analizaron mediante el programa estadístico Infostat versión 2020, sometiéndolos de primera instancia al proceso de comprobación de normalidad mediante la prueba Q-Q plot, posterior a ello sí esta fue cumplida, se procedió a realizar un ANOVA y prueba de comparación de medias de Tukey con $p \leq 0.05$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de la cantidad de clorofila que se obtuvieron dos días después de la primera aplicación de los extractos de *A. hybridus*, se sometieron a pruebas estadísticas (Infostat versión 2020) para comprobar normalidad mediante la prueba Q-Q plot (Figura 1).



Análisis de Normalidad

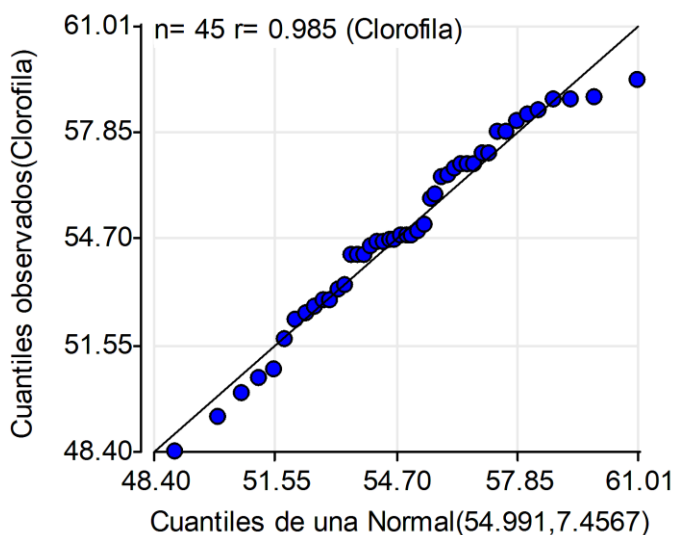


Figura 1. Prueba de Normalidad mediante la prueba QQ-plo. (Fuente: Datos propios usando el programa Infostat versión 2020)

Con esta información verificada, se procedió a realizar un ANOVA (Cuadro 1). Se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y el testigo.

Cuadro 1. Análisis de varianza de datos obtenidos de clorofila en el cultivo de maíz, Salvatierra 2024 (Primera aplicación)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	88.17	6	14.70	2.33	0.0518
Bloque	66.23	3	22.08	3.50	0.0246
Tratamiento	22.38	3	7.46	1.18	0.3295
Error	239.92	38	6.31		
Total	328.10	44			

N=45; $R^2=0.27$; R^2 ajustada=0.15 CV= 4.57; $p \leq 0.05$. (Fuente: Datos propios usando el programa Infostat versión 2020)

Los valores de la cantidad de clorofila que se obtuvieron dos días después de la segunda aplicación de los extractos de *A. hybridus*, se sometieron a pruebas estadísticas (Infostat versión 2020) para comprobar normalidad mediante la prueba Q-Q plot (Figura 2), con esta información verificada, se procedió a realizar un ANOVA (Cuadro 2). Se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y el testigo. La prueba



de medias de Tukey muestra que el tratamiento del extracto de *A. hybridus* de 32 gramos tiene diferencias estadísticamente significativas contra el testigo (Figura 3).

Análisis de normalidad

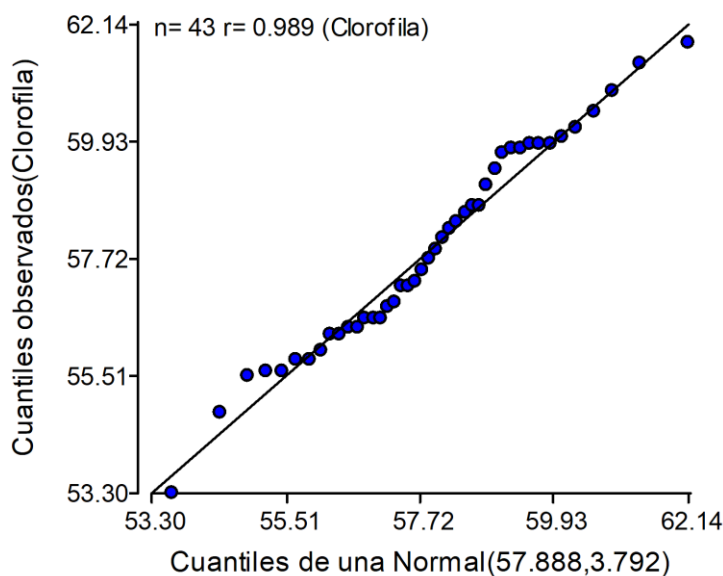


Figura 2. Prueba de Normalidad mediante la prueba QQ-plot. (Fuente: Datos propios usando el programa Infostat versión 2020)

Cuadro 2. Análisis de varianza de datos obtenidos de clorofila en el cultivo de maíz, Salvatierra 2024 (Segunda aplicación)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	43.33	6	7.22	2.24	0.0611
Bloque	6.09	3	2.03	0.63	0.6001
Tratamiento	35.74	3	11.91	3.70	0.0203
Error	115.94	36	3.22		
Total	159.26	42			

N=43; $R^2=0.27$; R^2 ajustada=0.15 CV= 3.10; $p \leq 0.05$. (Fuente: Datos propios usando el programa Infostat versión 2020)

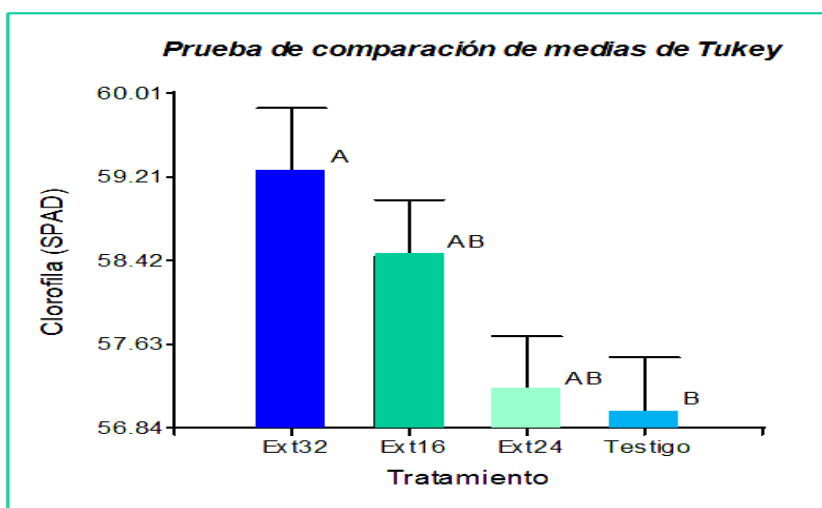


Figura 3. Prueba de medias de Tukey de datos obtenidos de clorofila en el cultivo de maíz. (Fuente: Datos propios usando el programa Infostat versión 2020)

Los resultados que se presentan muestran que, en la primera evaluación, no hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, algo similar es reportado por Enciso *et al.* (2018) en su trabajo con jitomates, lo cual sugiere que los compuestos bioactivos del extracto no tuvieron un efecto inmediato sobre la actividad fotosintética en etapas tempranas del cultivo. Sin embargo, en la segunda evaluación, el tratamiento con 32 g de extracto (T3) presentó diferencias estadísticamente significativas con respecto al testigo. Esto sugiere que a mayor concentración de compuestos bioactivos y en una etapa vegetativa de desarrollo más avanzada de la planta tratada, el extracto puede inducir una mejora en la cantidad de clorofila. El efecto positivo podría estar relacionado con el contenido de antioxidantes que favorecen la estabilidad de la clorofila y la protección contra el estrés oxidativo. Este hallazgo concuerda con lo reportado por Madeiros *et al.* (2023) y Sherin *et al.* (2022) quienes observaron mejoras en la eficiencia fotosintética con el uso de elicitores naturales. Además, Enciso *et al.* (2018) demostraron que, bajo condiciones de estrés abiótico, los elicitores permiten mantener niveles adecuados de clorofila, lo que respalda el resultado observado en este experimento. En particular, usar *A. hybridus* puede ayudar a mitigar el estrés oxidativo gracias a su alto contenido de antioxidantes y prolina, lo que contribuye a un buen desarrollo de la planta, siendo factores importantes dados al buen desempeño de la actividad fotosintética, según lo expresado por Santiago *et al.* (2019) y Kumar & Goel (2019).



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CONCLUSIONES

El extracto de *Amaranthus hybridus* mostró potencial para incrementar la clorofila del maíz. Esto respalda el uso de dicho extracto como elicitador natural, fungiendo como un compuesto económico y ecológico para fortalecer la eficiencia fotosintética, dándole uso alternativo a esta planta, la cual es considerada como maleza y que está ampliamente distribuida en los campos de cultivo de la zona de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bielach A; Hrtyan M; Tognetti VB (2017) Plants under Stress: Involvement of Auxin and Cytokinin. International Journal of Molecular Sciences 18, no. 7: 1427. <https://doi.org/10.3390/ijms18071427>
- Chaudhary P; Janmeda P; Docea AO; Yeskaliyeva B; Abdull Razis AF; Modu B; Calina D; and Sharifi-Rad J (2023). Oxidative stress, free radicals and antioxidants: potential crosstalk in the pathophysiology of human diseases. Frontiers in Chemistry Vol.1. DOI=10.3389/fchem.2023.1158198. ISSN 2296-2646.
- Croce R; Carmo-Silva E; Cho Y B; Ermakova M; Harbinson J; Lawson T; McCormick AJ; Niyogi KK; Ort DR; Patel-Tupper D; Pesaresi P; Raines C; Weber AP; M & Zhu X (2024). Perspectives on improving photosynthesis to increase crop yield. The Plant Cell, 36(10), 3944–3973. <https://doi.org/10.1093/plcell/koae132>
- Ejiofor EU; Oyedemi SO; Onoja SO; Omeh Ndukaku Y (2022) *Amaranthus hybridus* Linn. leaf extract ameliorates oxidative stress and hepatic damage abnormalities induced by thioacetamide in rats, South African Journal of Botany, Vol. 146, ISSN 0254-6299, <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.10.029>
- Enciso ELG; Olivo AR; Mendoza AB; Gaona SS; Morales SG (2018). Efecto de elicitores de origen natural sobre plantas de tomate sometidas a estrés biótico. Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas, 20. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i20.991>
- Evans JR (2013). Improving photosynthesis. Plant Physiology, 162 (4): 1780–1793. <https://doi.org/10.1104/pp.113.219006>
- Gonçalves-Filho D; De Souza D (2022). Detection of synthetic anti-oxidants: What factors affect the efficiency in the chromatographic analysis and in the electrochemical analysis? Molecules, 27(20): 7137. <https://doi.org/10.3390/molecules27207137>
- González RT; Cisneros HI; Acosta BJ; Ramírez CE; Martínez-GN; Erika Mellado ME; López PM; Molina-TJ; Délano-FJ (2019). Identification of factors linked to higher water-deficit stress tolerance in *Amaranthus*



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

**Instituto Tecnológico de
Roque**



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

hypochondriacus compared to other grain Amaranths and *A. hybridus*, Their Shared Ancestor" *Plants* 8, no. 7: 239. <https://doi.org/10.3390/plants8070239>

IPLANEG (Instituto de Planeación, Estadística y Geografía De Guanajuato) (2025). Catálogo Geográfico SEIEG, Guanajuato, México. 2025. Disponible en: <http://geoinfo.iplaneg.net/>

Jain D; Bisht S; Parvez A; Singh K; Bhaskar P; Koubouris G (2024). Effective biotic elicitors for augmentation of secondary metabolite production in medicinal plants. *Agriculture*, 14(6), 796. <https://doi.org/10.3390/agriculture14060796>

Kumar N; Goel N (2019). Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. *Biotechnology Reports*, 24, e00370. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00370>

Li Y; He N; Hou J; Xu L; Liu C; Zhang J; Wang Q; Zhang X; Wu X (2018). Factors influencing leaf chlorophyll content in natural forests at the biome scale. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6. <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00064>

Lourenço SC; Moldão-Martins M; Alves VD (2019). Antioxidants of natural plant origins: From sources to food industry applications. *Molecules*, 24(22): 4132. <https://doi.org/10.3390/molecules24224132>

Medeiros APR; Leite JJF; De Assis RMA; Rocha JPM; Bertolucci SKV; Pinto JEBP (2023). Application of natural elicitors to promote growth, photosynthetic pigments, and the content and composition of essential oil in *Melissa officinalis* L. *Industrial Crops and Products*, 208, 117885. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117885>

Mondragón F (2021). Ciclos del dióxido de carbono en la formación y utilización de combustibles fósiles y su efecto en el cambio climático. *Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas Físicas Y Naturales*. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1364>

Muscolo A; Mariateresa O; Giulio T; Mariateresa R (2024). Oxidative Stress: The Role of Antioxidant Phytochemicals in the Prevention and Treatment of Diseases. *International Journal of*

Pisoschi AM; Pop A; Lordache F; Stanca L; Predoi G; Serban AI (2020). Oxidative stress mitigation by antioxidants - an overview on their chemistry and influences on health status. European Journal of Medicinal Chemistry. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2020.112891

Santiago SYO; Hernández FAD; López PCU; Garrido CJH; Alatorre CJM; Monroy TR (2019). Nutritional importance and biological activity of bioactive compounds from quelites consumed in Mexico. *Revista Chilena de Nutrición*, 46(5), 593-605. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000500593>

Sherin G; Aswathi KR; Puthur JT (2022). Photosynthetic functions in plants subjected to stresses are positively influenced by priming. *Plant Stress*, 4, 100079. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2022.100079>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Slabbert MM; Krüger GHJ (2014). Antioxidant enzyme activity, proline accumulation, leaf area and cell membrane stability in water stressed *Amaranthus* leaves, South African Journal of Botany, Vol. 95, Pages 123-128, ISSN 0254-6299, <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2014.08.008>

Yan Y; Hou P; Duan F; Niu L; Dai T; Wang K; Zhao M; Li S; Zhou W (2021). Improving photosynthesis to increase grain yield potential: an analysis of maize hybrids released in different years in China. Photosynthesis Research, 150(1–3): 295–311. <https://doi.org/10.1007/s11120-021-00847-x>

Zou Ping; Lu Xueli; Zhao Hongtao; Yuan Y; Meng Lei; Zhang C; Li Yiqiang (2019). Polysaccharides derived from the brown algae *Lessonia nigrescens* enhance salt stress tolerance to wheat seedlings by enhancing the antioxidant system and modulating intracellular ion concentration. Frontiers in Plant Science, 10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00048>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

APROVECHAMIENTO DE AGUA DE CRIADERO DE TILAPIA (*oreochromis niloticus*) COMO FERTILIZANTE ORGÁNICO

César Cristóbal Huerta¹; Berenice Rivera Cortez²; Mabel Reyes Fuentes; Daniel Rodríguez Mercado³; Erika Cañada Coyote³.

¹Ingeniero en Innovación Agrícola Sustentable. TecNM-Roque, Celaya, Guanajuato, México; ²Profesora-Investigadora TecNM-Roque, Celaya, Guanajuato, México; Autor de correspondencia: berenice.rc@roque.tecnm.mx ³Profesor-Investigador TecNM-Roque, Celaya, Guanajuato, México; ³Profesor-Investigador TecNM-Roque, Celaya, Guanajuato, México, ³Profesora-Investigadora TecNM-Roque, Celaya, Guanajuato, México C.P 38110.

RESUMEN

En el Instituto Tecnológico de Roque se estableció y se desarrolla un sistema intensivo de producción de tilapia. La limpieza de los estanques es fundamental para el buen desarrollo de los peces; sin embargo, al desecharse el agua residual de los estanques se pierden cientos de litros de agua con alto contenido de residuos nitrogenados lo cual es un problema dentro de la unidad; el objetivo fue aprovechar esa agua de los estanques como fuente de fertilizante orgánico; cuyo propósito es evaluar el uso de esta agua en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris subsp*). El experimento consistió en 3 tratamientos y 1 testigo con 2 repeticiones respectivamente: T1 (100% agua de pez), T2 (50% agua de pez), T3 (producto orgánico de algas marinas) y T4 (testigo). Las variables de medición fueron altura y peso de planta, ancho y largo de hoja. Los datos fueron analizados en el programa estadístico SAS 9.0 con el cual se obtuvieron los análisis de varianza y prueba de medias correspondientes demostrando diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento 2 (50% agua de criadero de tilapia) el de mayor efectividad seguido del tratamiento 3 (producto orgánico) el tratamiento 1 (100% agua de criadero de tilapia). Estos resultados indican que el agua de criaderos de tilapia es viable para la producción del cultivo de acelga y puede ser utilizada como fertilizante orgánico debido a su contenido óptimo de amonio y nitrato además de aportar micronutrientes como lo son sodio, azufre, calcio y magnesio.

Palabras clave: Amonio, Nitrato, Micronutrientes, orgánico, Acelga, Acuacultura.

ABSTRAC

The Roque Technological Institute operates an intensive tilapia production system. Pond cleaning is essential for healthy fish development. However, when wastewater is disposed of, hundreds of liters of water with a high nitrogenous waste content are lost, which is a problem within the unit. The objective was to utilize this pond water as a source of organic fertilizer, evaluating the use of this water in the cultivation of chard (*Beta vulgaris subsp.*).



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

The experiment consisted of three treatments and one control, with two replicates, respectively: T1 (100% fish water), T2 (50% fish water), T3 (organic seaweed product), and T4 (control). The variables measured were plant height and weight, leaf width, and leaf length. The data were analyzed in the statistical program SAS 9.0 with which the analysis of variance and corresponding means test were obtained, demonstrating significant differences between treatments, with treatment 2 (50% tilapia hatchery water) being the most effective, followed by treatment 3 (organic product) and treatment 1 (100% tilapia hatchery water). These results indicate that tilapia hatchery water is viable for the production of chard crops and can be used as an organic fertilizer due to its optimal content of ammonium and nitrate in addition to providing micronutrients such as sodium, sulfur, calcium and magnesium.

Keywords: *Ammonium, Nitrate, micronutrients organic, Chard, Aquaculture.*

INTRODUCCIÓN

En el Instituto Tecnológico de Roque se estableció y se desarrolla un sistema intensivo de producción de tilapia que cuenta con dos estanques circulares de geomembrana ubicados dentro de un invernadero cuya fuente de agua proviene del pozo de la institución. La nutrición y cuidado de los peces además del monitoreo de los parámetros climáticos y de la calidad de agua del estanque son las actividades esenciales que se deben cumplir para mantener en excelente funcionamiento el sistema.

El pH, el nivel de oxígeno y temperatura del agua son parámetros determinantes para conservar un buen ambiente de desarrollo para el crecimiento la tilapia; sin embargo, la turbidez es esencial para la salud de los peces pues según Ramírez *et al.* (2012), la turbidez puede ser ocasionado por micropartículas sólidas que forman sobre la superficie del agua en suspensiones coloidales. El efecto primario que ocasionan las partículas en suspensión es sobre las branquias causando lesiones que son puerta de entrada a infecciones por patógenos, pero además impide la libre penetración de la luz solar, reduce la productividad natural (fitoplancton) del estanque y por lo tanto del alimento disponible para las tilapias. Por ello los altos niveles de turbidez el agua debe desecharse para volver incorporar agua limpia.

El desechó del agua residual de los estanques, se pierden cientos de litros de agua con alto contenido de residuos nitrogenados lo cual es un problema dentro de la unidad pues estos solo son arrojados a una zanja en donde se evaporan o se filtran al subsuelo; una alternativa consiste en aprovechar el agua de los estanques como fuente de fertilizante orgánico para el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*) y así dar un segundo uso a lo que ya no funciona para



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

la acuicultura pero sería esencial para la agricultura. Según Castro *et al.* (2021), las aguas residuales provenientes del criadero de tilapia aportan gran cantidad de nutrientes como altos porcentajes de Ca, Na, K y N, un pH de 7.7 los cuales son esenciales para la agricultura y el suelo. Por lo tanto, el uso de esta agua permitiría regar y fertilizar varios tipos de cultivos.

Los beneficios que trae consigo el aprovechamiento de las aguas residuales del sistema de producción de tilapia en el uso agrícola radican en el ahorro de fertilizantes nitrogenados, reducción de agentes químicos residuales arrojados al medio ambiente, reutilización del agua y mayor limpieza de estanques que permitan un saludable hábitat para el desarrollo de la tilapia. Con ello se obtendría un sistema sustentable, completo y ecológico que permita no solo producir carne, sino también productos agrícolas de mejor calidad y con menor cantidad de agroquímicos, lo cual beneficiaría a la economía del productor, la salud del consumidor, a la preservación del medio ambiente y el fortalecimiento de la cultura ambiental. Se planteó como objetivo fue la reutilización del agua del criadero de tilapia con presencia de fuentes de fertilización nitrogenada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sistema intensivo de producción de tilapia cuenta con dos estanques de menores dimensiones de forma circular de recubierto con geomembrana (8.5 m^3) y cuatro 4 estanques grandes (20.8 m^3). Para el desarrollo del trabajo se empleó un estanque chico con 60 peces y dos grandes con 500 y 600 peces respectivamente. Los estanques están ubicados dentro de un invernadero cuya fuente de agua proviene del pozo de la institución.

Para el control de los niveles de amoníaco y residuos sólidos, a los estanques se realizaron recambios a cada uno tres veces por semana. Un recambio consiste en vaciar parte del agua del estanque mediante un sistema de drenaje por gravedad, los residuos sólidos precipitados en el fondo al poner a nivel del suelo una tubería invertida que permite el paso del agua, la cual cae a una zanja en donde se deposita para su almacenamiento.

En una semana se desechan 6793.5 L de agua al realizar tres recambios necesarios para la limpieza de los estanques funcionales, de esta cantidad de agua solo se aprovechan 200-300 litros para compostaje, el resto se pierde por lixiviación en la zanja, perdiéndose cientos de litros de agua ricos en nutrientes fertilizantes, principalmente nitrógeno, por ello el presente mediante esta reutilización del agua se pretende aprovechar el agua para riego y aprovechar la fertilización orgánica desechada de la crianza de la tilapia, evitar el desperdicio del agua y unificar el sistema acuícola con el agrícola para evitar el agotamiento de los recursos naturales. El experimento



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

se estableció con 3 tratamientos y 1 testigo los cuales corresponden a una conformación respectiva de agua del estanque de tilapia, producto orgánico y agua de pozo para su posterior evaluación y comparación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Diseño de tratamientos para la evaluación de agua de desecho del crecimiento de tilapia.

Tratamiento1 (T1)	Tratamiento 2(T2)	Tratamiento 3 (T3)	Testigo (T4)
100% Fertilización agua de estanque + microelementos	50% Fertilización con agua de estanque + microelementos	Fertilización con producto orgánico + microelementos	Microelementos

El diseño experimental propuesto fue en bloques completos al azar (DCA) conformado por 3 tratamientos y 1 testigo con 2 repeticiones para cada uno obteniendo un total de 8 unidades experimentales. La obtención de los datos se hizo en la primera cosecha y las variables evaluadas fueron:

Altura de planta: El parámetro establecido para la evaluación de los tratamientos es altura de planta, para ello se muestrearon de cinco plantas de cada unidad experimental, se midió desde la base del tallo hasta el ápice de hoja.

Peso de planta: Se seleccionaron cinco plantas de cada unidad experimental, se pesó en una báscula digital de cocina marca Gutstark, pesando la parte aérea.

Largo de hoja: Se tomaron cinco plantas de cada unidad experimental, midiendo en el haz de la hoja la parte más ancha de su margen.

Ancho de hoja: Se tomaron cinco plantas de cada repetición para su análisis correspondiente. El proceso se realizó midiendo desde la base del tallo hasta el punto más alto de la hoja, se usó una sola hoja al azar por planta.

Para determinar la composición química, propiedades físicas y fertilizantes para el uso agrícola del agua de los estanques de tilapia, las características del suelo en donde se sembraría y los componentes de la composta añadida, se realizaron los análisis pertinentes para su estudio y toma de decisiones en cuanto a riego y fertilización del cultivo. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de análisis de suelos, agua y plantas (LASAP) del TecNM-Roque

Se extrajo una muestra de un litro para cada uno de los 3 estanques en funcionamiento, para ello se agitó el agua del estanque para que se mezclara homogéneamente los sólidos en suspensión y obtener un muestreo uniforme. Se identificó cada una de las tres muestras con el número de estanque, para la muestra de suelo se excavó en una cepa con una pala de piqueta, a una profundidad de 15 cm y luego de 30 cm obteniendo un kg total de muestra de



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

ambos horizontes. El suelo extraído fue puesto a secarse en un ambiente de sombra por 6 horas y se mezcló para homogeneizar la muestra.

Este proceso se llevó a cabo para el suelo de las camas biointensivas y para una parcela adyacente a la unidad de producción de tilapia, esto último para efectos comparativos de así requerirse; la identificación de las 2 muestras fue en base a donde fueron extraídas. En el caso de la composta se tomaron pequeñas muestras a modo de cinco de oros bajo la técnica recomendada por AGRARPROJEKT (2020) que recomienda tomar submuestras de por lo menos cinco lugares y en cada lugar se toman 3 muestras a diferentes profundidades (cerca de la superficie, cerca del centro y en el centro) y colocarlas en un contenedor. Se repitió este proceso en cada uno de los puntos de muestreo, cuando haya tomado todas las submuestras, se mezcló bien el material en el contenedor, de la mezcla homogenizada se tomó 1 kg que constituye la muestra para enviar al laboratorio con su respectiva identificación. Se evitó la exposición de la muestra al sol y a altas temperaturas.

La siembra se realizó a los 15 días de preparación del suelo, la semilla de acelga (*Beta vulgaris*) fue de la variedad Blanca de la marca Hortaflor. La semilla se sembró de forma directa a una profundidad de 2 cm, a una distancia de 10 cm entre semilla y 30 cm entre surco, la siembra de la semilla fue sin compactar el suelo y facilitar la emergencia de la plántula, el riego fue a capacidad de campo para la germinación. Se instaló un sistema de riego por goteo, por su eficiencia y ahorro de agua que ofrece esta alternativa, además de un mayor control en la aplicación de agua de estanque de tilapia a los tratamientos correspondientes.

El sistema consta de 2 estanques de almacenamiento, uno de 200 litros para agua de tilapia el cual está en constante aeración por una bomba de acuario para eliminar patógenos y proliferar bacterias nitrificantes; con un gasto de 3000 L/h y otro de 1000 litros que contiene únicamente agua de pozo. Estos tanques se conectan mediante una manguera de $\frac{3}{4}$ de pulgada y reductores a un tubín de $\frac{1}{2}$ pulgada cuyo paso de agua se regula mediante micro válvulas de $\frac{5}{8}$ de pulgada especial para riego por goteo. Un tubín de $\frac{1}{2}$ pulgada recibe el agua de los estanques haciendo la función de tubería principal para abastecer a 4 distribuidores con 2 salidas conformadas por micro válvulas que regulan la salida de agua a las cintillas de riego de 10 cm entre emisores y 0.5 L/h de gasto, las cuales abastecen cada surco de la cama o unidad experimental.

La determinación para el riego se realizaron cálculos previos del agua consumida por el cultivo según su etapa vegetativa y las condiciones climáticas de evapotranspiración de la región cuyo datos los proporcionó la estación



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

climatológica del instituto (Cuadro 2); también el agua que puede almacenar el suelo en base sus características físicas que arroja el análisis de suelo, con lo cual obtenemos una lámina de riego que al dividirse por el agua que consume el cultivo se obtiene la frecuencia de riego. El tiempo de riego se calculó conociendo la demanda de agua en el área a regar y dividiéndola entre el suministro del sistema de riego que depende del número de emisores, la eficiencia y el gasto de cada uno.

Cuadro 2. Parámetros climáticos del cultivo para cálculos de riego.

Parámetros	Inicial	Desarrollo	Final	Unidad
Consumo semanal	25	50	40	mm-l/m ²
Consumo al día	3.5714	7.1428	5.7142	mm-l/m ²
Kc	0.39	1.017	0.82	constante
Evapotranspiración (EvTanque)	9	7.022	6.964	mm-l/m ²

Para determinar la cantidad de nutrientes a suministrar al cultivo de acelga (*Beta vulgaris*), se necesitó conocer las necesidades del cultivo en base a la extracción por ciclo, el aporte de los fertilizantes y el aporte del suelo (Sánchez, 2020) para el caso del proyecto fue el agua de tilapia y producto orgánico de algas marinas. Se hizo especial énfasis en el N (nitrógeno), pues el K (potasio) se encuentra en niveles óptimos en el suelo y el P (fosforo) se satisface la demanda con las aplicaciones de producto orgánico y la composta que se agregó en la preparación del suelo.

Se hizo la programación de la fertilización para el ciclo del cultivo, se hicieron los ajustes necesarios para una mayor practicidad y eficiencia en estos según su etapa vegetativa procurando mantener siempre un aporte de nutrientes suficiente para el cultivo según sus necesidades en la etapa de desarrollo en la que se encuentre y el tratamiento que le corresponde.

Se emplearon plantas aromáticas como lo son ruda, menta y romero, ya que sus propiedades repelentes permiten hacer un control biológico preventivo. Se plantaron dos plantas aromáticas por especie y por cama para cubrir de forma más eficiente el área de cultivo y así conseguir repeler los insectos plaga. Para mejorar el control de plagas se hicieron dos aplicaciones por semana de extracto de neem, ajo, chile, clavo de olor mezclado con vinagre. La dosis fue de 40 ml de producto en dos litros de agua. Las plagas que se presentaron fue mosquita blanca (*Aleyrodidae*), vaquita de San Antonio (*Diabrotica speciosa*), chapulín (*Sphenarium purpurascens*) y hormigas (*Formicidae*) y coleópteros causando daños a las hojas del cultivo.



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Los datos obtenidos de las variables de estudio altura y peso de planta, ancho y largo de hoja se analizaron con el programa estadístico SAS versión 9.0, con los resultados arrojados se realizaron las tablas correspondientes de análisis de varianza y prueba de comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro de análisis de varianza para cada una de las variables de estudio (Cuadro 3), muestra que sí existen diferencias significativas entre cada uno de los tratamientos para altura de planta, ancho de hoja y largo de hoja, además de que sus coeficientes de variación son confiables; por otra parte, la variable peso de planta no mostró diferencias significativas y su coeficiente de variación es muy elevado.

Cuadro 3. ANAVA de variables agronómicas del cultivo de acelga aplicando agua de riego del criadero de Tilapia.

FV	gl	Altura	Ancho	Largo	Peso
Tratamiento	3	67.61*	8.16*	58.10*	0.018ns
Error	8	10.87	1.5	6.00	0.006
CV (%)		5.75	5.77	7.47	17.5

ns= No significativo. * Significativo, ** Altamente significativo, Nivel de significancia ($\alpha=0.05$), FV (Fuente de variación), gl (Grados de libertad), CV (Coeficiente de variación)

La prueba de comparación de medias (Cuadro 4) muestra las diferencias estadísticas entre los tratamientos establecidos en cada variable de estudio, estos valores fueron obtenidos mediante la prueba del rango estudentizado (Tukey al 5%). Las variables de altura de planta, ancho de hoja y largo de hoja presentaron diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos, mientras que la variable peso se mantuvo sin diferencias estadísticas.

Cuadro 4. Comparación de valores medios para las variables de crecimiento, en el estudio del agua residual de criadero de tilapia en cultivo de acelga.

Tratamiento	Altura	Ancho de hoja	Largo de hoja	Peso
2:50% A.C.T + micros	63.4a	23 ^a	36.8a	0.568a
3: P.O+ micros	58.2ab	22.2 ^a	36.3a	0.496a
1:100%A.C.T+ micros	55.7ab	19.8b	29.7b	0.453a
4: Testigo (micros)	52.1b	19.8b	28.3b	0.382a

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente. A.C.T (agua de criadero de tilapia), P.O (producto orgánico), T(testigo), micros (microelementos).



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CONCLUSIONES

Se acepta la hipótesis alternativa donde agua de criadero de tilapia es viable para la producción del cultivo de acelga (*Beta vulgaris*) y puede ser utilizada como fertilizante orgánico.

Los resultados del empleo del agua de criadero de tilapia fueron notorios, desde el inicio del desarrollo, plantas fueron más vigorosas, altas y con mejor color, en comparación con las que se fertilizaron con el producto orgánico y el testigo.

El uso de agua del criadero de tilapia es una alternativa ante los fertilizantes químicos más costosos y contaminantes, lo que lo convierte en una opción más conveniente, sustentable y redituable para el productor con un sistema de producción acuícola y aprovechase en un sistema agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aldana FJ (2024). Monitoreo de plagas y enfermedades en berries. Tesis, Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Tlajomulco de Zúñiga.

Leal-Mendoza AIEG (2023). Análisis multivariado de suelos irrigados con aguas residuales de la acuicultura. *Agronomía Mesoamérica*, 14.

Brenes ML (2017). Estudio de tres biofertilizantes y agua residual de crianza de tilapia sobre el crecimiento del cultivo de tomate. UNA. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

Castellanos, J. (2021). PROAIN. Recuperado el 2024, de Frecuencia y tiempos de riego para los cultivos agrícolas: [https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/frecuencia-y-tiempos-de-riego-para-los-cultivos-agricolas?srsId=Afm](https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/frecuencia-y-tiempos-de-riego-para-los-cultivos-agricolas?srsId=AfmBOooG6hT1ymI0PT6tnLfWr5yUyl5Nyi3H-pZ6rStPQImGthwkR--r)

BOooG6h T1ymI0PT6tnLfWr5yUyl5Nyi3H-pZ6rStPQImGthwkR--r

Elias RC (2022). Efecto de abonos foliares en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Cicla) en sistema hidropónico con la técnica de la película de. Facultad de Ciencias Agrarias. Huanuco: UHV.

INFOAGRO (2024). El cultivo de acelga. Obtenido de <https://www.infoagro.com/hortalizas/acelga.asp>

Javier MJ; Ruiz VGD (2024). Producción de acelga (*Beta vulgaris* var. cicla L.) en sistemas hidropónicos y acuapónicos. Ecosistemas y recursos agropecuarios, 17. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282024000100013

Martinell AL (2022). Diagnóstico de la acuicultura en México. FMCN. Mexico: Barbara Castellano Rafful.

Medrano RE (2022). Efecto de abonos foliares en el cultivo de acelga en sistema hidropónico. Universidad Nacional Emilio Valdizan. Huanuco, Perú: UNEV.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Avendaño MM; Díaz KM (2019). Evaluación de uso de agua residual del cultivo de tilapia como una alternativa productiva en el riego del cultivo de maíz. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua.

Velazco JM (2024). Producción de acelga (*Beta vulgaris* var. cicla L.) en sistemas hidropónicos y acuapónicos.

ERA, 17



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

MANEJO BIOLÓGICO DE MALEZAS Y SU EFECTO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE NOPAL VERDURA

Cid Aguilar Carpio¹; José Alberto Salvador Escalante Estrada¹; Adriana Pérez Ramírez²; Isai Eliú Herrera Lara³;

Yasmani Rafael Arenas Julio⁴

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. ²IDAGRO S de RL de CV, Tlayacapan, Morelos, México.

³Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, Cocula, Guerrero, México. ⁴Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. * jasee@colpos.mx (Autor correspondiente).

RESUMEN

El nopal verdura se encuentra distribuido y se produce en muchas partes del país, siendo Morelos uno de los principales estados productores. En la agricultura, uno de los problemas más significativos son las malezas, ya que compiten con los cultivos por agua, luz y nutrientes, afectando su producción. Para controlarlas, se recurre al uso de herbicidas, sin embargo, estos pueden generar problemas como su residualidad y toxicidad. Una alternativa es el uso de extractos vegetales con efectos alelopáticos. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de extractos vegetales sobre la población de malezas en el cultivo de nopal verdura. El estudio se estableció en Tlayacapan, Morelos. En donde se aplicaron los siguientes tratamientos: 1. Diuron (2 kg ha^{-1}), 2. Extracto de *Parthenium hysterophorus* (0.38 %), 3. Extracto de *Helianthus annuus* (0.38 %), 4. Extracto de *Argemone munita* (0.38 %) y un testigo sin aplicación. Para la preparación de los extractos vegetales se utilizó la metodología de extractos alcohólicos. Las variables evaluadas fueron el porcentaje de control por especie de maleza, rendimiento y rentabilidad en el cultivo de nopal. En el estudio se identificaron cuatro especies de malezas que fueron: verdolaga, pata de león, pasto llorón y mostacilla común. El mayor control de malezas y rendimiento se logró con la aplicación de diuron, seguido de la aplicación de *Helianthus annuus*, *Parthenium hysterophorus* y *Argemone munita*, los cuales presentaron un control significativo respecto al testigo sin aplicación. En la rentabilidad del cultivo se encontró que la aplicación del herbicida logró un mayor ingreso neto y ganancia por peso invertido en comparación a los extractos vegetales donde también se registró una rentabilidad positiva.

Palabras clave: Control biológico, cactáceas, especies.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

ABSTRACT

The nopal vegetable is distributed and produced in many parts of the country, with Morelos being one of the main producing states. In agriculture, one of the most significant problems is weeds, as they compete with crops for water, light, and nutrients, affecting production. Herbicides are used to control them; however, these can cause problems such as residual herbicides and toxicity. An alternative is the use of plant extracts with allelopathic effects. The objective of the study was to determine the effect of plant extracts on weed populations in the nopal vegetable crop. The study was conducted in Tlayacapan, Morelos, where the following treatments were applied: 1. Diuron (2 kg ha⁻¹), 2. Parthenium hysterophorus extract (0.38%), 3. Helianthus annuus extract (0.38%), 4. Argemone munita extract (0.38%), and a control without application. The alcoholic extract methodology was used to prepare the plant extracts. The variables evaluated were the percentage of weed control per species, yield, and profitability in the prickly pear crop. Four weed species were identified in the study: purslane, datura, weeping grass, and common beetroot. The greatest weed control and yield were achieved with the application of diuron, followed by the application of Helianthus annuus, Parthenium hysterophorus, and Argemone munita, which showed significant control compared to the control without application. Regarding crop profitability, it was found that the application of herbicide achieved higher net income and profit per pound invested compared to the plant extracts, which also recorded positive profitability.

Keywords: *Biological control, cacti, species.*

INTRODUCCIÓN

México se considera el centro de mayor diversidad de nopales en el continente americano, de las aproximadamente 200 especies existentes en el mundo, 101 se encuentran en México, convirtiendo al nopal en un símbolo cactáceo representativo de nuestro país. El nopal (*Opuntia ficus-indica*) es un recurso genético endémico de México que se encuentra distribuido y se produce en muchas partes del país. Según información de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, en México se cultivan alrededor de 872,334 t de nopales en una superficie cosechada de 12,365.35 ha durante el año 2022. Los principales estados productores son Morelos con un volumen de 406,608 t, seguido de la Ciudad de México con 198,363 t, Estado de México con 87,767 t, Jalisco con 35,610 t y Puebla con 32,289 t (SIAP, 2023).



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

En los últimos años, el aumento en el consumo del nopal verdura se debe a su alto contenido de fibra, vitamina C y agua, lo cual contribuye a mejorar los procesos digestivos, además de sus propiedades medicinales (Moran, 2013). Este incremento en su consumo ha cobrado fuerza en países como Estados Unidos, Canadá, China, Japón, Francia y parte de Sudáfrica. Por lo que, para su comercialización en mercado nacional e internacional, es importante la calidad del producto; dentro de las características de calidad, la inocuidad resalta debido a que se garantiza que los alimentos están libres de contaminantes químicos, dañinos para la salud humana (Maki-Díaz *et al.*, 2015).

Por otro lado, las plantaciones de nopal, al igual que en otros sistemas agrícolas, son atacadas por diferentes plagas. Dentro de ellas, está la competencia del cultivo con malezas, por agua, luz y nutrientes; éstas, generan reducción en la tasa de crecimiento, y pérdidas económicas durante la cosecha. Por lo que, el uso de herbicidas se ha convertido en el método principal para el control de malezas (Celis *et al.*, 2009), indispensable en la agricultura convencional; sin embargo, se ha comprobado que, debido al uso excesivo y exclusivo de herbicidas, como glifosato, atrazina, paraquat entre otros, se han presentado efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana, además de provocar resistencia de algunas especies de malezas (Verdeguer *et al.*, 2020). Debido a estas consecuencias negativas, se han buscado opciones más amigables con el ambiente y menos dañinos a la salud humana.

Existen diversos estudios relacionados con el uso de extractos vegetales, donde se han observado que algunas plantas (*Helianthus annuus*, *Parthenium hysterophorus*, *Argemone ochroleuca*) producen sustancias alelopáticas que afectan a diferentes cultivos y malezas (Patel, 2011). Estas sustancias proporcionan beneficios o daños a otras plantas y animales, se denominan aleloquímicos, cuyo efecto perjudicial o benéfico, directo o indirecto, de la acción de esos compuestos químicos liberados se le denomina alelopatía. En la actualidad se ha comprobado que los extractos vegetales contienen metabolitos secundarios generados por las plantas como resultado de la respuesta del proceso de adaptación de las plantas a su ambiente, la exposición a la luz solar u otros tipos de estrés abiótico (Sepúlveda *et al.*, 2003). Lo que permite enfocar el uso de los extractos vegetales como alternativa para el control de malezas. Por lo anterior, el objetivo del estudio fue determinar el efecto de extractos vegetales sobre la población de malezas en el cultivo de nopal verdura.



MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en campo bajo condiciones de lluvias en julio de 2024, en el municipio de Tlayacapan Morelos, que está ubicada a 18°55'8.47"N y 98°59'37.36", a una altitud de 1299 m. La temperatura media que se presentó desde el inicio hasta el final del estudio osciló de 15.2 a 31.3 °C con una precipitación de 464 mm. El cultivo que se utilizó para evaluar el efecto de los extractos vegetales fue de nopal verdura [*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller] variedad Milpa Alta, con una edad de plantación de 5 años.

Para evaluar el efecto de los tratamientos en el cultivo de nopal se realizó un experimento en donde se aplicó un herbicida, tres extractos vegetales y un testigo sin aplicación en una parcela libre de malezas. La descripción de los tratamientos se muestra a continuación Cuadro 1.

Cuadro1. Tratamientos de extractos vegetales aplicados en el cultivo de nopal.

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis	
		L ha ⁻¹	g i. a. L ⁻¹
1	Diuron	2	800
2	Parthenium hysterophorus	11	0.38%
3	Helianthus annuus	11	0.38%
4	Argemone munita	11	0.38%
5	Testigo sin aplicación	-	-

La elaboración de los extractos vegetales se realizó bajo la metodología que utilizó Herrera (2025), haciendo modificaciones adaptadas a los equipos y material disponible. Cada especie se introdujo al horno para el secado a 70° C por 72 horas o hasta que las partes de las plantas estuvieron quebradizas. En un molino manual se colocó por separado los materiales vegetales ya secos, se molió hasta obtener partículas menores a 2 mm y así facilitar la elaboración de los extractos etanólicos y la obtención de los metabolitos secundarios.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, la unidad experimental se conformó por 3 surcos de 1.35 m por 4 m de largo, lo que da una superficie de 16.2 m², el tamaño de la parcela en estudio fue de 324 m².

Las variables de respuesta evaluadas fueron: Porcentaje de control por especie de malezas predominantes: Se estimó el porcentaje de control de forma visual, con base a la densidad de población y ajustado por el grado de daño con respecto al testigo se les asignó un valor dentro de la escala de 0 a 100%, en donde 0 significó que la maleza no fue afectada y 100% que fue completamente inhibida o destruida (Champion, 2000).

Posterior a la aplicación de los herbicidas y extractos vegetales, se realizaron tres muestreos para determinar el porcentaje de control e identificar las especies de malezas predominantes en el cultivo, para lo cual se utilizó un



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

cuadrante de 0.25 m², que fue lanzado al azar dos veces en las parcelas tratadas. La evaluación del efecto de los tratamientos sobre las principales especies de malezas se realizó a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación (dda) de los tratamientos. La identificación de las malezas se realizó de acuerdo con los criterios establecidos por Espinosa y Sarukhán (1997) y Rzedowski y Rzedowski (2010).

A madurez comercial se evaluó el rendimiento en fresco del cultivo de nopal verdura (kg ha⁻¹), el peso se obtuvo con ayuda de una balanza digital. Para lo anterior, se pasaron los cladodios presentes en 2 metros lineales por unidad experimental, para posteriormente extrapolarlos a kg ha⁻¹.

Los datos de las variables evaluadas se procesaron mediante un análisis de varianza y prueba de comparación de medias Tukey. El análisis estadístico se realizó con el software Statistical Analysis System (SAS, 2003).

Para determinar la rentabilidad de cada tratamiento se tomó en cuenta el costo total (CT) y el ingreso total (IT), que sirvió de base para determinar el ingreso neto (IN) y la ganancia por peso invertido (GPI); se utilizarán las siguientes ecuaciones (Bueno et al., 2005):

Costo Total (CT). Es la suma de los costos fijos (CF) y variables (CV).

$$CT = (CF + CV)$$

Ingresos totales (IT) se deriva de la venta total del producto y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$IT = Py \cdot Y$$

Dónde:

Py= Precio del producto

Y= Producción ha⁻¹.

Ingreso neto (IN) es el monto en efectivo (ganancias) obtenido; se determina de la diferencia entre el Costo total (CT) y el ingreso total (IT).

$$IN = (IT - CT)$$

Ganancia por peso invertido (GPI) permite determinar la rentabilidad de los tratamientos evaluados. Se obtuvo dividiendo el Ingreso neto (IN) entre el Costo total (CT).

$$GPI = (IN / CT)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la parcela de estudio se identificaron cuatro especies de malezas, que fueron: verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) de la familia Portulacaceae, pasto llorón (*Eragrostis* sp.) de la familia Gramineae, pata de león (*Erigeron* sp.)



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

de la familia Asteraceae y mostacilla común (*Sisymbrium irio* L.) de la familia Brassicaceae (Rzedowski y Rzedowski, 2010).

En la Figura 1, se observa en la evaluación a los 7 y hasta los 21 dda con diuron se eliminó al 100 % la maleza *P. oleracea*, que estadísticamente fue diferente al extracto de *H. annuus*, donde el control fue en promedio del 75%. Cabe señalar, que los extractos vegetales presentaron diferencias significativas en comparación al testigo sin aplicación, donde se observó un cero por ciento de control. Lo anterior indica, que *P. oleracea* presentó susceptibilidad a los extractos vegetales. Efectos que también fueron registrados por Aguilar *et al.*, 2024 con un control del 60% sobre *P. oleracea* con la aplicación de *P. hysterophorus* y *H. annuus*.

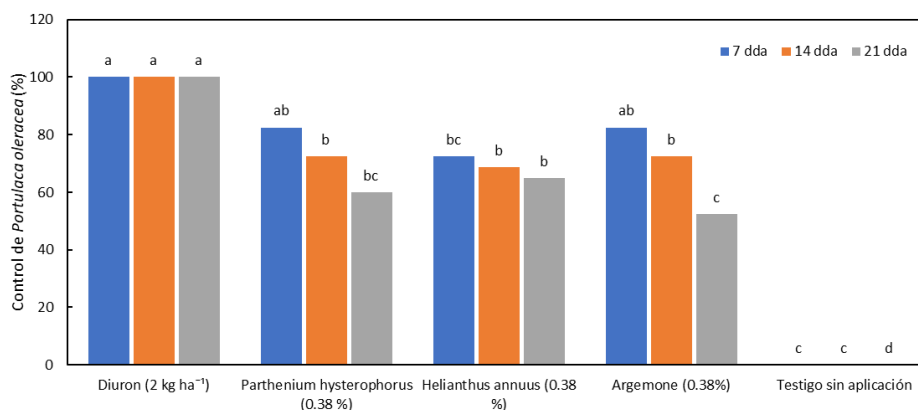


Figura 1. Efecto de diferentes extractos vegetales sobre el porcentaje de control de *Portulaca oleracea* en el cultivo de nopal.

En el muestreo sobre *Erigeron* sp. se observó que Diurón logró un control total en el número de malezas hasta los 21 dda (Figura 2). Es importante señalar, que el mayor rebrote de malezas se presentó en el testigo sin aplicación, el cual mostró diferencias estadísticas al herbicida y a los extractos vegetales. Para el caso de los *extractos vegetales con la aplicación de P. hysterophorus, H. annuus y A. munita se registró un control en promedio de 58, 60 y 40%, respectivamente, los cuales fueron estadísticamente diferentes al herbicida donde el control fue del 100%.*



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

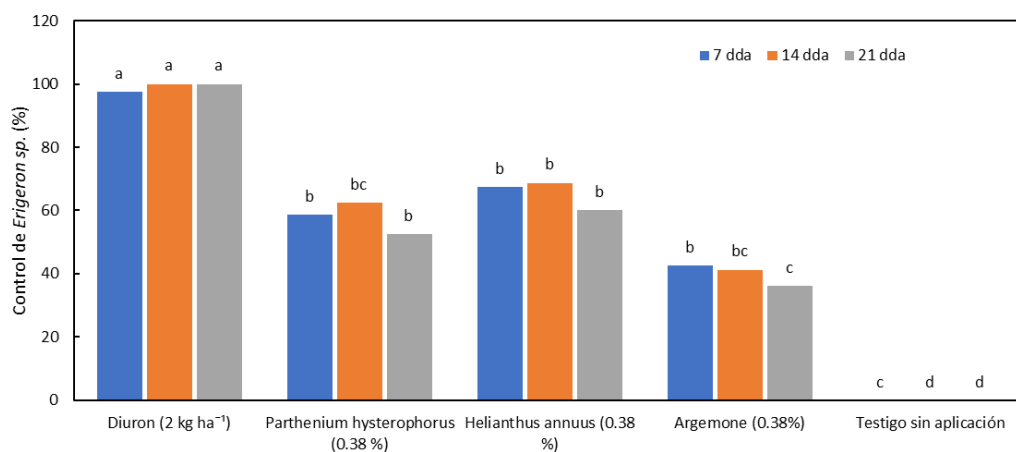


Figura 2. Efecto de diferentes extractos vegetales sobre el porcentaje de control de *Erigeron* sp. en el cultivo de nopal.

En *S. irio*, se observó que desde los 7 hasta 21 dda, el tratamiento de Diurón mostró un control del 100%, debido a que la población fue de cero (Figura 3). Por otro lado, se puede observar que después del herbicida, el extracto de *P. hysterophorus* fue el que mantuvo el mejor control en comparación a *H. annuus* y *A. munita*, posiblemente debido a la susceptibilidad al extracto, como lo observó Aguilar *et al.* (2024), con la aplicación de extractos vegetales. Cabe mencionar que, al realizar el análisis estadístico y la prueba de comparación de medias, el herbicida mostró diferencias a los extractos vegetales y estos a su vez al testigo sin aplicación.

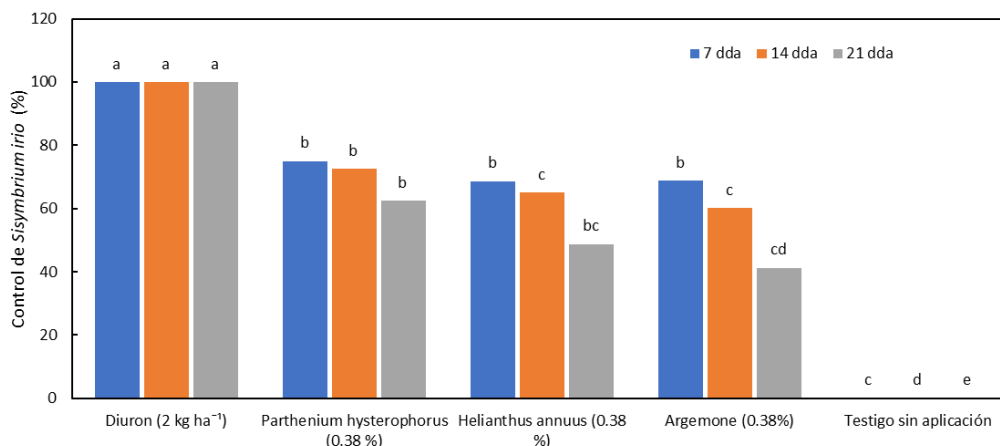


Figura 3. Efecto de diferentes extractos vegetales sobre el porcentaje de control de *Sisymbrium irio* en el cultivo de nopal.



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

En la evaluación a los 7 dda se encontró que la aplicación de Diurón ejerció un control total sobre *Eragrostis*, sp., lo cual se mantuvo hasta los 21 dda, contrario a lo registrado con los extractos vegetales, donde el control oscilo entre un 60 a 75%, valores que estadísticamente fueron diferentes al testigo sin aplicación, así como al herbicida. Esto indica que, *Eragrostis* sp. presentó susceptibilidad al herbicida y los extractos vegetales utilizado (Aguilar *et al.*, 2024; Herrera, 2025). Cabe indicar, que la población más alta se observó en el testigo sin aplicación donde el control fue del cero por ciento (Figura 4).

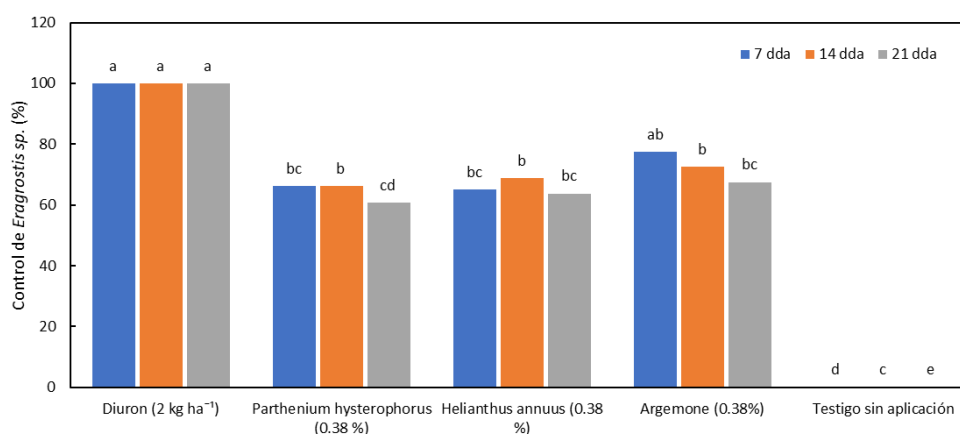


Figura 4. Efecto de diferentes extractos vegetales sobre el porcentaje de control de *Eragrostis* sp. en el cultivo de nopal.

En el rendimiento de nopal (Figura 5), se encontró que con el herbicida se presentaron diferencias significativas a los extractos vegetales y al testigo sin aplicar. El mayor rendimiento de nopal se presentó con diuron, seguido de la aplicación de *P. hysterophorus*, *H. annuus* y *A. munita*, estos no mostrar diferencias significativas entre sí. Es importante mencionar, que el rendimiento más bajo se observó en el testigo sin aplicación, la alta población de malezas afecto el rendimiento del cultivo. Por lo que el manejo de malezas es indispensable en la producción del cultivo (Aguilar *et al.*, 2024).



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

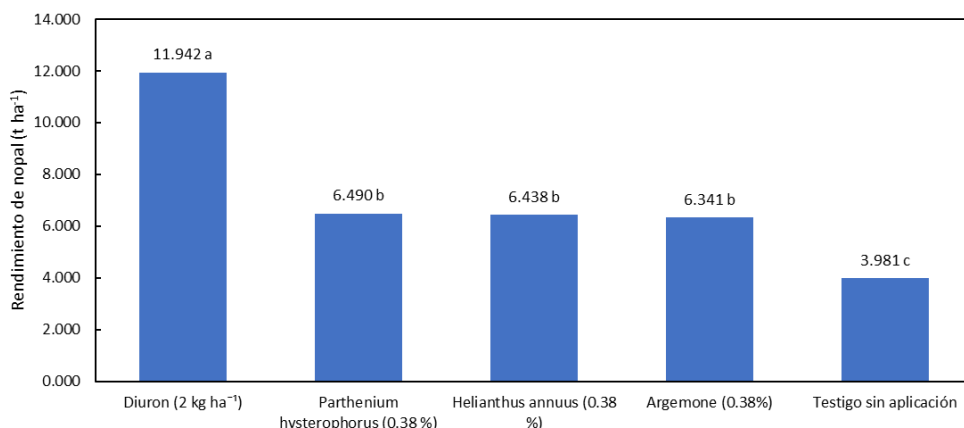


Figura 5. Efecto del control de malezas sobre el rendimiento en el cultivo de nopal.

En cuanto a la rentabilidad en la producción en el cultivo del nopal por efecto de los herbicidas y extractos vegetales, se encontró, que la aplicación de diuron generó el mayor IN (\$ 78,311.00) e IT (\$ 95,536.00), lo que generó una mayor GPI, ya que, por cada peso invertido se recuperó \$ 4.55 (Cuadro 9). Con la aplicación de los extractos vegetales se aumentaron los costos de producción (CT), asimismo, también se observó una disminución en la producción del cultivo, lo que, ocasiono una reducción en el IN, no obstante, se logró observar una rentabilidad positiva ya que en promedio la GPI fue de \$ 1.75. Es importante señalar, que el testigo sin aplicar presentó la menor ganancia por peso invertido (\$ 1.09) respecto a la aplicación de los herbicidas y extractos vegetales. El uso de herbicidas genera una mayor productividad y rentabilidad con relación a los extractos vegetales en el cultivo de nopal, así mismo, cuando no se control la maleza se pueden llegar a presentar pérdidas económicas.

Cuadro 1. Efecto del control de malezas sobre la rentabilidad del cultivo de nopal

Tratamientos	CT (\$)	IT	IN	GPI
1. Diuron (2 kg ha ⁻¹)	17,225.00	95,536.00	78,311.00	4.55
2. Parthenium hysterophorus (0.38%)	18,695.00	51,920.00	33,225.00	1.78
3. Helianthus annuus (0.38%)	18,695.00	51,504.00	32,809.00	1.75
4. Argemone (0.38%)	18,695.00	50,728.00	32,033.00	1.71
5. Testigo sin aplicación	16,145.00	32,768.00	17,123.00	1.09

Ingresos totales (IT), costos totales (CT), ingresos netos (IN) y ganancia por peso invertido (GPI)

CONCLUSIONES



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

En el estudio se identificaron cuatro especies de malezas que fueron: verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), pata de león (*Erigeron* sp.), pasto llorón (*Eragrostis* sp.) y mostacilla común (*Sisymbrium irio* L.). El mayor control de malezas se logró con la aplicación de diuron, seguido de la aplicación de *Helianthus annuus*, *Parthenium hysterophorus* y *Argemone munita*, los cuales presentaron un control significativo respecto al testigo sin aplicación. El mayor rendimiento del nopal se logró con el uso del herbicida (diuron), seguido de los extractos vegetales, los cuales mostraron una producción significativa respecto al testigo sin aplicación. En la rentabilidad del cultivo se encontró que la aplicación del herbicida logró un mayor ingreso neto y ganancia por peso invertido en comparación a los extractos vegetales donde también se registró una rentabilidad positiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar CC; Escalante EJAS; Pérez RA; Herrera LIE (2024). Evaluación de extractos vegetales como herbicidas para el control de maleza en el cultivo de nopal verdura. Soluciones Integrales para Desafíos Complejos- Ciencias Administrativas Huatulco 2024. 1-5.
- Bueno JJE; Alonso LA; Volke HV; Gallardo LF; Ojeda RMM; Mosqueda VR (2005). Respuesta del papayo a la fertilización con nitrógeno, fosforo y potasio en un luvisol. Terra Latinoamericana. 23(3):409-415.
- Champion GT (2000). Bright and the field scale evaluations herbicides tolerant. G M Trials. AICC Newslwttter.
- Celis MA; González MA; Gama L (2009). Composición química y propiedades funcionales de la fibra de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y su potencial como ingrediente alimentario. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 59(3), 271-278.
- Espinosa-García FJ; Sarukhán J (1997). Manual de malezas del Valle de México. Ediciones Científicas Universitarias UNAM-Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 407 pp.
- Herrera LIE (2025). Estimación de herbicidas en la población de malezas y su productividad en nopal para verdura. Tesis de licenciatura. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. 68 p.
- Maki-Díaz G; Peña C; García-Nava R; Anaya-Rosales S (2015). Características físicas y químicas de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*) para exportación y consumo nacional. Agrociencia, 49(1): 31-42.
- Moran LJ; Teede HJ; Joham AE (2013). Dietary composition in the treatment of polycystic ovary syndrome: A systematic review to inform evidence-based guidelines. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 113(4): 520-545.
- Patel S (2011). Aspectos nocivos y beneficiosos de *Parthenium hysterophorus*: Una actualización. 3 Biotech, 1, 1–9. <https://doi.org/10.1007/s13205-011-0007-7>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Rzedowski GC; Rzedowski J (2010). Flora fanerogámica del Valle de México. 1er Edición digital. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.

SAS (2003) Institute SAS/STAT user's guide Release 9.1. SAS Institute. Cary, NC, USA.

Sepúlveda J; González M; Gama L (2003). Composición química y propiedades funcionales de la fibra de nopal (*Opuntia ficus-indica*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 53(3): 271-278.

SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera) (2023). SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). México. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/agricultura-produccion-anual/> (consultado en septiembre de 2023).

Verdeguez M; García JM; García M (2020). La cosecha de agua de lluvia en la agricultura: una revisión de técnicas y aplicaciones. Revista de Ingeniería Agrícola y Biosistemas, 12(1): 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.ria.2020.01.001>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA PROVENIENTE DE LA PLANTA PURIFICADORA UBICADA EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO

Domínguez Bracho Fernando²; Lara Ortiz Briseida¹; Vanegas Parra Emma Luz¹; Pensabén Esquivel José Manuel²;

TecNM-de Durango. ¹Depto. de Ingenierías Química-Bioquímica. ²Depto. de Ciencias de la Tierra. ¹Departamento de Ciencias de la Tierra. TecNM-Durango.

Durango, Dgo. C.P. 34080. México. ²Departamento de Ingenierías Química-Bioquímica. TecNM-Durango. Durango, Dgo. C.P. 34080. México. Autor de

correspondencia: mpensaben@itdurango.edu.mx

RESUMEN

Hoy en día, la mayoría de la población prefiere consumir agua de plantas purificadoras o manantiales y no tanto agua proveniente de los pozos conectados a las redes municipales que llegan a sus casas, porque no la sienten segura en cuanto a sus características bacteriológicas, físicas, organolépticas, químicas y radioactivas. El Instituto Tecnológico de Durango (ITD) cuenta con su propia planta purificadora y se suministra de agua a través de la red municipal constituida por pozos subterráneos abastecidos por el Acuífero Valle del Guadiana, quien se caracteriza por contener altas concentraciones de fluoruro y arsénico por encima del límite permisible. De allí el interés por determinar las concentraciones de minerales, con el fin de conocer la calidad del agua que se está ofreciendo. El proceso utilizado en la planta incluye filtros: arena-grava, carbón activado y filtro suavizador; sistema de osmosis inversa; filtro pulidor; purificador de luz ultravioleta y un generador de ozono. Los resultados de los parámetros analizados muestran ausencia de los metales calcio, hierro, cromo, cobre y carbonatos. baja concentración de potasio, cloruros, sulfatos, fosfatos, nitratos, nitrógeno total y oxígeno disuelto. La concentración de sodio, magnesio, bicarbonatos, sólidos solubles y conductividad eléctrica se encuentran dentro de los valores adecuados. la dureza total permite considerarla como agua semiblanda y con un pH ligeramente ácido. La metodología utilizada corresponde al descrito en el estuche portátil de la marca Hanna Instruments, consistente del kit específico para pruebas químicas, HI3817, que, a través de titulación, colorimetría y medición directa, mide la calidad del agua.

Palabras clave: planta purificadora, Kit H13817 Hanna Instruments, análisis de agua purificada.

ABSTRACT

Nowadays, most of population prefers consuming water from water purification plants or springs, other than consuming water from the municipal networks that reach their homes, as they don't consider it safe enough in terms of its bacteriological, physical, organoleptic, chemical and radioactive qualities. The Durango Institute of Technology (ITD) has its own purification plant and supplies water from the municipal network, wich is fed by underground wells mostly supplied by the Guadiana Valley Aquifer, known for containing high concentrations of fluoride



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

and arsenic above the allowed limit. This led to the interest in determining the concentrations of minerals in order to assess the quality of the water being offered. The procedures included in the water purification plant include the following filters: sand-gravel, activated carbon and softening filter; also includes a reverse osmosis system; a polishing filter; ultraviolet light purifier; and an ozone generator.

The results of the analyzed parameters show the absence of the metals calcium, iron, chrome, copper and carbonates; the concentration of potassium, chlorides, sulfates, phosphates, nitrates, total nitrogen and dissolved oxygen. The concentration of sodium, magnesium, bicarbonates, total dissolved solids and electrical conductivity were found within the allowed limits. The total water hardness allows the water to be considered as a semi soft water with a slightly acidic pH. The methodology used is in accordance to the procedure described in the portable test kit by Hanna Instruments, consisting of the specific kit for chemical tests, HI3817, which measures water quality through titration, colorimetry and direct measurement.

Keywords: Purification plant, Hanna Instruments HI3817 kit, purified water analysis.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Durango hay un sinnúmero de pozos por medio de los cuales se distribuye el agua a los 39 municipios que conforman a la Entidad Federativa. La principal fuente de abastecimiento para la Ciudad de Durango proviene del acuífero Valle del Guadiana (figs.1 y 2), definido con la clave 1003, por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y se localiza en la porción centro-sur del estado de Durango, entre los paralelos 23° 27' y 24° 29' de latitud norte y 104° 19' y 105° 08' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 4,817 km². Además, abastece a los municipios de Canatlán, Pánuco de Coronado, Mezquital y Nombre de Dios. La caracterización hidro geoquímica y su análisis fisicoquímico correspondiente incluyen parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, iones principales, temperatura, conductividad eléctrica, pH, Eh, nitratos, dureza total, sólidos totales disueltos, Fe, Mn, coliformes fecales y totales https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/durango/DR_1003.pdf.

El acuífero del Valle de Guadiana está clasificado como sobreexplotado y contiene altas concentraciones de fluoruro con valores que oscilan entre 2.22 y 7.23 ppm y que superan los límites máximos permitidos (1.5 ppm) según la Norma Oficial Mexicana OM-041-SSA1-1993 y NOM-127-SSA1-1994, lo que representa un riesgo para la fluorosis dental (Gutiérrez Rodríguez *et al.*, 2024). En algunas localidades también se presentan concentraciones apreciables de arsénico y cromo (Cr), debido a la composición geológica del lugar (Arreguín *et al.* 2025).



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620



Figura 1. Manto acuífero del Valle del Guadiana (Gutiérrez Rodríguez et al.2024)

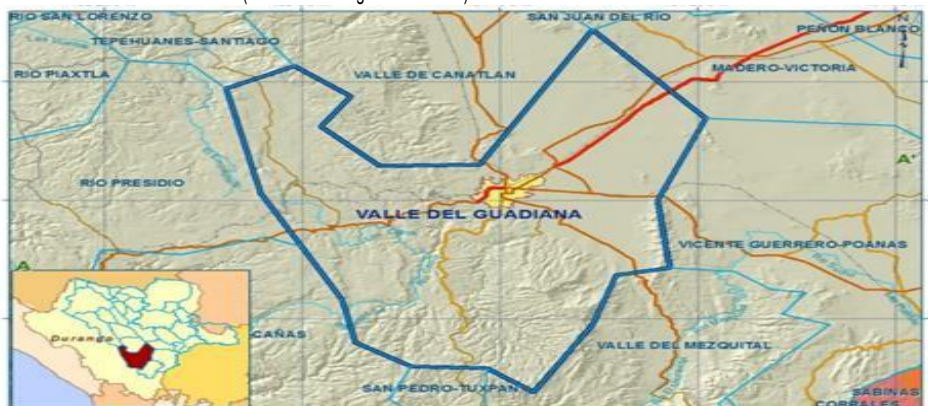


Figura 2. Manto acuífero del Valle del Guadiana. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/durango/DR_1003.pdf

Características fisicoquímicas del agua. Las características fisicoquímicas y microbiológicas que debe presentar el agua de acuerdo con la Norma Mexicana se indican en las tablas 1,2 y 3.

Cuadro 1. Especificaciones sanitarias químicas

Parámetros	Límite permisible (mg/L)
Cianuros totales	0.07
Dureza total	500.00
Fluoruros	1.50
Nitrógeno amoniacal	0.50
Nitrógeno de nitratos	11.00
Nitrógeno de nitritos	0.90
Sólidos disueltos	1000.00
Sulfatos	400.00
Sustancias activas al azul de metileno	0.50



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021

Cuadro 2. Especificaciones sanitarias de metales y metaloides

Parámetros	Límite permisible (mg/L)
Aluminio	0.20
Arsénico	0.025
Bario	1.3
Cadmio	0.005
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Hierro	0.30
Manganeso	0.15
Mercurio	0.006
Níquel	0.07
Plomo	0.01
Selenio	0.04

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021

Cuadro 3. Especificaciones sanitarias

Parámetros	Límite permisible
<i>E. coli</i> o Coliformes termo tolerantes	<1.1 ó no detectable NMP/100 mL <1 UFC/100 mL
<i>Giardia lamblia</i>	Ausencia/100 mL

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021

Pozos de agua en el Municipio de Durango. El abastecimiento de agua en la Ciudad de Durango se realiza a través de 96-98 pozos perforados (fig. 3), que se encuentran en operación e interconectados por medio de redes que son administradas por la Empresa Aguas del Municipio de Durango (AMD), organismo encargado de abastecer de agua a la población y al ITD. De ellos se extraen 2 mil 400 litros por segundo (Corrujedo, C.R., 2023). La interconexión se hace con el fin de que si en un momento dado alguno de los pozos tiene baja capacidad de agua, se le pueda suministrar agua de otros pozos más cercanos a la zona.



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620



Figura 3. Ubicación geográfica de los pozos y tanques, dentro de la ciudad de Durango, Dgo. Fuente: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99854/PPMMS_Victoria_de_Durango_Dgo.pdf

La ubicación de algunos pozos administrados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), se indica en la figura 4.

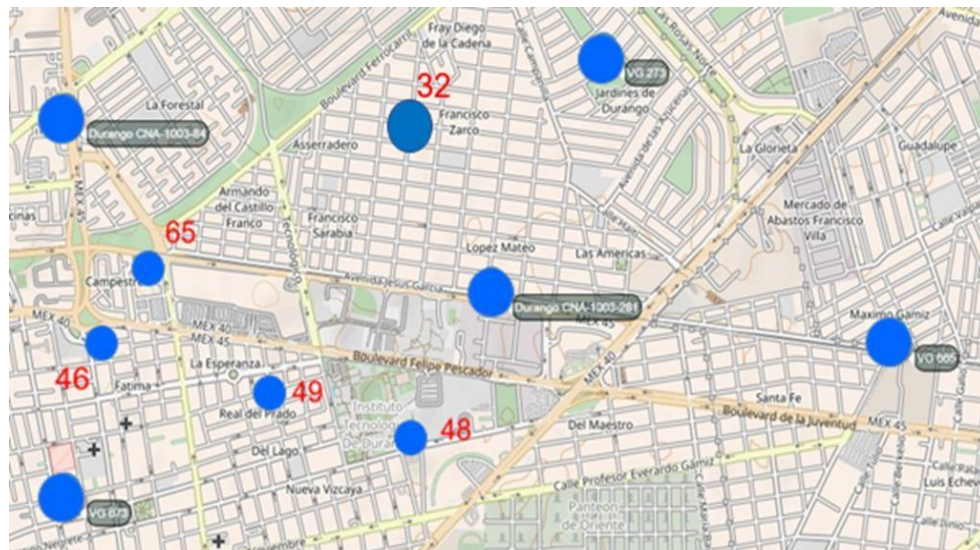


Figura 4. Ubicación de los pozos cercanos al ITD Fuente: <https://sigagis.conagua.gob.mx/rp20/>

Características de algunos pozos (<https://sigagis.conagua.gob.mx/rp20/>)

Pozo Durango CNA-1003-281

Ubicación: Durango, Acuífero Valle del Guadiana

Elevación: 1885.19 m

Coordenadas: 24.03542, -104.64235

Distancia al ITD: Aproximadamente 0.6 km

Niveles de agua (m): 2001: 24.6 | 2009: 8 | 2011: 23 | 2014: 24.85 | 2016: 16 | 2024: 51

Pozo VG 673



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Ubicación: Durango, Acuífero Valle del Guadiana

Elevación: 1894.23 m

Coordenadas: 24.028917, -104.658333

Distancia al ITD: Aproximadamente 1.19 km

Niveles de agua (m): 2007:15 | 2008:16.5 | 2009:15.6 | 2010:18 | 2011:16 | 2012:18 | 2013:17 | 2014:16.6 | 2015:16

Pozo VG 665

Ubicación: Durango, Acuífero Valle del Guadiana

Elevación: 1886.95 m

Coordenadas: 24.03375, -104.627167

Distancia al ITD: Aproximadamente 2.03 km

Niveles de agua (m): 2008: 16.1 | 2014: 15.5

Pozo VG 273

Ubicación: Durango, Acuífero Valle del Guadiana

Elevación: 1883.12 m

Coordenadas: 24.042778, -104.638056

Clave: 1003

Distancia al ITD: Aproximadamente 1.57 km

Niveles de agua (m): 2001: 29.9 | 2007: 13.3 | 2024: 16

Pozo Durango CNA-1003-84

Ubicación: Durango, Acuífero Valle del Guadiana

Elevación: 1893.92 m

Coordenadas: 24.040944, -104.658306

Clave: 1003

Distancia al ITD: Aproximadamente 1.58 km

Niveles de agua (m): 2015: 42 | 2016: 32.3 | 2019: 39 | 2022: 35.4 | 2023: 40 | 2024: 41

MATERIALES Y MÉTODOS



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

La metodología utilizada para la cuantificación de minerales se hizo por espectrofotometría, descrita en el manual del equipo HACH DR 2800 y en el de Hanna Instruments, consistente del kit específico para pruebas químicas, HI3817, técnicas que a través de titulación, colorimetría y medición directa, miden la calidad del agua (fig.5). La recolección de la muestra se realizó de acuerdo a lo establecido en la NOM 127 SSA 2001.



Figura 5. kit Hanna- HI3817 y el conjunto de estándares de calibración para diferentes minerales

Ubicación de la Planta Purificadora de Agua del ITD. Los pozos subterráneos que abastecen de agua a las instalaciones del ITD en la zona sur, son los correspondientes a los números 48 y 49 y los de la zona norte son los correspondientes a los números 32 y 65 (fig. 4), estos últimos ubicados en la Col. Fco. Zarco y Col. Armando del Castillo Franco, respectivamente, y que son los pozos cercanos a la planta purificadora del ITD. Probablemente también esté conectado el pozo ubicado lateralmente hacia la parte oriente de la planta, que pertenece a la Comisión Federal de Electricidad.

La ubicación de las áreas norte y sur del Instituto Tecnológico, de se ilustra en la figura 5



Figura 5. Mapeo de las zonas norte y sur que ocupa el Instituto Tecnológico de Durango. Fuente: Adaptado de Google Earth, 2019.
https://earth.google.com/web/@24.03461183,-104.64393064,1881.48301797a,1378.68491694d,35y,347.78150231h,0t,0r/data=CksaRRI_CiUweDg2OWJin2M0YThhMWIOMTk6MHg1NDBkYjA1Yjg0ZDM3MDE0KhZJbnN0aXR1dG8gVG9ibm9sw7NnaWNvGAUICCAFCAGgA_Sg0IARAA



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Descripción del proceso y equipo utilizado en la planta purificadora (Figura 6). El agua que llega a la planta purificadora proveniente de pozos de la red municipal (1), se almacena en una cisterna con capacidad de 2500 litros (2), desde donde se bombea (3) y se hace pasar por tres filtros: arena-grava (4), para retener partículas suspendidas, carbón activado (5), para eliminar contaminantes orgánicos que dan sabor, olor y color al agua, y filtro suavizador (6), para disminuir la dureza del agua formada por minerales presentes: calcio, magnesio, hierro y manganeso. En seguida, se hace pasar por el equipo de osmosis inversa (7), para eliminar partículas en suspensión hasta un 99%. Posteriormente se almacena en una cisterna de aguas tratadas (8) desde donde se bombea (9) y se envía a un filtro pulidor (10), para garantizar que ninguna partícula mayor de 5 micras esté presente en el agua y pueda tener una apariencia más clara y brillante. Después pasa por un tratamiento con luz ultravioleta (11), para controlar la presencia de virus y bacterias que lleva el agua. De allí pasa por un ozonizador (12) para la desinfección y limpieza del equipo y simultáneamente por un Venturi (13), dispositivo que aumenta la velocidad y disminuye la presión estática. Previamente los garrafones se lavan y enjuagan (14) y finalmente el agua purificada llega al área de llenado de garrafones (15).

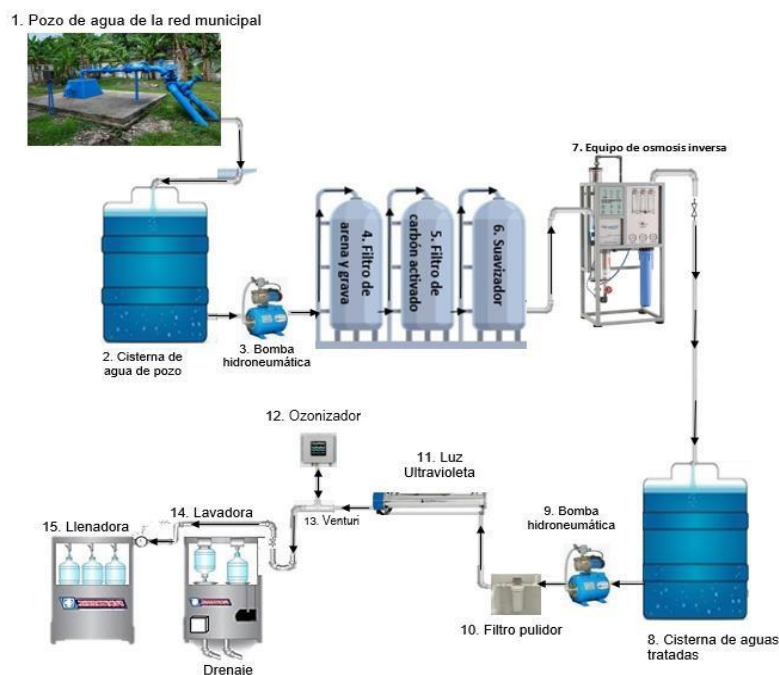


Figura 6. Diagrama del proceso y equipo utilizado en la planta purificadora de agua del ITD

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros analizados del agua de la planta purificadora, fueron: calcio, magnesio, potasio, sodio, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, fosfatos, nitratos, nitritos, hierro, cromo, cobre, nitrógeno total, oxígeno disuelto, sólidos solubles totales y dureza total (Cuadro 1). Resultados del análisis realizado al agua proveniente de la Planta Purificadora del I.T.D.



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Determinaciones	Resultados		Límites Permisibles	
pH	6.28		6.5-8.5	LIGERAMENTE ACIDA
C.E. Milimhos/cm 25°C	0.065		0.5-1.0	ADECUADA
CATIONES				
	meq/IT	ppm		
Calcio (meq/LT)	0	0	0.5-6 me/L	AUSENTE
Magnesio (meq/IT)	0.916666667	11	0.2-6 me/L	ADECUADO
Potasio (meq/IT)	0.042105263	0.8	0.1-1.0 me/L	BAJO
Sodio	0.136363636	1.5	0-10 meq/l	PERMISIBLE
SUMA	1.095135566			
ANIONES				
Cloruros (meq/IT)	0.011111111	0.4	< 4.0 me/L	ADECUADO
Sulfatos (meq/IT)	0.387755102	19	1-5 me/L	ADECUADO
Carbonatos (meq/IT)	0	0	< 1.5 me/L	AUSENTE
Bicarbonatos (meq/IT)	0.588	1.5	3-5 me/L	ADECUADO
Fosfatos	0.032258065	1	1-3 me/L	BAJO
Nitratos	0.001612903	0.1	1-3 me/L	BAJO
SUMA	1.019124278			
Metales pesados				
Hierro	0.010714286	0.6	<2.0 ppm	ADECUADO
Cobre	0	0	< 1.5 ppm	AUSENTE
OTROS ANALISIS				
Nitrogeno total		0.3	25 ppm	BAJO
Oxigeno disuelto		0.1	>4.0	BAJO
Solidos solubles Totales		0.71 MG/L	<72	En norma
Dureza Total		92	> 50	AGUA SEMIBLANDA
RAS (RELACIÓN DE ADSORCIÓN DEL SODIO)	11	5.5	2.34520788	0.639602149

CONCLUSIONES

El agua que se ofrece en la planta purificadora del Instituto Tecnológico de Durango cumple con las especificaciones indicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, ya que se encuentra dentro de los límites permisibles de la calidad del agua, en cuanto a su contenido de calcio, magnesio, potasio, sodio, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, fosfatos, nitratos, nitritos, hierro, cromo, cobre, nitrógeno total, oxígeno disuelto, sólidos solubles totales y dureza total señalada como semiblanda, que en su conjunto total le hacen ser un agua inocua, por ser de buena calidad, limpia, segura y apta para su consumo. Por lo tanto, la planta purificadora de agua dentro del plantel contribuye a la sustentabilidad y economía, tanto del personal que allí labora como a la base estudiantil que allí acude.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aquae Fundación (2025). La importancia del agua en los seres vivos. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/importancia-del-agua/>. Fecha de consulta: 25 de febrero del 2025.

Arreguín CFI; Chávez GR; Soto NPR (s.a.). Concentraciones de arsénico por encima del límite permisible han sido detectadas en el acuífero del Valle del Guadiana. Una revisión de la presencia de arsénico en el agua subterránea en México. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

<https://defiendelasierra.org/wp-content/uploads/2021/11/Arsenico-en-Mexico.pdf>. Consulta: febrero 2025.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2024). Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el acuífero Valle del Guadiana (1003), Estado de Durango. Subdirección General Técnica. Gerencia de aguas Subterráneas.

https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/durango/DR_1003.pdf. Recuperado 25/2/ 2025

Corrujedo CR (2023). Aguas del Municipio de Durango (AMD). <https://oem.com.mx/el-soldedurango/local/operan-98-pozos-para-abastecer-de-agua-a-los-duranguenses-16343066>. Fecha de consulta: 26 de febrero del 2025.

Gutiérrez REA; Alcázar MFA; Alarcón HMT; Rodríguez RMDJ (2024). Análisis de la distribución espacial de la calidad del agua en el acuífero Valle del Guadiana. Realidad, Datos y Espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía. INEGI. Edición: Vol. 15, Núm. 3. ISSN 2395-8537.

<https://rde.inegi.org.mx/index.php/2024/09/20/analisis-de-la-distribucion-espacial-de-la-calidad-del-agua-en-el-acuifero-valle-del-guadiana/>. Fecha de consulta: 26 de febrero del 2025.

Hach DR (2800). Doc022. 92.00720. (2013). Manual del usuario. Edición 4. https://www.google.com/search?q=hach+2800+spectrophotometer+manual&oq=HACH+2800&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqCQgBEAAYExi

Hanna Instruments. Kit químico de pruebas para la calidad del agua. <https://hannainst.com.mx/test-kit-calidad-del-agua-5-alcalinidad-cloruro-du-hi3817>.

NOM-117-SSA1-08-16-95 Norma Oficial Mexicana (1994). Bienes y servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica.

<http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/1995/117-ssa1.pdf>

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1- (2021). <https://dof.gob.mx/notadetalle.php?codigo=5650705&fecha=02/05/2022#gsc.tab=0>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

RESPUESTA DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) VAR. FLOR DE JUNIO LEÓN A ESTRÉS TÉRMICO CON DISTINTOS TRATAMIENTOS

Carlos Ramírez Rodríguez ¹, Cesar Leobardo Aguirre Mancilla², Francisco Cervantes Ortiz ², Jorge Alberto Acosta
Gallegos ³; Leandris Armentel ⁴

¹Estudiante de posgrado, TecNM-Roque, ²Investigador, TecNM-Roque, ³Investigador, Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales Agrícolas y Pecuarias, ⁴Investigador, TecNM-Sonora.*Autor de correspondencia: oleinismora@gmail.com

RESUMEN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo esencial para la seguridad alimentaria, especialmente en México, la variedad "flor de junio" es valorada por su calidad nutritiva. Sin embargo, el cambio climático ha incrementado la frecuencia de olas de calor, lo que impacta negativamente la producción del cultivo, ya que el estrés térmico afecta procesos clave como la floración y la formación de frutos. Este estudio evalúa la respuesta de la variedad "flor de junio" a condiciones de estrés térmico, mediante la aplicación de tratamientos con nutrientes y reguladores del crecimiento. La siembra se realizó en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ), utilizando riego por goteo y control de plagas mediante métodos químicos. Se evaluaron variables como biomasa, número de vainas, peso de cien semillas y rendimiento en kg/ha. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos, destacando T7, T1, T6, y T2, que mostraron mejor desempeño en variables como biomasa y número de vainas. En particular, los tratamientos con magnesio y hormonas de crecimiento mostraron una reducción en la pérdida de flores bajo estrés térmico, lo que sugiere que estos suplementos podrían ser eficaces para mejorar la resiliencia de las plantas frente al calor extremo. Los hallazgos subrayan la importancia de los tratamientos foliares para mitigar los efectos del calor en el rendimiento del frijol. Estos resultados son clave para la adaptación de prácticas agrícolas en el contexto del cambio climático, ofreciendo estrategias para mejorar la productividad y sostenibilidad de este cultivo.

Palabras clave: frijol común, estrés térmico, tratamientos foliares, cambio climático.

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, desempeñando un papel crucial en la seguridad alimentaria y la nutrición de millones de personas, como lo mencionan (Menacé



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

et al., 2024). En México, la variedad "flor de junio" es especialmente valorada por su adaptabilidad y calidad nutritiva (Acosta *et al.*, 2014). Sin embargo, el cambio climático ha llevado a un aumento en la frecuencia e intensidad de las olas de calor, lo que representa un déficit en la producción de dicho cultivo.

El estrés térmico puede afectar negativamente el desarrollo y rendimiento de las plantas, provocando cambios fisiológicos y bioquímicos que impactan la floración, la fecundación y la formación de frutos. En este contexto, es fundamental entender cómo las distintas variedades de frijol responden a condiciones de estrés térmico y qué tratamientos agronómicos pueden mitigar esto (Arredondo *et al.*, 2020).

Este estudio se centra en evaluar la respuesta de la variedad "Junio León" del frijol a condiciones de estrés térmico, utilizando diferentes tratamientos que incluyen la aplicación de nutrientes y reguladores del crecimiento. A través de este enfoque, se pretende identificar estrategias que favorezcan la resiliencia de esta variedad frente al estrés térmico, contribuyendo así a su manejo sostenible ya la seguridad alimentaria en un contexto de cambio climático.

MATERIALES Y MÉTODOS

La variedad Junio León, derivada de la cruce simple de Flor de Junio Marcela x Flor de Mayo Anita se proporcionó por el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), una variedad de hábito indeterminado-postrado. La siembra se realizó de forma mecánica a razón de nueve semillas por metro, con una distancia entre surcos de 75 cm. Se estableció un riego por goteo controlado manualmente.

Las aplicaciones de los tratamientos foliares se realizaron de forma manual cuando las plantas entraron a la etapa de pre floración. Los tratamientos fueron T1= , T2= , T3= , T4 = , T5= , T6= , y T7 testigo con aplicación de agua. El control de malezas, plagas y enfermedades se realizó de forma química siguiendo la dosificación recomendada en los envases.

Las variables evaluadas fueron biomasa (g), que se midió pesando el total de plantas por tratamiento en cada parcela, número de vainas (unidades), que se obtuvo tras la limpieza de cada tratamiento, peso de cien semillas (g), el cual se obtuvo tras pesar 100 semillas al azar de cada repetición en tratamientos, y rendimiento (kg ha-



¹), el cual se obtuvo mediante el rendimiento por m², después realizando una multiplicación para obtener el rendimiento total por hectárea.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante análisis de varianza de clasificación simple. Cuando existieron diferencias significativas entre los tratamientos se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para niveles de significación del 5 y el 1%. El procesamiento se realizó en el paquete estadístico profesional STATISTICA, versión 14.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los estudios del número de vainas son muy importantes por la contribución de esta variable al rendimiento. Trabajos desarrollados por Barrios-Gómez *et al.* (2011) ante un escenario de cambio climático encontraron una reducción del 12% por efecto del incremento de la temperatura en 3.5 °C en la variedad de frijol Flor de Mayo. Tal resultado confirma el efecto adverso de la temperatura en la producción de vainas en frijol.

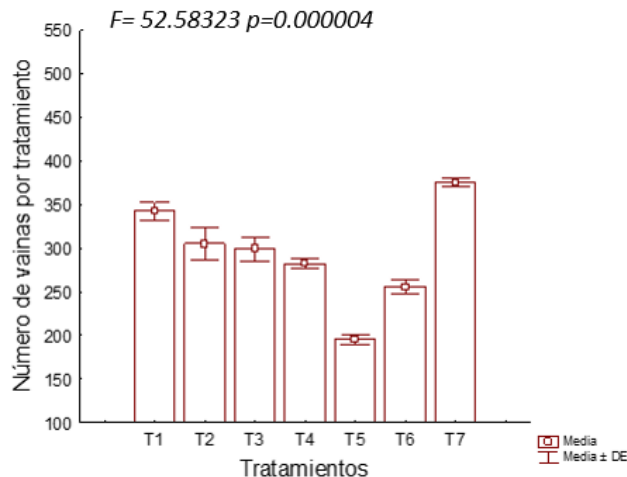


Figura 2. Número de vainas por tratamientos, expresado en unidades

Los tratamientos sobresalientes fueron T6, T7, T2 y T5, sin diferencias significativas entre sí, y el tratamiento donde se obtuvo menor biomasa fue el T4. Este resultado quizás se debió a que el exceso de magnesio disminuye la concentración de potasio (Morales, 2005), lo que produce estrés generando una reducción del crecimiento vegetativo de las plantas, sobre todo la porción aérea, debido a un incremento de la síntesis del ácido abscísico y un descenso del contenido de citoquininas (Azcon-Bieto & Talon, 1996).

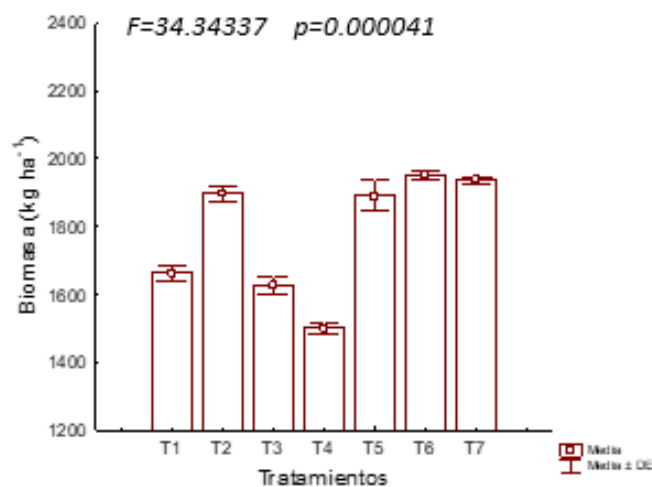


Figura 2. Biomasa de cada tratamiento, expresada en kg ha⁻¹

En la variable número de plantas el tratamiento más sobresaliente fue el T7, con diferencias altamente significativas con respecto a los seis tratamientos restantes.

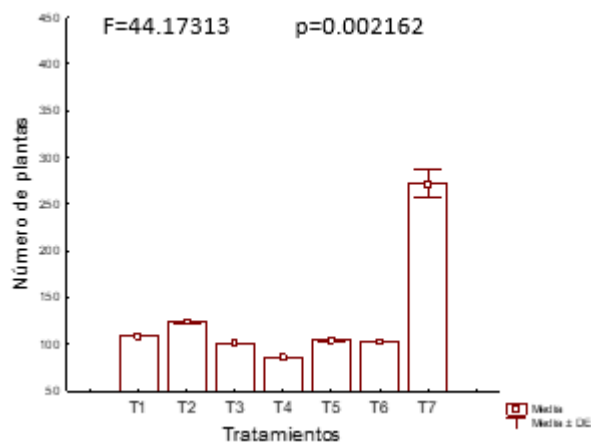


Figura 3. Número de plantas por tratamiento, expresado en unidades.

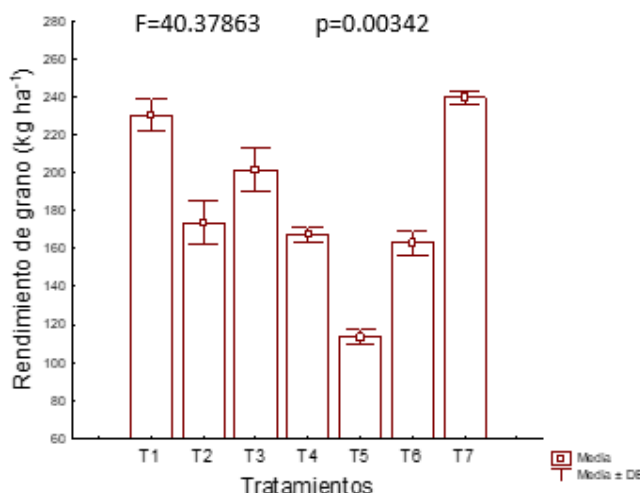


Figura 4. Rendimiento promedio de cada tratamiento, expresado en kg/ha⁻¹

En la variable rendimiento los tratamientos sobresalientes fueron el T1 y T7 sin presentar diferencias significativas, y el que obtuvo menor rendimiento fue el T5. Los resultados enfatizan la importancia de las condiciones ambientales óptimas para el crecimiento y desarrollo de las plantas, especialmente en lo que respecta a la temperatura. La literatura indica que las temperaturas favorables para la mayoría de los cultivos oscilan entre 20°C y 30°C; sin embargo, cuando las temperaturas superan los 35°C, las plantas experimentan efectos negativos por el estrés térmico y la abscisión de flores, que afectan directamente el rendimiento (Zhang et al., 2021). En este estudio, se observaron que temperaturas superiores a 35°C que resultaron en una abscisión significativa de estructuras reproductivas, lo que coincide con lo reportado en investigaciones previas sobre la sensibilidad de las plantas a condiciones extremas (Lozano-García & Ramos, 2022). La aplicación de tratamientos foliares con magnesio y hormonas de crecimiento mostró efectos positivos en la resiliencia de las plantas. En condiciones de estrés térmico, se observó una reducción de aproximadamente el 15% en la pérdida de flores en comparación con plantas sin tratamiento, lo que confirma la importancia de estos suplementos en la mitigación del estrés abiótico. Este hallazgo es coherente con estudios que sugieren que la aplicación de nutrientes foliares puede mejorar la tolerancia al calor en cultivos, ayudándolos a mantener la productividad en rangos de temperatura menos favorables (Juárez-López et al., 2022).

En particular, en temperaturas cercanas a los 40°C, las plantas tratadas con magnesio y hormonas exhibieron una mayor estabilidad en el desarrollo de grano y menor abscisión de estructuras reproductivas. Estos resultados refuerzan la evidencia existente sobre el papel protector de ciertos minerales y fitohormonas, especialmente en condiciones que exceden los rangos óptimos de temperatura. Así, proponemos que la



inclusión de estos tratamientos foliares podría ser una estrategia viable para agricultores que enfrentan condiciones climáticas extremas (García *et al.*, 2023).

Por otro lado, estos resultados resaltan la necesidad de adaptar las prácticas agrícolas ante el cambio climático, ya que las temperaturas extremas son cada vez más frecuentes. En este sentido, creemos que una estrategia de gestión ambiental que incluya el monitoreo climático y la aplicación de productos específicos puede ser clave para mitigar el impacto del calor extremo en la agricultura, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y resiliencia agrícola global (Lozano-García & Ramos, 2022; Juárez-López *et al.*, 2022).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta-Gallegos JA; Montero-Tavera V; Jiménez-Hernández Y; Anaya-López JL; Gonzalez-Chavira MM (2014). 'Dalia', nueva variedad de frijol de grano tipo Flor de Junio para la región centro de México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 5(2): 331-336.

Arredondo T; Delgado-Balbuena J; Kimball B; Luna-Luna M; Yepez-González E; Huber-Sannwald E; Garatuzza-Payan J (2020). Late sowing date as an adaptive strategy for rainfed bean production under warming and reduced precipitation in the Mexican Altiplano?. Field Crops Research, 255, 107903.

Azcon-Bieto J; Talon M (1996). Fisiología y Biología (Lima) 5(1): Ene-Jun 2007 Bailón, H. et al. 17 Bioquímica Vegetal. 1º Ed. Ed. Interamericana Mc. Graw-Hill. Madrid. España. 581 p.

Barrios-Gómez EJ; López-Castañeda C; Kohashi-Shibata J (2011). Relaciones hídricas y temperaturas altas en frijol del tipo "Flor de Mayo". Agronomía Costarricense, 35(1): 131-145.

Cid-Ríos JÁ; Reveles-Hernández M; Sánchez-Gutiérrez RA; Ramírez-Cabra N (2022). Tipificación de productores de frijol del PRODETER para coadyuvar el cambio climático en Zacatecas. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 13(4): 741-748.

García F; Romero L; Pérez C (2023). Magnesium and hormone effects on crop yield. plants, 12(32491). <https://doi.org/10.3390/plants12132491>

Juárez-López A; Martínez T; Torres S (2022). Foliar nutrients and crop resilience. Sustainability, 16(46026). <https://doi.org/10.3390/su16146026>

Lozano-García M; Ramos R (2022). Environmental adaptation in crop plants. Revista Fitomejoramiento, 1(33): 2022. <https://doi.org/10.35196/rfm.2022.1.33>

Menacé-Almea MA; Marín-Cuevas CV; Herrera-Feijoo RJ; Carranza-Patiño M; Heredia-Delgado JB (2024). Aplicación de ceniza vegetal en la morfología y rendimiento del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.). Código Científico Revista de Investigación, 5(1): 687-709.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Mendoza AB (2002). Ecofisiología y bioquímica del estrés en plantas. Buenavista, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Morales J (2005). Carencia de nutrientes minerales. Infojardín. España. Disponible en: <http://www.infojardin.com/articulos/carencias-nutrientes-minerales.htm>. leído el 08 de abril del 2007.

Zhang W; Li X; Liu Z; Chen Q (2021). Effects of Climate Change on Crop Production. Atmosphere, 12(12), 1591. <https://doi.org/10.3390/atmosphere12121591>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

TRATAMIENTOS ORGÁNICOS (GUANO VS. HUMUS) EN EL CRECIMIENTO DEL BRÓCOLI

Jonathan Bocanegra Vargas¹; Cristian Ochoa Ortega¹; Armando Uziel Martínez Solís¹; Miguel Ángel Jiménez Martínez¹;
Gael Samuel Hernández Estrada¹; Jesús Adrián Flores Montoya¹ Elisa Franco Vadillo²

¹Ingeniería en Agronomía. TecNM-Roque. ²Profesora-Investigadora del Tecnm-RoqueCelaya, Guanajuato, México, C. P. 38110.
México. Autor de correspondencia: jonathan.bocanegravargas@gmail.com

RESUMEN

El presente estudio realizado en el Instituto Tecnológico Nacional De México Roque ubicado en la carretera Juventino Rosas- Celaya Km.8, Celaya, Guanajuato. Analiza el impacto del humus de lombriz y el guano, en el crecimiento de brócoli (*Brassica oleracea*) y en una cama biointensiva. El experimento se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar, a cuatro secciones y tratamientos de fertilización. También se midieron variables de crecimiento semanalmente para determinar su comportamiento de cada tratamiento, Esto es debido al movimiento de la tierra. El brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) es una hortaliza de alta demanda en mercados nacionales e internacionales. Durante este ensayo se comparó los efectos del humus y del guano, bajo condiciones de sol directo y sombra parcial, sobre el crecimiento y calidad del brócoli. Se estableció un experimento con 18 plantas distribuidas en una parcela (12 m²) tratadas con humus de lombriz. Una sección se ubicó en sombra parcial y la otra a sol directo. Las variables analizadas incluyeron altura. Los resultados mostraron que el humus bajo sol directo favorece un crecimiento más rápido, pero con mayor demanda hídrica y riesgo de plagas. En contraste, el cultivo en sombra mostró un crecimiento más lento. Se concluye que el humus es beneficioso en ambas condiciones, pero su manejo debe adaptarse al clima.

Palabras clave: Biointensivo, fertilizantes orgánicos, brócoli, guano, humus de lombriz.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas biointensivos se busca optimizar el uso del suelo mediante la combinación de cultivos y la mejoramiento de la calidad del sustrato con fertilizantes orgánicos. Sin embargo, donde influyen en el desarrollo de nuestros cultivos. En este estudio, evaluamos el crecimiento del brócoli en función del tipo de fertilizante aplicado y la cantidad de luz disponible. El brócoli es una hortaliza de clima templado-frío, cuyo óptimo desarrollo se da entre los 18 y 24 °C. Requiere suelos ricos en materia orgánica y con buen drenaje. En



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

agricultura orgánica, el uso de enmiendas naturales como humus y guano ha cobrado relevancia por su aporte a la fertilidad y sostenibilidad del suelo. Esta investigación se centró en evaluar el efecto del humus en combinación con dos condiciones de exposición solar (sombra parcial vs. sol directo) para determinar su impacto en la altura del brócoli. La hipótesis planteada fue que el humus mejora el rendimiento y calidad del brócoli en ambas condiciones, pero con variaciones significativas en función del nivel de radiación solar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque, con ubicación geográfica de las coordenadas 20 581452, -100 826203 a una altura promedio de 1765 msnm con temperatura media anual de 18.5°C y precipitación media anual de 600 a 800 mm, Celaya se ubica la parte Central de Guanajuato donde y esta se caracteriza por corresponder a suelos de tipo vertisol, con altos contenidos de arcilla y a la zona de más baja altitud del estado de Guanajuato FAO-UNESCO (INEGI,1991).

El cultivo se estableció en una zona de clima templado del Bajío Guanajuatense. Para el establecimiento del experimento se seleccionaron 18 plantas de brócoli de la misma variedad así como la homogeneidad en altura y edad para su trasplante, que presentaron de dos hasta cuatro hojas al momento del trasplante. La preparación del suelo consistió en realizar primeramente en la eliminación de malezas en donde se iba a establecer el experimento; la preparación del suelo consistió en una doble excavación en el lugar de la cama biointensiva, donde en la segunda excavación (40 cm) de profundidad se agregó la materia orgánica (estiércol composteado) para el soporte del sistema radical del cultivo. Se realizó riego regular, hasta llegar a capacidad de campo, pero evitando el encharcamiento. Durante el desarrollo de cultivo se realizó un monitoreo constante para evitar el ataque de plagas y enfermedades.

Las camas biointensivas preparadas fueron de 1.20 m de ancho por 10 m de largo, las camas fueron seccionadas en cuatro partes, en cada una de ellas se llevó a cabo la aplicación de los tratamientos: 1) Humus de lombriz y 2) Guano; repetidos dos veces en toda la cama biointensiva; la aplicación de los productos orgánicos fueron cada 15 días. La distribución de las plántulas al trasplante del cultivo de brócoli. En la línea central se trasplantaron un total de 18 plántulas y se realizaron las actividades culturales de manera continua desde el riego, eliminación de malezas, monitoreo de plagas y enfermedades. Durante el ciclo del cultivo (75 a 80 días), se realizó la toma de datos en plantas seleccionadas en forma al azar, donde se consideraron la altura de la planta; el peso final de la inflorescencia cabeza se registró al momento de la cosecha.

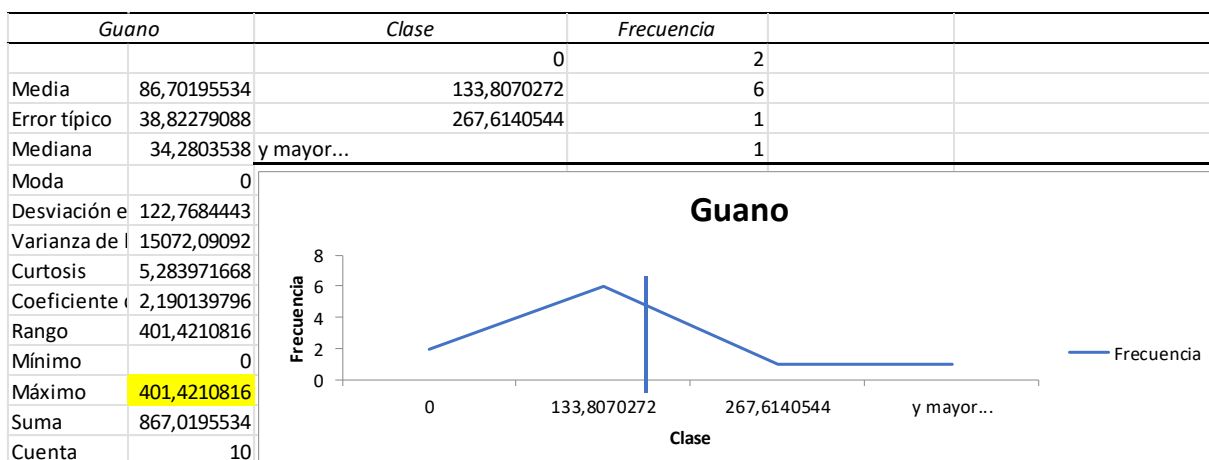


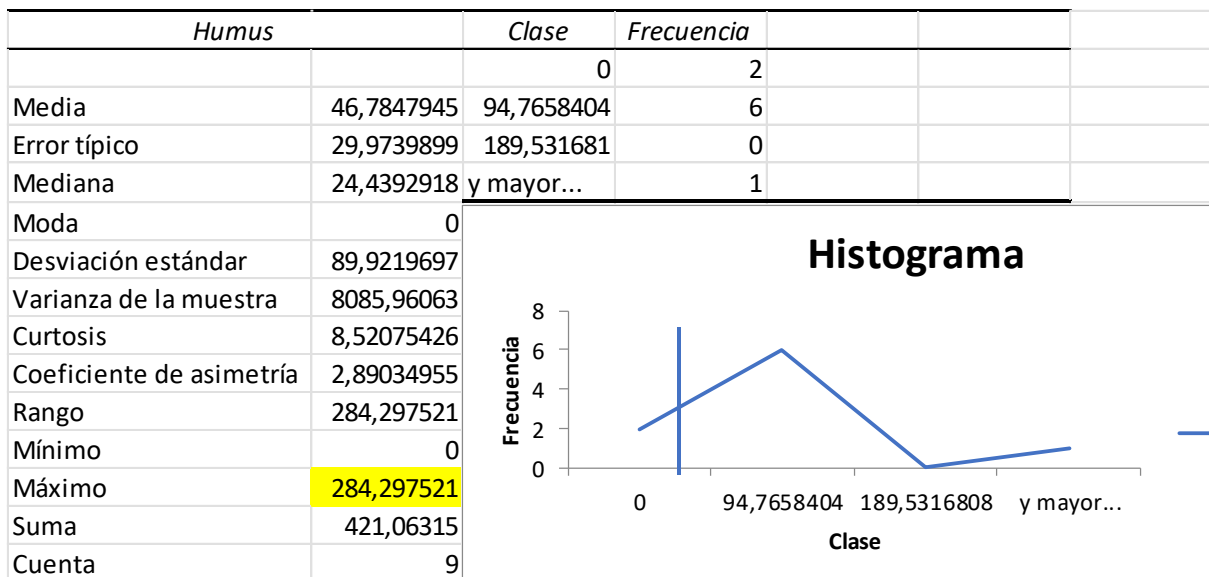
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizó las diferencias en el crecimiento de brócoli de acuerdo con el tipo de fertilizante aplicado, se espera que el guano tenga un impacto más prominente debido a su libración rápida de nutrientes. El cultivo con humus en sol directo presentó un crecimiento más acelerado y mayor rendimiento, con cabezas de hasta 500 g, firmes y compactas, ideales para comercialización. El color fue verde brillante, pero el consumo de agua fue un 30% mayor debido a mayor evaporación. Se observó un riesgo elevado de plagas, especialmente pulgones. En contraste, el cultivo con humus en sombra parcial mostró menor rendimiento (20–30% inferior), pero las cabezas fueron más tiernas, con mejor sabor y color verde oscuro. Además, hubo menor estrés térmico y ahorro hídrico. Sin embargo, la humedad constante aumentó el riesgo de hongos. Estos resultados indican que el uso de humus es positivo en ambos contextos, pero debe considerarse el clima y objetivo del cultivo: comercialización o consumo propio.

Cuadro 1. Efecto de la aplicación de humus de lombriz y guano en el desarrollo del cultivo de brócoli, los valores corresponden al promedio de las dos repeticiones.

Trat	AltPlanta 8	AltPlanta 28	AltPlanta 52	AltPlanta 75	PesoInflorec
Humus de Lom	8.31	31.75	86.72	92.63	400.48
Guano	3.42	13.74	40.18	74.26	155.51





CONCLUSIONES

La aplicación de guano y humus de lombriz en el cultivo de brócoli no ha mostrado diferencias significativas en el área foliar entre los tratamientos evaluados.

Los efectos de estos biofertilizantes pueden manifestarse a mediano plazo, por lo que se espera obtener resultados más representativos al final del ensayo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Centeno-Rodríguez MA; Gómez-Salazar J; Ceron-García A (2017). Efecto del Tratamiento termico de compuestos bioactivos y propiedades fisicoquimicas en brocoli. *Jovenes de la ciencia*, 3(2): 6.

Moraga-Suazo, P., & Opazo, A. Z. (2016). Evaluation of *Trichoderma* spp. and *Clonostachys* spp. Strains to Control *Fusarium circinatum* in *Pinus radiata* Seedlings. *Chilean journal of agricultural research*, 412-417. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392011000300011>

Rocha IJ; Cisneros-Reyes YD (2019). La producción de brócoli en la actividad agroindustrial en México y su competitividad en el mercado internacional. *Acta universitaria multidisciplinary scientific Journal* , 29, 13. doi:<https://doi.org/10.15174/au.2019.2156>

SIAP (2022, 05 15). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Retrieved from Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: https://www.google.com/search?q=SIAP&rlz=1C1CHBF_esMX



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

[1050MX1050&oq=SIAP&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyDggAEEUYJxg5GIAEGloFMg0IARauGK8BGMcBGIAEMgcIAhAAGIAEMgoIAxAAAGLEDGIAEMgcIBBAAGIAEMgYIBRBFGDwyBggGEEUYPDIGCAcQRRg80gEIMjMwNmowajeoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://doi.org/10.15174/au.2019.2156)

Rocha Ibarra JE; Cisneros-Reyes YD (2019). La producción de brócoli en la actividad agroindustrial en México y su competitividad en el mercado internacional. *Acta universitaria*, 29, e2156. Epub 11 de septiembre de 2020. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2156>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

USO DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS EN LA RECUPERACION DE CULTIVO DE FRESA EN INVERNADERO

¹Alondra Salomón; ¹Victor Ulises Vargas González; ¹David Mendoza Macias

RESUMEN

El presente ensayo tuvo como objetivo evaluar el establecimiento y producción de plantas de fresa con el empleo de fertilización orgánica en condiciones de invernadero; se empleó bolsas de plásticos donde se colocó el sustrato que consistió en una mezcla 50% tierra negra fértil, 25% materia orgánica (compost), 25% material para mejorar drenaje (fibra de coco). Durante el establecimiento del cultivo se presentó la enfermedad llamada Pestaliota. Se evaluaron las variables: el número de frutos de fresa, peso de frutos y estimación de rendimiento. Los resultados que se obtuvieron en cuanto a peso del fruto de 5 a 25 g por planta, para este caso el volumen más alto que arrojó fue de 1665.9 mm. La mayoría de los frutos se concentraron en el rango de 970 mm, con peso promedio de fruta de 8.39 gramos.

Palabras Clave: *recuperación, fertilizantes orgánicos, variables*

INTRODUCCIÓN

En México se cultivan 13,850 hectáreas de fresa con rendimiento promedio por hectárea de 45.54 toneladas, el principal estado productor de este cultivo es Michoacán con 10,119 hectáreas, el estado de Puebla cuenta con una superficie de 40 hectáreas y rendimiento de 12.7 toneladas por hectárea. Los principales municipios productores de fresa en el estado de Puebla son Tlachichuca con 18.9 y San Nicolás Buenos Aires con 10.1 hectáreas (SIAP, 2017). El cultivo de la fresa se puede fertilizar con productos químicos y orgánicos, en la actualidad existe una tendencia en la utilización de abonos orgánicos. Los abonos se clasifican en turba, abonos verdes, residuos de cosecha, residuos orgánicos, industriales, desechos urbanos, compostas, vermicomposta, bocashi. Los abonos orgánicos mejoran las características del suelo como son: estructura, disminuyen densidad aparente, aumentan porosidad, aireación, infiltración, disminuye escurrimiento superficial del agua y la erosión (Trinidad y Velasco, 2016). En la zona de Teziutlán, Puebla, se cultivan diferentes hortalizas en invernaderos; sin embargo, esto puede ocasionar que el precio del producto disminuye en ciertas épocas del año. Una alternativa para diversificar la producción es el establecimiento de fresa en invernadero.

Es un frutal consumido principalmente en fresco, con un ciclo vegetativo corto y con estrategia para incrementar el rendimiento se ha establecido su cultivo en sistemas especiales de producción. Para México el cultivo de la



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

fresa es de gran importancia socioeconómica por su fuerte demanda de mano de obra y porque genera una elevada proporción de los ingresos por divisas que el país obtiene a través de las exportaciones frutícolas (Sánchez, 2008 citado por Estrada, 2011). La exportación de frutos de buena calidad y de producción temprana ha significado el ingreso de divisas importantes para México en el caso de fresa fresca. En el invierno participa con la exportación de fresa fresca a la mitad del mercado estadounidense y abastece a este mismo con el 90% de fresas congeladas (Juárez, 1998 citado por Estrada, 2011).

La fresa es una planta exigente en materia orgánica, por lo que es conveniente el aporte de estiércol de alrededor de 3 kg/m², que además debe estar bien descompuesto para evitar favorecer el desarrollo de enfermedades y se entierra con las labores de preparación del suelo (SAGARPA). En los frutos de fresa los factores más importantes para asegurar su calidad inician desde campo con la selección de cultivares, los cuales varían en calidad, definida principalmente por la firmeza, contenido de azúcares y la acidez de los frutos; así como la susceptibilidad de estos a enfermedades (Saxena y Locascio, 1968; Mitchan, 1996, citado por Martínez et al., 2008). Otros factores que influyen en la calidad de los frutos, debido a que estos tienen una vida de anaquel muy corta (Yahia e Higuera, 1992, citado por Martínez et al., 2008), son factores meteorológicos, así como el manejo y las condiciones de almacenamiento como la temperatura y la humedad. El objetivo del presente ensayo consistió en evaluar tres tratamientos de fertilizantes orgánicas en el establecimiento y producción de fresa en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se llevó a cabo dentro de un invernadero del Instituto Tecnológico de Roque, el cual se ubican en el km 8 de la carrera de Celaya Juventino Rosas, con una temperatura anual de 18.5 °C, en las coordenadas 20°34'57.7" N de latitud Norte y 100°49'47.3" W de latitud Oeste (Google maps, 2024) con una altitud de 1775 msnm, en Celaya, precipitación pluvial promedio que varía de 600 hasta 1,000 mm anuales (García, 1973). Los suelos predominantes en la región son vertisol pélico crómico, son de textura arcillosa, planos de relación ligeramente alcalina, fértiles y aptos para una gran variedad de cultivos.

Para el establecimiento del cultivo de la planta de fresa se realizó una limpieza general del invernadero y se colocó un cober, para reducir la incidencia de plagas y enfermedades, se realizó el llenado de la bolsa con sustrato previamente composteado (estiércol de borrego) en las siguientes proporciones un 50% tierra negra



fértil, 25% materia orgánica, 25% material para mejorar drenaje (fibra de coco), se trasplantaron las plantas de fresa y dio un riego con la aplicación de un enraizador Radix®, con la finalidad de evitar el encharcamiento se colocaron pequeñas camas con armex para tener un mejor escurrimiento de agua y poder prevenir saturación del agua, las bolsas de plástico se colocaron a 50 cm entre de separación entre ellas.

Se realizó una evaluación de los dos tratamientos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de fresa en un diseño completamente al azar con dos tratamientos y un testigo. El diseño experimental fue en 3 secciones, contando cada sección con 11 plantas. Las aplicaciones fueron cuatro veces por semana, en la sección 1: T1; sección 2 T2 y en la sección 3 que correspondió al testigo. Los tratamientos T1, T2, T3: testigo sin tratamientos, se evaluaron las variables rendimiento total por planta (g), número de frutos por planta (total),

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Basados en los resultados podemos decir que el tratamiento 1 tuvo mejor rendimiento en tanto volumen y peso de la fresa.

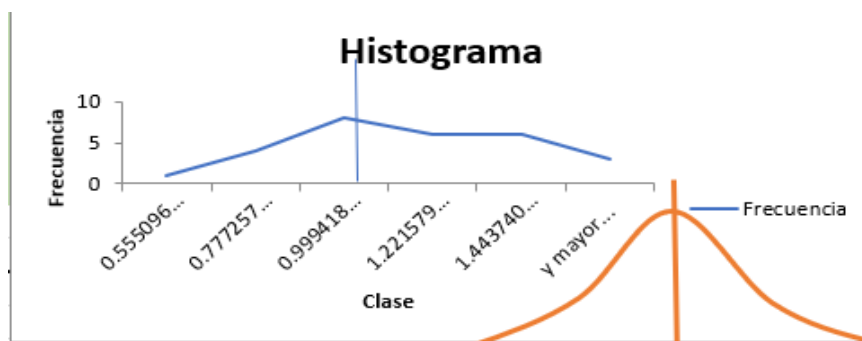


Figura 1. Se muestra la clase, la frecuencia.

Eje horizontal (X): "Clase". Representa los intervalos o clases de valores medidos (por ejemplo, altura de planta, concentración de algún compuesto, etc.). Los intervalos están agrupados en clases: 0.355096, 0.777257, 0.999418, 1.221579, 1.443740

Eje vertical (Y): "Frecuencia". Representa cuántas veces (frecuencia) ocurre un valor dentro de cada clase. Las frecuencias varían entre 0 y 10 aproximadamente. La frecuencia aumenta hacia el centro del histograma, alcanzando su punto más alto entre las clases 0.999418 y 1.221579, lo que sugiere que la mayoría de las



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

plantas de fresa están recuperándose dentro de ese rango de valor y una curva roja superpuesta la que representa una distribución teórica, probablemente una curva de Gauss (normal) ajustada a los datos.

En este estudio se evaluaron dos tratamientos distintos y un testigo en el cultivo de fresa, con el fin de identificar cuál de ellos ofrecía mejores resultados en términos de volumen y peso del fruto. Los resultados obtenidos demostraron diferencias significativas entre los grupos evaluados. El Tratamiento 1 sobresalió como el más efectivo, superando tanto al Tratamiento 2 como al testigo en la mayoría de los indicadores medidos. Esto sugiere que la aplicación del Tratamiento 1 mejora considerablemente el rendimiento del cultivo de fresa en comparación con no aplicar ningún tratamiento o aplicar el Tratamiento 2. En consecuencia, se recomienda el uso del Tratamiento 1 donde se lograron Peso promedio del fruto (8.39 g); para optimizar la producción de fresa bajo condiciones similares a las del presente estudio.

CONCLUSIONES

El Tratamiento 1 fue más efectivo al compararse con el Tratamiento 2, la producción de frutos y la calidad de estos fueron notorias en forma visual.

El establecimiento de las plantas de fresa representa un reto técnico y agronómico que requiere un enfoque integral para restaurar su productividad y sostenibilidad.

Este proceso también puso de manifiesto la importancia de la capacitación técnica y la toma de decisiones basada en el diagnóstico oportuno, la experiencia refuerza la necesidad de establecer planes de manejo preventivo en lugar de correctivo, así como de fomentar la resiliencia de los sistemas de producción mediante prácticas agroecológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atiyeh et al (2022). Efecto de la cubierta (microtúnel) en la productividad de dos variedades de fresa (*Fragaria vesca*) en el sector Cajanuma Cantón Loja. *La Granja: Revista de Ciencias de La Vida* 31(1): 131–141.
- García-Sánchez GH (2021). San Andreas, una nueva variedad de fresa para Huelva. *ITEA Información Técnica Económica Agraria*, 110(3): 280-286.
- Ariza D (2020). Fuentes y niveles de materia orgánica en la producción (*Cucumis sativus* L.). Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria De La Selva-Tingo María



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CULTIVO DE LECHUGA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE AGUA SÓLIDA

Gilberto Gonzáles Castillo¹; Cristian Guadalupe Noria Rodríguez¹; Saúl Sánchez Alba¹; Imanol Reyes Salgado¹

¹Estudiantes del TecNM-Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas, km 8. C. P. 38110. Tel. 014616115904. Celaya, Guanajuato.

Autor de correspondencia e-mail: l22980596@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El objetivo del trabajo consiste en validar la eficiencia del uso de hidrogel, comparado con un sistema de riego por goteo en el cultivo de lechuga, en las camas biointensivas. Una de las problemáticas cada vez más severa de la agricultura es la escasez del agua, pero la contaminación y la ineficiencia de su empleo está provocando serios problemas en amplias regiones agrícolas, afectando la producción hortícola. Asegurar la descontaminación de las aguas y su empleo con adición de hidrogel es una alternativa para usar de manera más eficiente al agua, esto mejora la producción de los cultivos. El trabajo se llevó a cabo en el lugar asignado a las camas biointensivas del TecNM-Roque, en el km de la carretera Celaya-J.R. El diseño experimental fue completamente al azar, los tratamientos fueron 1) empleo de hidrogel, 2) uso de cintilla de riego, las variables evaluadas fueron: altura de la planta, peso de planta final, longitud del sistema radical, número de hojas, costos y gasto de agua. Los resultados obtenidos con el empleo de hidrogel fueron significativos en cada variable, el crecimiento vegetativo inicial se redujo, la altura en comparación con la cintilla fue más lento pero se obtuvo un sistema radicular más superficial, las hojas de lechuga con hidrogel eran más duras, presentó más ahorro de agua con hidrogel y los costos son menores con poca diferencia; sin embargo, es más laborioso el uso de este polímero que la cintilla por la forma en que se aplica.

Palabras clave: Hidrogel agrícola, lechuga, ahorro de agua, riego, cintilla

ABSTRACT

One of the problems in agriculture is the scarcity, inefficiency and contamination of water in many agricultural regions, which affects agricultural production and profitability. The use of hydrogel is one of the products that ensures reduction of contamination and water savings, as well as increase in crop production. The objective of this research is to verify the efficiency of the use of hydrogel applied in the cultivation of lettuce (*Lactuca sativa* L.), taking place in the biointensive beds of TecNM Roque. For this, it was compared with drip irrigation, taking



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

into account as variables the height, final production, root system, leaves, costs and water consumption. The results obtained with the hydrogel were significant in each variable: initial vegetative growth was reduced, height was lower compared to the tape, however, a more superficial root system was obtained, lettuce leaves with hydrogel were harder, there is greater water savings with hydrogel, and the costs are slightly lower. However, the use of this polymer is more laborious than the tape due to the method in which it is applied.

Keywords: *Agricultural hydrogel, lettuce, water saving, irrigation, tape*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la búsqueda de soluciones sostenibles para optimizar el uso del agua en la agricultura ha cobrado una importancia crucial, especialmente en regiones afectadas por la escasez hídrica. El uso de hidrogeles ha emergido como una tecnología innovadora, estos polímeros absorbentes capaces de retener grandes cantidades de agua están químicamente estabilizados en una estructura de red tridimensional (Fawzy y Gomaa, 2020; Liu *et al.*, 2023). Esta capacidad mejora la eficiencia del riego, reduce el estrés hídrico de los cultivos y promueve un crecimiento vegetal, la planta puede absorber la disponibilidad del agua por 30 días (Hernández, 2020). Su aplicación puede contribuir a disminuir la frecuencia de riegos y minimizar la erosión del suelo, posicionándose como una herramienta clave en prácticas agrícolas más resilientes y sostenibles. Los hidrogeles absorben hasta 150 veces su propio volumen esto depende de la calidad de agua (Elizondo *et al.*, 2021), con capacidad de retención de 980 mL de agua L⁻¹, una disponibilidad de 95 % y una vida productiva de 5 años. Las dosis recomendadas varían de 5 a 25 kg ha⁻¹, en función del tipo de suelo, cultivo y clima, según el fabricante (SNF Inc., 2011). Adicional al efecto de retención del agua en el suelo, puede mejorar la aireación y mantiene temperatura estable para el desarrollo de las plantas y aumentar el rendimiento, como se ha mostrado experimentalmente en cultivos como acelga (*Beta vulgaris*) (Gutiérrez *et al.*, 2008), en apio (*Apium graveolens*) (Kosterna *et al.*, 2012). Las compostas permiten estabilizar la estructura del suelo y formar agregados, lo cual genera una nueva distribución de la porosidad y la fertilidad del suelo (Pedroza y Durán, 2005). El objetivo del trabajo consistió en la evaluación de dos métodos de aplicación del agua con el empleo de hidrogel y con aplicación de riego por goteo mediante cintilla para observar el desarrollo de las plántulas de lechuga.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en el campo experimental del TecNM-Roque, ubicado en el Km 8 carretera Celaya-JR, en las coordenadas 20°34'57.7" N de latitud Norte y 100°49'47.3" W de latitud Oeste (Google maps,



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

2024) con una altitud de 1775 msnm, en Celaya, Guanajuato, la temperatura media es de 21°C y la precipitación pluvial promedio fue de 600 a 800 mm anuales (García, 1973).

La metodología consistió en la adquisición del hidrogel, de tipo biodegradable, compatible con cultivos de ciclos cortos, como lo es cultivo de la lechuga, entre las características se consideró: su capacidad de absorción de agua, tamaño de partícula y tiempo de liberación de agua. La preparación del suelo (cama biointensiva) consistió en la eliminación de la maleza, la preparación del suelo, en este caso la cama con doble excavación se realizó a 30 cm, donde se colocó a toda la cama materia orgánica, totalmente descompuesta. La aplicación del hidrogel consistió en agregar entre 2 y 5 gramos de hidrogel seco por cada planta de lechuga, o aproximadamente 1-2 kg por 100 metros cuadrados de superficie, de acuerdo con las características del suelo. Su aplicación consistió en la remoción del suelo (apertura de la cepa) para el establecimiento de la plántula, a una profundidad de 10 a 12 cm, posteriormente se agregó el hidrogel y se realizó una mezcla lo más homogénea posible en el sitio de la zona de desarrollo radicular. Para realizar la absorción del agua se realizó un riego pesado, después del trasplante de la plántula y posteriormente se realizaba muestreos para determinar el porcentaje de humedad y mantenerlos en condiciones óptimas de la humedad para el desarrollo del cultivo. El método de aplicación de agua por cintilla de riego por goteo se empleó la instalación de cintilla de distribución con un gasto de 1.5 L por segundo, manteniendo la humedad suficiente para el desarrollo del cultivo de lechuga.

El diseño experimental consistió en un diseño completamente al azar, con dos tratamientos y con tres unidades de repetición con 5 plantas por tratamiento. Las variables evaluadas fueron: Altura de plantas, desarrollo radicular, número de hojas, presencia de enfermedades, calidad planta a la cosecha. Los datos muestreados se realizó un análisis comparativo entre los tratamientos y una descripción de los resultados obtenidos durante el proceso del desarrollo del cultivo de la lechuga.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados presentaron diferencias significativas en el cultivo de lechuga con riego de cintilla y riego con hidrogel.



Cuadro 1. Análisis comparativo de dos métodos de aplicación de agua en el cultivo de cultivo, en camas biointensivas del TecNM-Roque.

Riego por cintilla	Riego con empleo de Hidrogel
<p>Este método proporcionó un suministro constante de agua a las raíces de la lechuga, lo que promueve un crecimiento rápido y uniforme.</p> <p>Las plántulas de lechuga regadas mediante cintilla tienden a crecer más rápido, altas y desarrollar un sistema radicular más profundo.</p> <p>El número de hojas al ser regada mediante el método de cintilla tienden a ser mayor tamaño y más tiernas.</p> <p>La aplicación del agua, mediante el método de cintilla, requirió más agua, comparativamente a el método de aplicación de hidrogel, especialmente en suelos bien drenados.</p> <p>El riego de cintilla puede aumentar el riesgo de enfermedades fúngicas y bacterianas, si se presenta en exceso el suministro de agua, puede crear un ambiente propicio para el crecimiento de patógenos.</p>	<p>Esta técnica retuvo el agua y lo liberó gradualmente, pero el crecimiento inicial la plántula de lechuga. A largo plazo, el hidrogel puede ayudar a mantener la humedad del suelo y reducir el estrés hídrico.</p> <p>Las plántulas de lechuga con el método de hidrogel pueden, crecieron más lentas, y desarrolló un sistema radicular más superficial.</p> <p>Las hojas de la lechuga regada con el método de hidrogel. Resultaron ser de menor tamaño y de mayor consistencia, las hojas al ser consumidas presentaban características de sabor penetrante producto de la presencia de la resina <i>sui generis</i> de la propia hoja.</p> <p>El método de hidrogel pudo reducir la cantidad de agua aplicada, necesaria para regar la lechuga, ya que retiene el agua y la libera gradualmente.</p> <p>El método de hidrogel redujo el riesgo de enfermedades, ya que mantuvo la humedad del suelo y reduce el estrés hídrico.</p>

En comparación con los dos métodos empleados, se observó que el empleo del método hidrogel empleado en la zona del desarrollo radicular, redujo la cantidad de agua empleada y disminuyó la presencia de enfermedades, aunque asimismo se pudo observar que con el empleo de hidrogel en la etapa del establecimiento de la plántula afectó el desarrollo inicial, esto al parecer tuvo un impacto en la calidad de la cosecha al observarse una planta con menor desarrollo, pobre vigor y mala calidad de planta durante la cosecha. A pesar de mejorar el suministro de agua de riego con el método de hidrogel, el método de la utilización de la cintilla sigue siendo una alternativa viable para el establecimiento y el desarrollo del cultivo de la lechuga.

CONCLUSIONES

La aplicación del hidrogel no fue favorable debido a que las condiciones del clima.

El suelo como un factor de evaluación no benefició el desarrollo del cultivo con el empleo de hidrogel.

En el riego por cintilla las plantas de lechuga presentaron un desarrollo más rápido, vigoroso y homogéneo.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Características del suelo para lechuga. Agromática: <https://www.agromatica.es/suelo-ideal-para-cultivo-lechuga/>

Cultivo de Lechuga - Universidad Veracruzana: <https://www.uv.mx/hab/files/2021/10/Cultivo-de-Lechuga.pdf>

Cultivo de lechuga en agua sólida. Hortalizas.com: <https://www.hortalizas.com/produccion-hortalizas/agua-solida-lechuga/>

Elizondo H (2021). Hidrogeles híbridos de quitosano y polietilenglicol. Iberoamericana de Polímeros., 22(2), 97-112.

Fawzy MA; Gomaa M (2020). Use of algal biorefinery waste and waste office paper in the development of xerogels: a low cost and ecofriendly biosorbent for the effective removal of Congo red and Fe (II) from aqueous solutions. J Environ Manag, 262, 110380.

Gutiérrez CIJ; Sánchez CI; Cueto WJ; Trucios CR; Trejo CR; Flores HA (2008). Efecto del polímero Aquastock en la capacidad de retención de humedad del suelo y su efecto en el rendimiento de la acelga (*Beta vulgaris* var *cycla*). Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 7:65-72.

Hernández IA (2020). Bagazo como alternativa de conservación de humedad en el campo cañero del ingenio la Margarita S.A. de C.V., Orizaba-Córdoba: Universidad Veracruzana.

Kosterna EB; Zaniwicz RRA; Franczuk J (2012) The effect of Agrohydrogel and irrigation on celeriac yield and quality. Folia Horticulturae 24:123-129.

Liu L; Liu B; Li X; Wang Z; Mu L; Qin C; Liang C; Huang C; Yao S (2023). Mannitol assisted oxalic acid pretreatment of poplar for the deconstruction and separation of hemicellulose. Ind. Crop. Prod., 200, 116811.

Manual de producción de Lechuga bajo Invernadero - FES Aragón: <https://planificacionfesaragon.com/sites/default/files/manuales/Manual%20de%20Produccion%20de%20Lechugas%20Bajo%20Invernadero.pdf>

Pedroza SA; Durán BS (2005). Efecto del acolchado plástico, fertilización nitrogenada y composta orgánica en el crecimiento y desarrollo de sábila *Aloe barbadensis* Miller, con riego por goteo presurizado. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 4:1-7.

Requerimientos climáticos para el cultivo de lechuga. Hortalizas: <https://www.hortalizas.com/produccion-hortalizas/clima-ideal-para-la-lechuga/>

Sistemas de cultivo vertical de lechuga en espacios pequeños. Agrofácil: <https://www.agrofacil.com.mx/cultivo-vertical-lechugas/>

SNF Inc. (2011) Water retainers for soils and substrates. http://snf.com.au/downloads/Aquasorb_E.pdf. (Abril 2014).



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Temperatura óptima para cultivar lechuga. Planeta Agronómico: <https://planetaagronomico.com/temperatura-optima-cultivo-lechuga/>

Requerimientos de riego en la lechuga. CultivaTips: <https://cultivatips.com/riego-de-lechuga/>

Uso de polímeros de retención de agua en agricultura. IICA: <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/polimeros-retencion-agua>

Ventajas del uso de agua sólida en cultivos. Agronegocios Perú:
<https://agronegociosperu.org/2020/10/22/agua-solida-ventajas/>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

MEJORAMIENTO GENÉTICO



Pocos pueden explicar la intrincada danza de la vida molecular, En el intercambio de los genes, pero es brincar de felicidad, cuando se celebra la capacidad de modificar y mejorar rasgos en los organismos vivos, desde los microscópicos hasta los gigantes de la naturaleza. Siempre existe la esperanza de erradicar enfermedades, aumentar la productividad agrícola o simplemente maravillarse con el fenotipo, de la complejidad del código genético, manifestado en la expresión tan variada en la naturaleza misma.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

TORVIC: GIRASOL ALTO OLEICO Y SU VALIDACIÓN EN GUANAJUATO

Miguel Hernández Martínez¹

¹ INIFAP, Campo Experimental Bajío, Apartado Postal 112, Celaya, Gto., E-mail: inifapmiquel@gmail.com

RESUMEN

La superficie sembrada de girasol (*Helianthus annuus*) en México, es de 2,779 ha en el año 2020 y una producción de 4,950 t de grano, con rendimiento promedio de 1.79 tha⁻¹. La industria aceitera demanda aceite tipo alto oleico, sin embargo, en México, no se ha generado variedades alto oleicas mexicanas, por lo que las empresas trasnacionales ofrecen semilla híbrida alto oleico, con un alto costo de la semilla híbrida. Ante esta problemática el INIFAP, se propuso como objetivo el desarrollo y validación de variedades alto oleico a partir de generaciones avanzadas de híbridos comerciales alto oleico, previa revisión de que no estuvieran patentados, los híbridos por la empresa distribuidora. Para la generación de variedades alto oleico se usó el método de mejoramiento Selección Recurrente Entre Progenies Autofecundadas y el método Selección Genealógica Combinada, auxiliada por la Selección Asistida por Marcadores Moleculares, la cual permite identificar los segregantes tipo alto oleico a los 30 días de nacidos y al llegar a floración los segregantes se autofecundan durante varias generaciones (6 ciclos). Seleccionado para su caracterización varietal y registro ante el SNICS a la variedad TORVIC, de ciclo intermedio para su liberación cuyo registro de inscripción ante el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) es GIR-002-180424, para recomendarse para siembra bajo condiciones de temporal principalmente, para el estado de Guanajuato. Se validó en norte de León, en Apaseo el Alto y Acámbaro, superando estadística y numéricamente a los diferentes testigos híbridos comerciales.

Palabras clave: Calidad de aceite, omega 9, tolerancia a sequía.

ABSTRACT

The area planted with sunflower (*Helianthus annuus*) in Mexico is 2,779 ha in 2020 and a production of 4,950 t of grain, with an average yield of 1.79 tha⁻¹. The oil industry demands high oleic type oil, however, in Mexico, Mexican high oleic varieties have not been generated, so transnational companies offer high oleic hybrid seed, with a high cost of the hybrid seed. Given this problem, INIFAP proposed as its objective the development and



validation of high oleic varieties from advanced generations of commercial high oleic hybrids, after reviewing that the hybrids were not patented by the distribution company. For the generation of high oleic varieties, the improvement method Recurrent Selection Among Self-Fertilized Progenies and the Combined Genealogical Selection method were used, aided by Selection Assisted by Molecular Markers, which allows the identification of high oleic type segregants at 30 days of birth and when they reach flowering the segregants are self-fertilized for several generations (6 cycles). Selected for its varietal characterization and registration with the SNICS the variety TORVIC, of intermediate cycle for its release whose registration record before the National Catalog of Plant Varieties (CNVV) is GIR-002-180424, to be recommended for planting under rainfed conditions mainly, for the state of Guanajuato. It was validated in the north of León, in Apaseo el Alto, and Acámbaro, statistically and numerically surpassing the different commercial hybrid controls.

Keywords: Oil quality, omega 9, drought tolerance.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los principales países que destacan por la superficie sembrada y cosechada de girasol son: Rusia con el 29 %, Ucrania 29 %, Argentina 9 %, Rumania 9 % y China 8 % (Bye *et al.*, 2009), Derivado del conflicto de guerra entre Ucrania y Rusia el costo del aceite ha subido en por lo menos un 60 %. México es parte del centro de origen del girasol (*Helianthus annuus*) (Lentz *et al.*, 2001) y se considera que el girasol fue llevado de América a Europa (Heiser, 1998), por colonizadores españoles, ingleses y franceses. Todas las subespecies son naturales de América (Harter, 2004), sin embargo, se le ha dado poca o nula importancia al cultivo en México (Rieseberg y Seiler, 1990). El Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI), considera que, en México, a pesar de ser centro de origen del girasol, solo se ha colectado el 25 % de la diversidad genética del girasol silvestre.

Actualmente en 2023, en el país la superficie sembrada es de 2,779 ha con una producción de 4,950 t de grano, con un rendimiento promedio de 1.79 tha⁻¹. Los principales estados productores son: Guanajuato 30 %, Zacatecas 22 %, Sonora 20 %, Jalisco 18 % y Tamaulipas 10 %. Desde el 2013 se ha promovido la siembra de girasol en el estado de Guanajuato, a través de la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural (SDAyR, 2020) y a partir del 2015, se ofrece agricultura por contrato (AC), para la siembra de girasol alto oleico. Las empresas que ofrecen AC son las siguientes: Aceites Especiales Tron Hermanos de Morelia, AK de Jalisco; PepsiCo y Aceites el Mayo. En 2018-19 se sembró y cosecho 1,300 hectáreas de girasol Alto Oleico en AC, en Guanajuato (INEGI, 2022).



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

La industria aceitera demanda aceite tipo alto oleico, sin embargo, en México (Hernández, 2011), no se ha generado variedades alto oleicas mexicanas, por lo que las empresas transnacionales ofrecen semilla híbrida alto oleico, con un alto costo de la semilla híbrida.

En el Campo Experimental Bajío del INIFAP, ubicado en Celaya, Guanajuato se realizó el proceso de mejoramiento para la obtención de la variedad TORVIC, a partir de generaciones avanzadas F2 de un híbrido comercial (Syngenta) alto oleico sobresaliente por su rendimiento y adaptación, dentro del proceso del método de mejoramiento denominado Selección Recurrente Entre Progenies Autofecundadas (SREPA) (Benítez, 2002) y el método Selección Genealógica Combinada (SGC) (Márquez, 1988), auxiliada por la Selección Asistida por Marcadores Moleculares (SAMB), la cual permite identificar los segregantes tipo alto oleico usando el marcador FAD-2, seleccionando y obteniendo durante 6 ciclos del proceso de mejoramiento la variedad en cuestión.

Al seleccionar la nueva variedad TORVIC, registrándose ante el SNICS como la primera variedad alto oleico en México, con el número de registro definitivo GIR-002-180424, y con el Título de Obtentor con el número 3472 para el INIFAP, como propietario de la variedad alto oleico. El Objetivo fue validar la variedad TORVIC alto oleica, en ambientes contrastantes en precipitación en Guanajuato, bajo condiciones de temporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material genético. TORVIC es una variedad de girasol alto oleico, de ciclo intermedio, con 79 días a floración y 140 días a madurez de cosecha, con altura promedio de planta de 1.88 m y diámetro de capítulo de 26 cm de color amarillo, con flor ligulada larga y disposición recurvada longitudinalmente; la semilla es de color negro de forma elongada. El rendimiento promedio de grano en tres localidades durante dos años, bajo condiciones de temporal, fue de 2,480 kg ha⁻¹ y bajo condiciones de riego de 3,210 kg ha⁻¹; con 41 % de aceite, del cual 90 % es aceite del tipo oleico; en contraste el contenido de ácido oleico de un girasol convencional no supera el 30 %, es tolerante a las enfermedades foliares causadas por *Verticillium dahliae* y *Alternaria helianthi*. Se recomienda para el estado de Guanajuato en localidades con precipitaciones mínimas de 400 mm anuales, en la zona del Centro, Sur, Este y Oeste de Guanajuato, donde se ubican Distritos de Temporal y el Distrito de Riego "Alto Lerma". Los usuarios potenciales, son aquellos productores del sector agrícola interesados en el cultivo de girasol, con agricultura por contrato, que ofrecen las compañías aceiteras que demandan grano de girasol alto oleico, para cubrir las necesidades del mercado, asegurando la compra de la producción.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Localidades de validación. Para la validación se estableció bajo temporal, tres parcelas de la variedad TORVIC de ciclo intermedio, con productores cooperantes, cada una en una superficie de 0.25 hectárea, en comparación con el testigo híbrido que siembra el productor y se añadió un híbrido tardío Syngenta 3950 y uno precoz P 64H-118 para comparar el comportamiento entre ciclos entre genotipos, en diferentes municipios del estado;

a) Centro-Este del estado, se estableció la parcela de la variedad TORVIC de ciclo intermedio y el testigo híbrido Hornet de ciclo intermedio que usa el productor y se añadió el híbrido tardío Syngenta 3950, en el municipio de Apaseo el Alto, bajo condiciones de temporal, con suelo tipo vertisol, textura arcillosa, con profundidad media (90 a 110 cm), clima semiárido semicálido, con precipitación de 380 a 510 mm y una altitud de 1,865 m (IEEG, 2009).

b) Sur-Este del estado, se estableció la parcela de TORVIC y el testigo tardío Syngenta 3950 que usa el productor y se añadió el híbrido precoz P 64H-118, en el municipio de Acámbaro con suelo de tipo vertisol, textura arcillosa, con profundidad (61 a 90 cm), clima semicálido subhúmedo, con precipitación de 480 a 580 mm y una altitud de 1700 a 2100 m (IEEG, 2009).

c) Centro-Oeste del estado, se estableció la parcela de TORVIC y el testigo P 64H-118 y se añadió el híbrido tardío Syngenta 3950, en el municipio de León, con suelo tipo vertisol, textura arcillosa, clima semiseco-semicálido, precipitación 420 a 550 mm y altitud de 1,790 m (IEEG, 2009).

Manejo agronómico en las localidades. Se preparó el terreno bajo labranza tradicional, dando dos rastras, surcado, siembra en suelo húmedo, aplicación de preemergencia de herbicida Premerlin 600 CE en dosis 2.0 L ha⁻¹ para control de maleza de hoja ancha y angosta, aplicación de la fórmula de fertilización 80-40-00 todo a la siembra, para el control de diabrotica y chapulín se aplicó Cypermctrina en dosis de 1.0 L ha⁻¹.

Variables agronómicas. Las variables registradas fueron días a floración, altura de planta, diámetro de capítulo, rendimiento, contenido de aceite y precipitación registrada durante el ciclo del cultivo.

Análisis estadísticos. Para hacer la comparación de la variable rendimiento entre los genotipos en estudio, se realizó la prueba de Student para muestras relacionadas (Prueba de t pareada), para lo cual se tomó 10 muestras, cada una de 1 m de longitud (4 plantas por m) en cada genotipo por localidad, realizando las comparaciones pertinentes; para altura de planta, días a floración y diámetro de capítulo se tomó 10 plantas de forma individual, obteniendo el promedio para cada genotipo por localidad.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra la fecha de siembra con humedad en el perfil de suelo (0-15 cm), la cual depende del inicio y cantidad de lluvia para humedecer la parcela, lo cual es variable para cada localidad, para el establecimiento de la parcela de girasol, con los diferentes genotipos establecidos, usando como testigo el híbrido que siembra el productor, así como la fecha cosecha.

Cuadro 1. Localidades, fecha de siembra, genotipos sembrados por localidad y fecha de cosecha.

Localidad	Fecha de siembra	Variedad	Ciclo	Fecha de cosecha
León	23 de julio de 2024	Torvic	Intermedio	15 de diciembre de 2024
		Syn 3950	Tardío	
		P 64H-118 *	Precoz*	
Apaseo El Alto	9 de julio de 2024	Torvic	Intermedio	30 de noviembre de 2024
		Hornet *	Intermedio*	
		P 64H-118	Precoz	
Acámbaro	25 de junio de 2024	Torvic	Intermedio	15 de noviembre de 2024
		Syn 3950 *	Tardío*	
		P 64H-118	Precoz	

* = Testigo de girasol que usa el productor

La localidad de León, fue la última parcela que se sembró, ya que el establecimiento de la lluvia y la humedad del perfil de siembra, se logró hasta el 23 de julio, poco más de un mes de la primera parcela establecida en Acámbaro, Guanajuato y desde luego fue la última que se cosecho el 15 de diciembre. Los resultados en cuanto a rendimiento de grano (Cuadro 2), para la variedad TORVIC (de ciclo intermedio), obtuvo un rendimiento de 2,190 kg ha⁻¹ siendo estadísticamente superior a P 64H-118 de ciclo precoz y ambas fueron superiores a Syn 3950 de ciclo tardío, lo que indicaría que TORVIC es una variedad que se puede recomendar para esa región con menor precipitación y menor estación de crecimiento (Cuadro 5).

Cuadro 2. Resultados obtenidos en la localidad de León, Guanajuato, de los diferentes genotipos de la variable rendimiento por hectárea (Prueba de Student) y promedio de las variables días a floración, altura de planta y diámetro de capítulo.

Genotipo	Ciclo	Rend kg ha ⁻¹	Días a Flor	Altura cm	Diámetro cm
Torvic	Intermedio	2,190 a	80	173	26
P 64H-118*	Precoz*	1,920 b	71	156	28
Syn 3950	Tardío	1,785 c	89	180	24

* = Testigo de girasol que usa el productor

La localidad de Apaseo el Alto fue la segunda parcela que se estableció el 9 de julio y se cosecho el 30 de noviembre, los resultados del rendimiento de grano indicaron que la variedad TORVIC, fue la mejor con un



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

rendimiento de 2,380 kg ha⁻¹ superando al híbrido que usa el productor Hornet y ambas superaron al híbrido P 64H-118 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados obtenidos en la localidad de Apaseo el Alto, Guanajuato, de genotipos para la variable rendimiento por hectárea (Prueba de Student) y promedio de las variables días a floración, altura de planta y diámetro de capítulo.

Genotipo	Ciclo	Rend kg ha ⁻¹	Días a Flor	Altura cm	Diámetro cm
Torvic	Intermedio	2,380 a	79	180	27
Hornet*	Intermedio*	2,114 b	81	184	28
P 64H-118	Precoz	1,987 c	70	166	28

* = Testigo de girasol que usa el productor

La localidad de Acámbaro, Guanajuato fue la primera parcela que se estableció con fecha de siembra el 25 de junio y la primera que se cosecho el 15 de noviembre. El híbrido Syn 3950 de ciclo tardío, el cual siembra el productor fue el mejor, con un rendimiento de 2,680 kg ha⁻¹, seguida de la variedad TORVIC con 2,524 kg ha⁻¹ y ambas superaron estadísticamente a P 64H-118 de ciclo precoz.

Cuadro 4. Resultados obtenidos en la localidad de Acámbaro, Guanajuato, de genotipos para la variable rendimiento por hectárea (Prueba de Student) y promedio de las variables días a floración, altura de planta y diámetro de capítulo.

Genotipo	Ciclo	Rend kg ha ⁻¹	Días a Flor	Altura cm	Diámetro cm
Torvic	Intermedio	2,524 b	80	173	26
Syn 3950*	Tardío*	2,680 a	71	156	28
P 64H-118	Precoz	2,130 c	89	180	24

* = Testigo de girasol que usa el productor

En el Cuadro 5 se muestra el promedio concentrado del rendimiento obtenido por los diversos genotipos, en las diferentes localidades, así como los días de la estación de crecimiento y la precipitación durante el ciclo del cultivo en cada localidad. Destaca que a medida que la precipitación, es más abundante en la localidad de Acámbaro (494 mm) y que va disminuyendo en Apaseo el Alto (461 mm) y en León (430 mm) el rendimiento disminuye y los genotipos que menor porcentaje disminuye son TORVIC y P 64H118 (14 % y 10 %) y el de mayor afectación es el híbrido tardío Syn 3950 con un -33 %.

Cuadro 5. Rendimiento de grano de los diferentes genotipos de girasol en tres localidades, así como la precipitación y días de la estación de crecimiento y porcentaje de reducción del rendimiento de los genotipos entre localidades.

Genotipo / Ciclo	Acámbaro Rend kg ha ⁻¹	Apaseo el Alto Rend kg ha ⁻¹	León Rend kg ha ⁻¹	Reducción/Rend (%)
Torvic / Intermedio	2,524 b	2,380 a	2,190 a	-14 %
Hornet / Intermedio*	-	2,114 b	-	-
Syn 3950 / Tardío*	2,680 a	-	1,785 c	-33 %
P 64H-118 / Precoz*	2,130 c	1,987 c	1,920 b	-10 %
Estación de Crecimiento (días)	168	150	140	28 días
Precipitación (mm)	498	461	430	60 mm

* = Testigo de girasol que usa el productor



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CONCLUSIONES

La validación de la variedad de girasol TORVIC alto oleica de ciclo intermedio, fue satisfactoria a través de ambientes (localidades) contrastantes en precipitación, días de estación de crecimiento, teniendo una variación de un 14 % en el rendimiento, respecto a los a la variación del testigo híbrido tardío que fue de -33%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benítez RI (2002). Selección recurrente con progenies endogámicas de especies autóгамas: Eficiencia de Campo. Agrobiencia, vol. 36, núm. 1, enero-febrero, 2002, pp. 55-65; Colegio de Postgraduados; Texcoco, México.
- Bye R; Linares E; Lentz D L (2009). México: Centro de origen de la domesticación del Girasol. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, UNAM.12(1):5-12.
- Harter AV; Gardner KA; Falush D; Lentz DL; Bye RA; Rieseberg LH (2004). Origin of extant domesticated sunflowers in eastern North America. Nature 430:201-205, <https://doi.org/10.1038/nature0271>
- Heiser BC (1998). The domesticated sunflowers in old Mexico. Genetic Resources and Crop Evolution 45:447-449.
- Hernández MM (2011). Cultivos Alternativos para Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias. CIRCE. Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato. Libro Técnico No. 4.
- IEEG (2009). Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Guanajuato. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. Gobierno del Estado de Guanajuato.
- INEGI (1999). Mapas Topográficos Digitales (escala 1:50,000). Ed. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, D.F.
- INEGI (2022). Censo Agrícola, Ganadero y Forestal de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Gobierno de la República de México. 158p.
- Lentz DL; Pohl MED; Pope MED; Wyatt AR (2001) Preshistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in Mexico. Economic Botany 55:370-376, <https://doi.org/10.1007/BF02866560>
- Márquez SF (1988). Genotecnia Vegetal II. Métodos, Teoría, Resultados, AGT Editor, S.A. México. 665p.
- Rieseberg LH; Seiler GJ (1990) Molecular evidence and the origin and development of the domesticated sunflower (*Helianthus annuus*). Economic Botany 44:79-91, <https://doi.org/10.1007/BF02860477>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural (2020). Análisis de la productividad y rentabilidad de las unidades de producción agroalimentarias del estado de Guanajuato. SDAyR-Gobierno del Estado de Guanajuato. 156p.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EVALUACIÓN PROGENIES DE CRUZAS ENTRE MAÍCES PIGMENTADOS DE LA REGION DE XICHÚ

Luís Felipe Nava González¹, J. Guadalupe García Rodríguez², Enrique Andrio Enríquez², Francisco Cervantes Ortíz², Francisco Chablé Moreno², Rodrigo Ramírez Rodríguez², Paulino Vega Rodríguez²

¹Estudiante de Agronomía TecNM-Roque, ²Profr-Investig. TecNM-Roque, e-mail: fchable4oct@hotmail.com

RESUMEN

México posee una amplia variabilidad genética entre los maíces pigmentados, los productores denominados custodios de maíces nativos, mantienen esta reserva genética. En el ejido Puerto de Pílon del municipio de Xichú, posee este reservorio, que en condiciones *in situ*, tienen buena adaptabilidad, tolerancia a sequía y al acame. Entre la población se identificó genotipos precoces “pronto”, y los tardíos de más 90 días a antesis. El diseño experimental fue en bloques completos al azar, donde se establecieron 21 tratamientos con dos repeticiones, cada tratamiento estuvo constituido por cuatro surcos y los dos surcos centrales de muestreo y 24 cm entre plantas. Las variables evaluadas fueron de tipos agronómico y de rendimiento. Se realizó un ANAVA y una prueba de comparación de medias (Tukey). Los resultados del ANAVA en las variables agronómicas y rendimiento presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). Se identificaron maíces tardíos a 120 dds, y precoces a 68 dds a la antesis. La fluctuación de la altura de planta fue desde dos m hasta más de cuatro m. El peso de la mazorca presentó un rango desde los 155 hasta 81 g por mazorca. La estimación de rendimiento fue desde 3.1 hasta 6.0 tha^{-1} (experimental). Los maíces nativos pigmentados son un recurso genético que pueden usarse de forma *per se*, o en programas de fitomejoramiento.

Palabras claves: Maíces pigmentados, Mejoramiento Genético, Endogamias, Variabilidad Genética

ABSTRACT

Mexico has a wide genetic variability among pigmented corn varieties; producers known as custodians of native corn maintain this genetic reserve. The Puerto de Pílon ejido in the municipality of Xichú has this reservoir, which, under *in situ* conditions, exhibits good adaptability and tolerance to drought and lodging. Early genotypes (pronto) and late genotypes (more than 90 days to anthesis) were identified within the population. The experimental design was randomized complete blocks, with 21 treatments with two replicates. Each treatment consisted of four rows, the two central sampling rows, and 24 cm between plants. The variables evaluated were



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

agronomic and yield variables. A variable comparison of means (ANOVA) and a Tukey test were performed. The results of the ANOVA for the agronomic and yield variables showed highly significant differences ($P \leq 0.01$). Late corn varieties were identified at 120 das, and early corn varieties were identified at 68 das at anthesis. Plant height ranged from 2 m to over 4 m. Ear weight ranged from 155 to 81 g per ear. Yield estimates ranged from 3.1 to 6.0 tha⁻¹ (experimental). Pigmented native corn varieties are a genetic resource that can be used individually or in plant breeding programs.

Keywords: *Pigmented corn, Genetic improvement, Inbreeding, Genetic variability.*

INTRODUCCIÓN

México cuenta una amplia variabilidad genética en maíces pigmentados, esto se manifiesta en mazorcas de los maíces nativos de la raza cónico norteño, a los productores rurales que se han encargado de cultivar y mantener esta reserva genética, actualmente se les denomina custodios de maíces nativos. Un ejemplo típico es El ejido Puerto de Pílon en el municipio de Xichú, constituido por dos comunidades la de San Miguel de la Casita y el Ocotero, en general estos maíces pigmentados se destinan a la elaboración de alimentos (tortillas, atoles y las populares gorditas). Esta tradición es un patrimonio sociocultural poco valorado por las políticas nacionales de desarrollo y de la conservación de la biodiversidad, se encuentra actualmente amenazado por múltiples factores, entre los que señalan, baja calidad de suelo, temporales irregulares, alto grado de endogamia, falta de adopción de tecnología, la mano de obra de este cultivo en personas de la tercera edad cada vez es más frecuente, pero que día a día se debilita, la mujer ha tomado un papel preponderante y no solamente auxilian, sino que son parte activa de esta agricultura de autosuficiencia.

México es un centro de origen del maíz existiendo amplia variabilidad genética, por lo que ha establecido por ley evitar el cultivo de transgénicos, el cual pone en riesgo la conservación de esta fuente de recursos genéticos, conocimientos, prácticas, saberes y dones por la liberación experimental en maíces híbridos (Muños et al., 2016). En la región de Xichú donde los custodios de los maíces nativos se mantienen cultivando ciclo tras ciclo las fuentes de germoplasma de maíces pigmentados, cada vez se reduce su superficie de cultivo, su bajo rendimiento limita incrementar las superficies, es un cultivo de autosuficiencia, el forraje se suministra a los animales. La mayor diversidad genética de maíz se concentra en el sur de México y Guatemala (Coutiño-Estrada et al., 2010).



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

La biodiversidad depende de factores biológicos, ambientales y antropocéntricos (Ortega-Villegas et al., 2018) su estudio tiene como objetivo, conocer la variabilidad e identificar las razas, contar con germoplasma y ampliar la variabilidad genética para emplearse en el mejoramiento (CONABIO-TEEB, 2017), en México esta variabilidad se encuentra distribuida en 59 razas y más de 100 sub razas a lo largo del territorio mexicano (Kato et al., 2009), pero en su mejoramiento genético no se emplea toda la diversidad existente (Yong et al., 2017). Esto sugiere la necesidad de evaluar las razas que no son utilizadas para desarrollar estrategias que permitan la formación de nuevas variedades para enfrentar factores adversos para la producción, como altas temperaturas, plagas, enfermedades, ciclos irregulares de lluvias, tolerancia a la sequía (García, 2020).

Comstock et al. (1949) generaron el método de mejoramiento Inter poblacional de selección recurrente recíproca (SRR), donde los genotipos heterogéneos seleccionados de dos poblaciones divergentes A y B, se cruzan para formar una nueva población y la evaluación de las cruzas se determina las familias con mayor aptitud combinatoria general (ACG) se recombinan y se inicia un nuevo ciclo de selección; para capitalizar los efectos aditivos en las poblaciones. La importancia del maíz nativo en la agricultura hace necesaria su evaluación, conocer y determinar su valor genético, generar programas de mejoramiento específicos para áreas altamente afectadas por diversos factores ambientales. En este contexto el objetivo de la presente investigación fue: Determinar las características agronómicas y rendimiento de maíces pigmentados nativos de Xichú, evaluar las progenies cruzadas con genotipos divergentes de la misma población.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en el campo experimental del TecNM-Roque, ubicado en el Km 8 carretera Celaya-JR, en las coordenadas 20°34'57.7" N de latitud Norte y 100°49'47.3" W de latitud Oeste (Google maps, 2024) con una altitud de 1775 msnm, en Celaya, Guanajuato, la temperatura media es de 21°C y la precipitación pluvial que varía de 600 hasta 1,000 mm anuales (García, 1973).

Los suelos predominantes en la región son vertisol pélico crómico, son de textura arcillosa, planos de relación ligeramente alcalina, fértiles y aptos para una gran variedad de cultivos. Los maíces nativos cultivados fueron los progenitores de la raza cónico norteño de la comunidad de San Miguel de las Casitas y el Ocotero ambas del Ejido Puerto de Pilón del municipio de Xichú, los custodios de maíces nativos de esta raza cultivan granos pigmentados, los cuales fueron cultivados y cruzados durante el ciclo (P-V, 2024). En condiciones in situ, se caracterizan por su gran adaptabilidad, tolerancia a sequía, tolerancia al acame y algunos de estos genotipos



que caracterizan por su precocidad “pronto” y los maíces de siembra tardía, con altura promedio de planta 250-365 cm, altura a mazorca 160-185 cm, grano con pericarpio negro, rojo, amarillo y pinto. El Pinto Xichú con menor adaptabilidad, altura a mazorca 117-155 cm, granos blancos, negros, rojos, amarillos. El Amarillo se ha realizado una clasificación en tardío y precoz, antesis 59 a 62 días, altura a mazorca 100-150 cm, grano amarillo claro. Rojo de madurez intermedia, antesis de 74-76 días, altura a mazorca 130-185 cm, grano rojo claro y rojo oscuro. Amarillo precoz, madurez precoz, plantas bajas, altura a mazorca de 80 a 100 cm, color de granos amarillo fuerte.

Las progenies producidas por cruza se establecieron en el ciclo (I-P, 2024/2025), la preparación del terreno se llevó de acuerdo con la información señalada por agenda Técnica Agrícola de Guanajuato (SAGARPA, 2017). La siembra se estableció el 11 de octubre (O-I, 2024). La fertilización fue al momento de la siembra (120 - 40 - 00), como fuente de nitrógeno se empleó urea realizando la primera aplicación del 50% a siembra y de P hidrosoluble MAP (12-61-00), la segunda aplicación fue el 50 % de N, debido a problemas de deficiencias se realizó una aplicación de fertilizante foliar a los 48 días dds (Micro-min 20-30-10®), la cosecha fue en abril 2025. El control de maleza se realizó a los 18 días después de la siembra con el herbicida selectivo Sansón® (i.a. Nicosulfuron:2-(4,6-dimetoxipirimidin-2-ilcarbomoilsulfamoil)-N, Ndimetilnicotinamida) 1 Lha⁻¹, la segunda aplicación fue con el herbicida Diquat® (9,10-dihidro-8a, 10a-diazoniafenantrénico dibromuro). Para el control de trips y gusano cogollero se aplicó Malatión® (dietil (dimetoxitiofosforil) succinato) 1 Lha⁻¹ y dos aplicaciones con Lorsban granulado al 3% (i.a. Clorpirifos etil: O, O-dietil O-(3,5,6-tricloro 2-piridil) fosorotioato), en dosis de 10 kg ha⁻¹. Los riegos fueron cada 20 días, dando un riego antes de la siembra.

El trabajo experimental se estableció bajo un diseño en bloques completos al azar, con 21 tratamientos de progenies cruzadas entre maíces pigmentados (negro, rojo oscuro y claro, amarillo, morados) los tratamientos evaluados fueron: 1) ♀ Rja/♂Pint, 2) ♀ Am/♂Rjo, 3) ♀ Negra/♂Pint, 4) ♀ Am/♂Pint, 5) ♀ Pint/♂RjoMa, 6) ♀ AmS/♂Rjo, 7) ♀ AmS/♂AmT, 8) ♀ AmPr, 9) ♀ Rjo/♂BIMa, 10) ♀ Am/♂BIMa, 11) ♀ Pint/♂PintMa, 12) ♀ NegMa/♂BLMa, 13) ♀ BIMa/♂NegMa, 14) ♀ Am/♂Pint, 15) ♀ NegMo/♂BIMa, 16) ♀ PintoX, 17) ♀ NegroX, 18) ♀ Roj OsX, 19) ♀ Roja CIX, 20) ♀ CÑ#, 21) CÑØ

El diseño experimental fue en bloques completos al azar, donde se realizaron 21 tratamientos (maíces pigmentados) y dos repeticiones, cada tratamiento estuvo constituido por cuatro surcos y los dos surcos centrales de muestreo, distancia entre surco 0.80 m y de cuatro metros de largo, así como 24 cm entre plantas (50 mil plantas ha⁻¹). Las variables evaluadas fueron: Altura de planta (AltPl), número de hojas 32 dds (NoHj32), Diámetro de tallo (DmTII), número de hojas debajo de la mazorca (NoHjDMz), número de hojas después de



mazorca (NoHjDMz), longitud de espiga (LongEsp), número de espiguillas (NoEsp). Para rendimiento de grano (RG) por parcela se realizó con un 14 de % de humedad del grano y se aplicó la fórmula:

$R = (PC * D * MS) / AP * 0.80 * 10,000$ donde:

PC = Peso de campo

D = Porcentaje de grano, expresado en forma decimal

MS = Materia seca (100 - % de humedad) en forma decimal

AP = Área de la parcela neta

Los datos muestreados fueron sometidos a un ANAVA con el paquete estadístico SAS (v. 9.1) de Microsoft para Windows, los tratamientos que presentaron diferencias estadísticas se les aplicó una prueba de comparación de medias (Duncan α 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANAVA en las variables agronómicas de los maíces pigmentados de la raza tipo cónico norteño de región de Xichú, en todas las variables evaluadas presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). Esto indica que los genotipos evaluados presentan una amplia variabilidad, al respecto Armendáriz-Beltrán *et al.* (2024) mencionan que al estudiar maíces azules en dos densidades de siembra y dos regímenes hídricos concluyen que el empleo de maíces nativos puede ser adecuado para los programas de mejoramiento o que se pueden sembrar y rescatar sus características genéticas que al incrementar las densidades los rendimientos también pueden aumentar su producción, Broa (2018) menciona que los maíces nativos en Morelos son base de la alimentación de los productores rurales.

La prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05) se puede señalar que la emergencia se dio en un período desde los ocho hasta 10 días (datos no presentados), en la AltPI a los 32 dds se observa entre 40.0 a 24.5 cm, de un 50% de las más altas a los genotipos más bajos, en el NoHj ocurre un comportamiento similar al presentarse de 6.0 a 3.6 hojas en valor promedio por planta. En la DFM y DFF, se pudo observar que existen genotipos precoces y tardíos, en los tardía destaca los genotipos 18, 19, 17, 1, 20 con 120 dds mientras que entre los precoces destacan el genotipo 2, 5, 11 y 8 con 68 dds, en DFF se observó un comportamiento similar a la antesis masculina, aunque con cuatro de días de anticipación. En la AltPI a la cosecha se obtuvieron plantas de 4.0 hasta 2.0 m, que sigue un comportamiento de acuerdo a la etapa inicial, en el NoHjAMz y NoHjDMz existe una amplia variabilidad, en la LongEsp y NoEspig se detectó que existen plantas con apenas unas cuantas espiguillas denotando un alto grado de endogamia, plantas con amplio vigor y plantas raquíticas,



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

resultados coincidentes con Broa (2018), al estudiar maíces pigmentados de Morelos menciona la presencia de maíces nativos precoces y tardíos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Prueba de comparación de medias de variables agronómicas de maíces nativos pigmentados cónico norteño del ejido puerto de Pilón, municipio de Xichú, establecidos en TecNM-Roque ciclo (I-P, 2024/2025).

Trat	AltPI32	DiaTall32	DFM	DFF	AltPI	NoHjAMz	NoHjDMz	LonEsp	NoEspig
18	40.0 a	1.16 a	120a	116a	316.6bc	5.3 gh	5.6 bc	41.6 g	20.0 de
2	39.6 ab	0.92 b	68 c	64 c	283.3cd	3.5 i	3.6 hi	45.8 defg	6.1 i
4	35.5abc	1.0 ab	90 b	86 b	400.0 a	8.0 ab	5.1 cdef	56.6 ab	30.0 b
12	35.1abc	0.93 bc	90 b	86 b	400.0 a	8.8 a	5.8 abc	49.1 cdef	35.8 a
3	35.0abc	0.68 fgh	90 b	86 b	288.3cd	6.3 defg	3.6 hi	49.1 cdef	5.8 i
19	34.5abc	1.0 ab	120a	116a	275.0 d	6.8 cdef	5.1 cdef	45.0 defg	20.0 de
14	34.3abc	0.98 b	90 b	86 b	385.0 a	7.1 bcd	4.3 fgh	51.1 bcde	27.5 bc
15	33.8abc	0.86bcdef	90 b	86 b	400.0 a	6.3 defg	4.5 defg	53.3 abc	6.1 i
16	33.3abc	0.91bcd	120a	116a	400.0 a	7.0 defg	4.3 fgh	58.3 a	18.3 ef
1	31.6bcd	0.90 bcde	120a	116a	293.3cd	5.8 fg	5.1 bcd	41.1 g	28.3 bc
9	31.6bcd	0.76cdefgh	90 b	86 b	391.6 a	8.0 ab	6.1 ab	50.8 bcde	30.5 b
7	30.8 cd	0.73 defg	90 b	86 b	350.0 b	6.1 defg	4.1 ghi	51.8 abcd	15.8 efg
13	30.6 cd	0.96 b	90 b	86 b	400.0 a	7.0 bcde	5.1 cdef	50.0 bcde	24.1 cd
5	30.0 cd	0.63 gh	68 c	64 c	300.0cd	5.3 gh	3.6 hi	50.8 bcde	10.0 hi
17	29.1 cd	0.71 efg	120a	116a	400.0 a	7.8 abc	3.6 hi	44.1 efg	13.8 fgh
6	28.8 cd	0.73 defg	90 b	86 b	400.0 a	6.0 efg	4.1 ghi	58.3 a	13.6 fgh
20	28.5 cd	0.86 bcdef	120a	116a	300.0cd	6.6 def	5.6 bc	48.3cdefg	19.1 def
11	28.3 cd	0.53 h	68 c	64 c	311.6cd	6.5 def	6.5 a	42.1 fg	10.0 hi
10	28.0 cd	4.3 defg	90 b	86 b	308.3 d	8.3 a	4.5 defg	51.6 abcd	19.8 de
8	27.6 cd	0.73 defg	68 c	64 c	213.3 d	4.3 hi	3.6 hi	42.1 fg	13.6 fgh
21	24.5 d	0.58 gh	120a	116a	200 e	7.0 bcde	5.3 bcde	45.0 defg	11.0 ghi

Los valores de la misma columna con las mismas son estadísticamente iguales, AltPI32 = Altura de planta a los 32 días dds (μ), NoHj32 = Número de hojas a los 32 días dds (μ), DMTall32 = Diámetro de tallo a los 32 días dds (μ), AltPI = Altura de planta a cosecha (μ), NoHjAMz = Número de hojas arriba de la mazorca (μ), NoHjDMz = Número de hojas debajo de la mazorca (μ), LogEspig = Longitud de espiga principal (μ), NoEspig = Número de espiguillas (μ).

En el ANAVA de las variables de rendimiento de los maíces pigmentados de la raza cónico norteño presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). Estos resultados se validan con las observaciones iniciales, dado que los genotipos pigmentados de la raza cónico norteño presentan amplia variabilidad. En este sentido Armendáriz-Beltrán *et al.* (2024) mencionan que al incrementar las densidades de plantas aumentaron de mazorca, por lo que la variable peso de grano, número de gramos por m^2 , fueron determinantes en la estimación de rendimiento. En resultados de Broa (2018) mencionan que existen una amplia variabilidad en maíces pigmentados en Morelos que coinciden con estos resultados.

En la prueba de comparación de medias (Tukey $\alpha 0.05$) se obtuvo que el número de jilotes existen en genotipos de maíces pigmentados de la raza cónico norteño, presentaron un valor medio desde 3.3 hasta 1.1 esta variable es un indicativo que los maíces pigmentados tienden a producir más de una mazorca pero que dado su característica productiva solo son capaces de presentar una mazorca llena y la segunda de menor tamaño la tercera presenta ocasionalmente unos cuantos granos. En el NoHil y GraHil presentan una amplia variabilidad,



en general los pesos de la mazorca son bajos (Cuadro 2), resultados que concuerdan con Broa (2018) en resultados de maíces pigmentados de Morelos.

En el PeMz la comparación de medias arroja cuatro grupos estadísticos, el 66.6 % pertenecen al primer grupo, el rango de peso promedio fue de 157.33 y 155.67 que corresponden a los genotipos 11 y 20 y dentro de este grupo hasta 120.5 g por mazorca que corresponden al genotipo 17 y 9; en este sentido existen coincidencias con Broa (2018), y con Tadeo-Robles *et al.* (2015), mencionan que al evaluar dos maíces criollos y dos híbridos su peso de mazorca fueron inferiores a este resultado, en granos por hilera presentan la misma tendencia; mientras que el grupo estadístico de menor valor quedo establecido por los genotipos de los tratamientos 18 y 8 con valor promedio de mazorca de 81.67 g por mazorca, este grupo representa un 50 % menor al valor del primer grupo estadístico (Cuadro 2). Aunque se proporcionó el riego, no fue dado en los momentos óptimos y sometidos a estrés hídrico que fue identificado por el enrollamiento de las hojas (datos no mostrados), que coinciden con lo expresado por (Saglam *et al.*, 2014), lo cual es un mecanismo de tolerancia a la sequía en maíz.

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias de variables agronómicas y de rendimiento de maíces nativos pigmentados cónico norteño del ejido puerto de Pilón, municipio de Xichú, establecidos en TecNM-Roque ciclo (I-P, 2024/2025).

M Pigmentado	Trat	NoMZ	NoHil	GraHil	PeMz	RenEst t ha ⁻¹
♀ Rjo/♂ BIMA	9	3.33 a	12.50 ef	33.83 abcd	120.50 abcd	4.63
♀ Am/♂ Pint	4	2.6 ab	14.00bcde	28.33 def	125.67 abc	4.83
♀ Rojo ClX	19	2.5 bc	14.00bcde	28.00 def	100.00 bcd	3.84
♀ Am/♂ BIMA	10	2.5 bc	12.66 def	36.66 ab	109.67 bcd	4.21
♀ Am/♂ Pint	14	2.33 bcd	17.33 a	31.33 abcde	133.83 abc	5.14
♀ NegroX	17	2.33 bcd	14.83abcde	31.50 abcde	120.50 abcd	4.63
CÑort Ø	21	2.3 bcd	15.00abcde	31.00 bcde	130.33 abc	5.01
♀ Roj OsX	18	2.1 bcde	15.33abcd	28.16 def	81.67 d	3.14
♀ AmPr	8	2.0bcdef	11.50 ef	23.00 f	81.67 d	3.14
♀ CÑort #	20	1.83 ef	16.16 ab	20.66 ef	155.67 a	5.98
♀ PintoX	16	1.83bcdef	15.00abcde	27.00 ef	122.67 abcd	4.71
♀ Pint/♂ PintMa	11	1.66 cdef	14.00bcde	29.33 cde	157.33 a	6.05
NegMa/♂ BLMa	12	1.66 cdef	14.00bcde	37.00 a	108.67 bcd	4.18
♀ Rja/♂ Pint	1	1.66 cdef	15.33abcd	30.50 cde	125.83 abc	4.84
♀ AmS/♂ AmT	7	1.5 ef	15.00abcde	31.00 bcde	140.17 abc	5.39
♀ Negra/♂ Pint	3	1.33 def	14.00bcde	31.50 abcde	98.83 cd	3.80
♀ BICa/♂ Neg	13	1.33 ef	13.33 cdef	34.33 abc	146.17 ab	5.62
♀ AmS/♂ Rjo	6	1.33 ef	14.83abcde	33.66 abcd	123.00 abcd	4.73
♀ Am/♂ Rjo	2	1.16 f	15.00abcde	31.16 abcde	123.50 abc	4.75
♀	15	1.16 f	15.50 abc	30.33 cde	107.67 bcd	
NegMo/♂ BIMA						4.14
♀ Pint/♂ RjoMa	5	1.16 f	14.50bcde	31.66 abcde	131.50 abc	5.05



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Los valores de la misma columna con las mismas son estadísticamente iguales, NoMz = Número de mazorcas (μ), NoHil = Número de hileras por mazorca (μ), GrHil = Granos por hilera (μ), PeMz = Peso de mazorca (μ), RendEst = Rendimiento estimado en $t\ ha^{-1}$.

Además, los resultados del presente trabajo resaltan la importancia de analizar la producción en las evaluaciones de maíz, algunas prácticas de manejo, fecha de siembra, densidades de siembra así como la identificación de genotipos con características genéticas identificables son un paso importante para generar tecnología que puede ser empleada en la mejora productiva en los maíces nativos de Xichú, que pueden emplearse *per se*, se podrían usar en programas de fitomejoramiento para tolerancia a la alta densidad, o con genes de resistencia a la sequías que permitiría continuar mejorando el rendimiento de grano y la rentabilidad. Además, es importante entender el efecto de la interacción entre la densidad de plantas y el estrés por déficit hídrico, pues tal parece que, en condiciones de temporal, la humedad durante el periodo crítico de formación de granos es un componente importante para el éxito al usar alta densidad (Hernández *et al.*, 2020; Ramírez-Díaz *et al.*, 2021).

CONCLUSIONES

Los maíces pigmentados de la raza cónico norteño se adaptó al cultivo del Bajío.

Se determinó la existencia de maíces tardíos a 120 días a antesis y precoces a 68 dds.

La altura de la planta se identificaron genotipos de más de 4 metros (problemas de acame) hasta genotipos pigmentados bajos que no superaron 2 metros (sin acame).

En el peso de la mazorca se obtuvieron valores superiores a los 155 gramos y los de menor peso con valor de 81 gramos por mazorca.

El rendimiento estimado presentó un rango de 3.1 hasta 6.0 tha^{-1} , estimación experimental.

Los maíces nativos pigmentados es un recurso genético importante, pueden usarse de forma *per se*, o en programas de fitomejoramiento por su tolerancia al estrés por sequía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Armendáriz-Beltrán R; Lugo-Cruz E; Ruiz-Hernández R; Zavala-García F; y Ramírez-Grimaldo NC (2024). Producción y rentabilidad de maíces nativos azules bajo diferentes densidades de población y regímenes hídricos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 27(124): 1-10. <http://doi.org/10.56369/tsaes.5645>
Broa RE (2018). Los maíces nativos pigmentados del oriente de Morelos para el desarrollo local: Características



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

sociotecnológicas, físico químicas y comportamiento agronómico. Tesis de posgrado. Colegio de Pograduados Texcoco, Estado de México. 174 p.

Cervantes-Adame YF; Rebolloza-Hernández H; Broa-Rojas E; Olvera-Velona A; & Bahena-Delgado G (2020). Efectos de heterosis en poblaciones nativas de maíz y sus cruza F1. *Biotecnia*, 22(3): 11-19. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i3.992>

Rangel-Lucio JA; Santacruz-Varela A; Córdova-Téllez L; García-Rodríguez JG; Cervantes-Ortíz F; Vaquera-Huerta H; & Cuenca-Salgado JA (2021). Adaptación y selección de maíces nativos en la región del Bajío de México por su caracterización morfológica. *Revista fitotecnia mexicana*, 44(2): 241-250. Pub 09 de octubre de 2023. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.2.241>

Ramírez-Díaz JL; Vidal-Martínez VA; Alemán-de-la-Torre I; Ledesma-Miramontes A; Gómez-Montie, NO; Salinas-Moreno Y; Bautista-Ramírez E; Tapia-Vargas LM; & Ruiz-Corral A (2019). Selección de líneas y cruza de maíz combinando las pruebas de mestizos y cruza dialélicas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42(4): 335-346. Recuperado en 23 de abril de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-3802019000400335&lng=es&tng=es.

Ramírez-Díaz JL; Ledesma-Miramontes A; Vidal-Martínez VA; Gómez-Montiel NO; Ruiz-Corral JA; Velázquez-Cardelas GA; Ron-Parra J; Salinas-Moreno Y; & Nájera-Calvo LA (2015). Selección de maíces nativos como donadores de características agronómicas útiles en híbridos comerciales. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(2): 119-131.

Reza-Solis IJ; Romero-Rosales T; Hernández Galeno CÁ; Valenzuela-Lagarda JL & Jiménez -Lobato V (2024). Saberes tradicionales en el cultivo de maíces nativos. *Revista Biológico-Agropecuaria Tuxpan*, 12(1): 167-178. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v12i1.551>

Saglam A; Kadioglu A; Demiralay M; and Terzi R (2014). Leaf rolling reduces photosynthetic loss in maize under severe drought. *Acta Botanica Croatica*, 73(2): pp. 315–332.

Tadeo-Robledo M; Zamudio-González B; Espinosa-Calderón A; Turrent-Fernández A; Cárdenas-Marcelo AL; López-López C; Arteaga-Escamilla I; y Valdivia-Bernal R (2015). Rendimiento de maíces nativos e híbridos en diferente fecha de siembra y sus unidades calor. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(1): 33-43.

Velasco-García ÁM; García-Zavala JJ; Sahagún-Castellanos J; Lobato-Ortiz R; Sánchez-Abarca, C; & Marín-Montes IM (2020). Análisis de la variabilidad morfológica de maíces nativos y exóticos en valles altos de México. *Revista fitotecnia mexicana*, 43(4a): 517-524. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.4-a.517>.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

LAYACE: GIRASOL FORRAJERO Y SU VALIDACIÓN EN GUANAJUATO

Miguel Hernández Martínez¹

¹ INIFAP, Campo Experimental Bajío, Apartado Postal 112, Celaya, Gto., E-mail: inifapmiquel@gmail.com

RESUMEN

El girasol es originario del centro y norte de México, EUA y el sur de Canadá. Ante el déficit de forraje para el consumo agropecuario en el estado de Guanajuato en México, aunado a la falta de variedades de girasol con características forrajeras, debido a que no se ha generado variedades forrajeras, sino que el rastrojo de los híbridos comerciales para aceite, se emplea como alimento, por lo que no se tiene autosuficiencia en el forraje para consumo animal, lo cual se refleja en una problemática de escasez a finales del ciclo de invierno y en gran parte del período de primavera, con un alto costo del esquileo del sorgo o del esquileo del maíz. Ante esta problemática el INIFAP se propuso generar variedades de girasol forrajeras con una alta productividad de biomasa verde, que coadyuven a minimizar el déficit de forraje de calidad en el estado. A partir de recolectar girasoles que los productores siembran y usan como forraje, en asociación e intercalado con el maíz, en la zona media del estado de San Luis Potosí, se procedió a coleccionar, derivar y seleccionar genotipos con características forrajeras, empleando el método de mejoramiento Selección Genealógica (SG) combinada mediante autofecundaciones entre y dentro de familias, avanzando de S_0 a S_6 , evaluando el rendimiento de biomasa, a través de ensayos, se generó la variedad LAYACE por su alta productividad de biomasa verde, fitosanidad y por su valor relativo de forraje clasificándose como de primera calidad. El Objetivo fue validar la variedad forrajera LAYACE en ambientes contrastantes de precipitación, en comparación al híbrido comercial que usa el productor. Los resultados fueron sobresalientes, ya que el rendimiento de biomasa verde en las localidades de León, Apaseo el Alto y Acámbaro de LAYACE fue estadísticamente superior al híbrido comercial que usa el productor.

Palabras clave: Nutrición animal, biomasa verde, calidad de forraje.

ABSTRACT

The sunflower is native to central and northern Mexico, the USA and southern Canada. Given the deficit of forage for agricultural consumption in the state of Guanajuato in Mexico, coupled with the lack of sunflower varieties with forage characteristics, because no forage varieties have been generated, but rather the stubble



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

of commercial hybrids for oil, is used as food, so there is no self-sufficiency in forage for animal consumption, which is reflected in a shortage problem at the end of the winter cycle and in much of the spring period, with a high cost of sorghum shearing or corn shearing. Faced with this problem, INIFAP proposed to generate forage sunflower varieties with high green biomass productivity, which help minimize the deficit of quality forage in the state. From collecting sunflowers that producers plant and use as forage, in association and intercropped with corn, in the middle zone of the state of San Luis Potosí, we proceeded to collect, derive and select genotypes with forage characteristics, using the Genealogical Selection (SG) improvement method combined through self-fertilization between and within families, advancing from S0 to S6, evaluating the biomass yield, through trials, the variety was generated. LAYACE for its high productivity of green biomass, phytosanitary and for its relative value of forage, classifying it as top quality. The objective was to validate the forage variety LAYACE in contrasting precipitation environments, compared to the commercial hybrid used by the producer. The results were outstanding, since the yield of green biomass in the locations of León, Apaseo el Alto and Acámbaro of LAYACE was statistically superior to the commercial hybrid used by the producer.

Keywords: Animal nutrition, green biomass, forage quality.

INTRODUCCIÓN

México es parte del centro de origen y de diversidad del girasol (*Helianthus annuus* L.), el cual está constituido por 49 especies (Bye, *et al.*, 2009), 12 anuales y 37 perennes, además de 19 subespecies (Rieseberg y Seiler, 1990). Todas las subespecies son naturales de América; el hábitat natural del girasol es desde la parte centro y el norte de México (Lentz *et al.*, 2001), hasta el sur de Canadá (Heiser, 1998). De América fue llevado a Europa por colonizadores españoles, ingleses y franceses (Vranceanu, 1977), sin embargo, se le ha dado poca o nula importancia al cultivo en México (Hernández, 2011). El Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos, considera que solo se ha colectado el 25 % de la diversidad genética del girasol silvestre (SINAREFI, 2016).

El girasol es una planta oleaginosa con una extraordinaria diversidad genética, que desempeña un papel fundamental en la alimentación humana y animal por su calidad forrajera (Tang y Knapp, 2003). Es una de las principales fuentes de biomasa verde (Hernández, 2011), para el productor, ya que lo usa directamente picándolo, en verde para el consumo animal. El girasol como forraje, puede ser aprovechado en: 1) planta verde (Lardy y Anderson, 2009) cuando ha iniciado el llenado de grano lechoso-masoso, se corta, se pica y se proporciona a las vacas lecheras en producción; 2) amogotado (Lardy *et al.* 2022) es decir se forma un montículo, se deja deshidratar y posteriormente se muele, usándose en dietas balanceadas para ganado de



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

engorda; 3) ensilado para usarse en la época de estiaje para rumiantes que es lo más recomendado (Lardy y Anderson, 2009).

La producción de forraje en Guanajuato, es de gran importancia para cubrir las necesidades internas, ya que en el estado se tienen 707,618 cabezas de ganado bovino, 544,706 de ovino, 232,479 de caprino, 67,866 de caballar, 15,455 de mular, 31,802 de asnal, 16,554 de conejos, 965,863 de porcino y 19.4 millones de aves (INEGI, 2007).

Sin embargo no se tiene la autosuficiencia en el forraje, lo cual se refleja en una problemática de escasez en el ciclo de invierno y un alto costo del mismo, debido principalmente a temporales deficientes y erráticos, pero principalmente por falta de una cultura provisorio de siembra de forraje para tener calidad y cantidad en época de escasas, ya que gran parte del forraje empleado en explotaciones agropecuarias, es en realidad esquilmo de cosecha de pata de sorgo, pata de trigo y de cebada y rastrojo de maíz de muy mala calidad. El déficit de forraje se estima en 1.5 millones de toneladas de forraje seco al año, en información de datos reportados por el INEGI.

Para mitigar el déficit de forraje sobre todo en el norte de Guanajuato, la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural (SDAyR, 2020), creo el programa “Mi ganado productivo 2020” en donde se adquiere pacas de esquilmos agrícolas en beneficio de los ganaderos, con la finalidad de mantener productiva la ganadería, que no se muera el ganado y evitar el sobrepastoreo (SDAyR, 2020).

La problemática que enfrenta el cultivo de girasol, es que, a pesar de ser México parte del centro de origen del girasol, no se han desarrollado variedades de girasol con características propias para forraje, solo variedades para la producción de aceite para el consumo humano. El Objetivo fue validar la variedad forrajera LAYACE en ambientes contrastantes de precipitación, en comparación al híbrido comercial que usa el productor.

MATERIALES Y MÉTODOS

LAYACE se generó a partir de recolectar girasoles que los productores siembran y usan como forraje, en asociación e intercalado con el maíz, en la zona media del estado de San Luis Potosí (Robles, 1980), se procedió a coleccionar, derivar y seleccionar genotipos con características forrajeras, empleando el método de mejoramiento Selección Genealógica (SG) combinada mediante autofecundaciones entre y dentro de familias,



avanzando de S_0 a S_6 , evaluando el rendimiento de biomasa, a través de ensayos, se generó la variedad LAYACE, es una variedad de ciclo tardío, con 85 días a la floración y de 95 a 100 días al corte de biomasa verde, con una altura promedio de planta 2.61 m y un diámetro de capítulo de 25 cm. El rendimiento promedio de biomasa verde, en dos años de tres localidades bajo condiciones de temporal fue de 69 t ha^{-1} y bajo condiciones de riego una localidad fue de 142 t ha^{-1} con una calidad de forraje de primera calidad, es tolerante a las enfermedades foliares causadas por *Verticillium dahliae* y *Alternaria helianthi*. Se recomienda para el estado de Guanajuato en localidades con precipitaciones mínimas de 400 mm anuales, en la zona del Centro, Sur, Este y Oeste de Guanajuato, donde se ubican Distritos de Temporal y el Distrito de Riego "Alto Lerma". Los usuarios potenciales, son aquellos productores del sector agropecuario quienes poseen animales para engorda, producción de leche o carne, para cubrir las necesidades de alimento del ganado formulando raciones de alimento balanceadas.

Para la validación se estableció bajo temporal, tres parcelas de la variedad LAYACE de ciclo tardío, con productores cooperantes, cada una en una superficie de 0.25 hectárea, en comparación con el testigo híbrido que siembra el productor en su respectiva localidad, para comparar la cantidad de biomasa verde entre genotipos, en diferentes municipios del estado con precipitaciones contrastantes:

- a) Centro-Este del estado, se estableció la parcela de la variedad LAYACE de ciclo tardío y el testigo híbrido Hornet de ciclo intermedio que usa el productor, en el municipio de Apaseo el Alto, bajo condiciones de temporal, con suelo tipo vertisol, textura arcillosa, con profundidad media (90 a 110 cm), clima semiárido semicálido, con precipitación de 380 a 510 mm y una altitud de 1,865 m (IEEG, 2009).
- b) Sur-Este del estado, se estableció la parcela de LAYACE de ciclo tardío y el testigo comercial de ciclo tardío Syngenta 3950 que usa el productor en el municipio de Acámbaro, con suelo de tipo vertisol, textura arcillosa, con profundidad (61 a 90 cm), clima semicálido subhúmedo, con precipitación de 480 a 580 mm y una altitud de 1700 a 2100 m (IEEG, 2009).
- c) Centro-Oeste del estado, se estableció la parcela de LAYACE y el testigo P 64H-118 de ciclo precoz en el municipio de León, con suelo tipo vertisol, textura arcillosa, clima semiseco-semicálido, precipitación 420 a 550 mm y altitud de 1,790 m (IEEG, 2009).

Se preparó el terreno bajo labranza tradicional, dando dos rastras, surcado, siembra en suelo húmedo, aplicación de preemergencia de herbicida Premerlin 600 CE en dosis 2.0 L ha^{-1} para control de maleza de hoja ancha y angosta, aplicación de la fórmula de fertilización 80-40-00 todo a la siembra, para el control de diabrotica y chapulín se aplicó Cypermetrina en dosis de 1.0 L ha^{-1} .



Variables agronómicas. Las variables registradas fueron días a floración, altura de planta, rendimiento de biomasa verde a los 90 días al corte después de la siembra y la precipitación registrada durante el ciclo del cultivo en las diferentes localidades.

Análisis estadísticos. Para hacer la comparación de la variable rendimiento de biomasa verde entre los genotipos en estudio, se realizó la prueba de Student para muestras relacionadas (Prueba de t pareada), para lo cual se tomó 10 muestras, cada una de 1 m de longitud (4 plantas por m) en cada genotipo por localidad, realizando las comparaciones pertinentes; para altura de planta y días a floración se tomó 10 plantas de forma individual, obteniendo el promedio para cada genotipo por localidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra la fecha de siembra con humedad en el perfil de suelo (0-15 cm), la cual depende del inicio y cantidad de lluvia para humedecer la parcela, lo cual es variable para cada localidad, para el establecimiento de la parcela de girasol, con los diferentes genotipos establecidos, usando como testigo el híbrido que siembra el productor, así como la fecha de corte de la biomasa verde.

Cuadro 1. Localidades, fecha de siembra, genotipos forrajeros sembrados por localidad y fecha de cosecha.

Localidad	Fecha de siembra	Variedad Layace	Ciclo Tardío	Fecha de corte biomasa
León	23 de julio de 2024	P 64H-118 *	Precoz*	30 de octubre de 2024
Apaseo El Alto	9 de julio de 2024	Layace Hornet *	Tardío Intermedio*	15 de octubre de 2024
Acámbaro	25 de junio de 2024	Layace Syn 3950 *	Tardío Tardío*	1 de octubre de 2024

* = Testigo de girasol que usa el productor como forrajero,

La localidad de Acámbaro, Guanajuato fue la primera parcela que se estableció, con fecha de siembra el 25 de junio y la primera que se cosecho el primero de octubre. La variedad en validación LAYACE de ciclo tardío, fue la mejor, con un rendimiento de biomasa verde de 78.81 t ha⁻¹, y la variedad TORVIC obtuvo un rendimiento de biomasa verde de 42.75 t ha⁻¹ (Cuadro 2), ambas cosechadas cerca de los 10 días posteriores a la floración.



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Cuadro 2. Resultados obtenidos en la localidad de Acámbaro, Guanajuato, de los diferentes genotipos para la variable rendimiento de biomasa verde, su significancia (Prueba de Student) y promedio de las variables días a floración y altura de planta.

Genotipo	Ciclo	Rend t ha ⁻¹	Días a Flor	Altura cm
Layace	Tardío	76.81 a	90	278
Syn 3950*	Tardío*	44.75 b	91	197

* = Testigo de girasol que usa el productor como forrajero.

En la localidad de Apaseo el Alto, fue la segunda parcela que se estableció el 9 de julio y se cosechó el 15 de octubre, los resultados del rendimiento de grano indicaron que la variedad en validación LAYACE, fue la mejor con un rendimiento de 67.18 t ha⁻¹ superando al híbrido Hornet que usa el productor con un rendimiento de biomasa verde de 39.82 t ha⁻¹ (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados obtenidos en la localidad de Apaseo el Alto, Guanajuato, de los diferentes genotipos para la variable rendimiento de biomasa verde por hectárea, su significancia (Prueba de Student) y promedio de las variables días a floración y altura de planta.

Genotipo	Ciclo	Rend t ha ⁻¹	Días a Flor	Altura cm
Layace	Tardío	67.18 a	91	261
Hornet*	Intermedio*	39.82 b	81	191

* = Testigo de girasol que usa el productor como forrajero,

En la localidad de León, fue la última parcela que se sembró, ya que el establecimiento de la lluvia y la humedad del perfil de siembra, se logró el 25 de junio, poco más de un mes de la primera parcela establecida en Acámbaro, Guanajuato y desde luego fue la última que se cosecho el 30 de octubre. Los resultados en cuanto a rendimiento de biomasa verde (Cuadro 4), para la variedad en validación LAYACE de ciclo tardío, obtuvo un rendimiento de biomasa verde de 60.10 t ha⁻¹ siendo estadísticamente superior a P 64H-118 de ciclo precoz, con un rendimiento de biomasa verde de 33.43 t ha⁻¹, lo que indicaría que LAYACE es una variedad forrajera, que se puede recomendar para esa región con menor precipitación y ciclos vegetativos cortos (Cuadro 5).

Cuadro 4. Resultados obtenidos en la localidad de León, Guanajuato, de los diferentes genotipos para la variable rendimiento de biomasa verde por hectárea, su significancia (Prueba de Student) y promedio de las variables días a floración y altura de planta.

Genotipo	Ciclo	Rend kg ha ⁻¹	Días a Flor	Altura cm
Torvic	Intermedio	60.10 a	89	251
P 64H-118*	Precoz*	33.43 b	71	154

* = Testigo de girasol que usa el productor como forrajero.

En el Cuadro 5 se muestra el promedio concentrado del rendimiento de biomasa verde, obtenido por los diversos genotipos, en las diferentes localidades, así como los días de la estación de crecimiento y la



precipitación durante el ciclo del cultivo en cada localidad. Destaca que a medida que la precipitación, es más abundante en la localidad de Acámbaro (398 mm) y que va disminuyendo en Apaseo el Alto (345 mm) y en León (306 mm) el rendimiento de biomasa verde disminuye, la reducción del rendimiento de biomasa verde entre la mejor y menor localidad en precipitación para la variedad LAYACE fue de una disminución del 22 %.

Cuadro 5. Rendimiento de biomasa verde de las diferentes variedades forrajeras de girasol, en tres localidades, así como la precipitación y días de la estación de crecimiento y porcentaje de reducción del rendimiento de LAYACE entre localidades.

Genotipo / Ciclo	Acámbaro Rend t ha ⁻¹	Apaseo el Alto Rend t ha ⁻¹	León Rend t ha ⁻¹	% reducción del rendimiento
Layace / Tardío	76.81	67.18	60.10	-22.0
Syn 3950 / Tardío*	44.75	-	-	-
Hornet / Intermedio*	-	34.82	-	-
P 64H-118 / Precoz*	-	-	33.43	-
Estación de Crecimiento (días)	168	150	140	28 días
Precipitación (mm)	398	345	306	92 mm

* = Testigo de girasol que usa el productor como forrajero.

CONCLUSIONES

La validación de la variedad de girasol forrajera LAYACE de ciclo tardío, para la producción de biomasa verde, fue satisfactoria a través de ambientes (localidades), ya que en la localidad de mayor precipitación fue de 76.81 t ha⁻¹ (en Acámbaro, Gto.) y en contraste en la localidad de menor precipitación fue de 60.10 t ha⁻¹ (León, Gto.), superando a todos los testigos híbridos que usa el productor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bye R; Linares E; Lentz DL (2009). México: centro de origen de la domesticación del Girasol. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, UNAM.12(1):5-12.
- Heiser BC (1998). The domesticated sunflowers in old México. Genetic Resources and Crop Evolution 45:447-449.
- Hernández MM (2011). Cultivos Alternativos para Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias. CIRCE. Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato. Libro Técnico No. 4.
- IEEG (2009). Ordenamiento ecológico del territorio del estado de Guanajuato. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. Gobierno del Estado de Guanajuato.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

INEGI (2007). Censo Agrícola, Ganadero y Forestal de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Gobierno de la República de México.

Lardy, G., & Anderson, V. 2009. General concepts and recommendation for using alternative feeds. NDSU Extension Service. North Dakota State University, North Dakota.

Lardy, G., Anderson, V. and C. Dahlen, 2022. Alternative feeds for ruminantes. NDSU Extension Service. North Dakota State University, North Dakota.

Lentz DL; Pohl MED; Pope KO; Wyatt AR (2001). Preshistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in México. Economic Botany 55:370-376.

Rieseberg LH; Seiler G (1990). Molecular evidence and the origin and development of the domesticated sunflower (*Helianthus annuus*). Econ. Bot. 44S, 79–91.

Robles SR (1980). Producción de oleaginosas y textiles. Editorial LIMUSA. México. 675p.

SDAyR (2020). Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural. Análisis de la productividad y rentabilidad de las unidades de producción agroalimentarias del estado de Guanajuato. SDAyR-Gobierno del Estado de Guanajuato.

SINAREFI (2016). Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA), SNICS. Tlalnepanitla, Edo. de México. 88p.

Tang SX; Knapp SJ (2003). Microsatellites uncover extraordinary diversity in native American land races and wild populations of cultivated sunflower. Theor. Appl. Genet. 106, 990–1003.

Vrănceanu, AV (1977). El Girasol. Ed. Mundi-Prensa. Madrid España



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

FORMACIÓN DE VARIEDADES DE MAÍZ (*Zea mays* L.), MEDIANTE SELECCIÓN MASAL VISUAL ESTRATIFICADA PARA CONDICIONES DE TEMPORAL

J. Guadalupe García Rodríguez¹; Francisco Chablé Moreno¹; Francisco Cervantes Ortiz¹; Jesús Frías Pizano¹; Sergio Arturo García Gutiérrez¹; Estéfana Alvarado Barcenás¹; Davino Pérez Mendoza¹

¹Profesor-Investigador del TecNM-Roque; Km 8 Carretera Celaya Juventino Rosas, Guanajuato, México; CP 38110

RESUMEN

México es centro de origen y diversidad genética del maíz, descubierto por el hombre y domesticado desde hace más de diez mil años. Es la base de la alimentación de los mexicanos, se consume en tortillas, atole, tamales y un sinnúmero de antojitos. Materia prima de la industria alimentaria, en la elaboración de productos para la alimentación animal en grano y en forraje verde o ensilado. A nivel nacional existe más de 64 razas nativas, se encuentran cultivadas desde el nivel de mar hasta los tres mil metros de altura. Por lo que es importante la formación de nuevos genotipos por regiones; como variedades de polinización libre, variedades sintéticas y híbridos que superen los rendimientos promedios o sea igual a los comerciales por las empresas semilleras. Esta investigación se desarrolló en el TecNM-Roque, cuyo objetivo fue identificar características agronómicas sobresalientes y de rendimiento, mediante el método de selección masal estratificada para la formación de una variedad para condiciones de temporal o de punta de riego. El ensayo se llevó a cabo en los terrenos experimentales del Tecnológico de Roque, de cinco ciclos de selección masal estratificada. Inició con la identificación de familias de medios hermanos de subpoblaciones sobresalientes a partir del establecimiento de cinco poblaciones de medios hermanos en sublotos divididas en fajas para su recombinación genética; las poblaciones originales muestras fueron de los estados de México, Puebla, Hidalgo, Michoacán y Guanajuato. Se seleccionaron 250 plantas con una presión de selección del 8% (50 mazorcas) de las poblaciones originales. Para identificar de los caracteres agronómicos y de rendimiento se consideró las variables: altura de planta, número de hojas, altura a mazorca y los componentes de rendimiento por hectárea. Los resultados arrojaron que las subpoblaciones colectadas en el estado de México presentaron rendimientos de 9.7 t ha⁻¹ que podría ser debido a efecto ambiental provocando por menor adaptación ecológica. Las subpoblaciones con mejor



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

rendimiento corresponden a las colectas derivadas de Guanajuato con un rendimiento estimado de 12.8 t ha⁻¹, le sigue la subpoblación de Michoacán con un valor promedio de 10.5 t ha⁻¹.

Palabras clave: *Zea mays*, selección masal, ganancia genética.

ABSTRACT

Mexico is the center of origin and genetic diversity of corn, discovered by humans and domesticated more than ten thousand years ago. It is the foundation of the Mexican diet, consumed in tortillas, atole, tamales, and countless snacks. It is a raw material for the food industry, used in the production of animal feed products in grain form and in green forage or silage. Nationally, there are more than 64 native varieties, cultivated from sea level to 3,000 meters above sea level. Therefore, the development of new genotypes by region is important, such as open-pollinated varieties, synthetic varieties, and hybrids that exceed average yields or are equal to those sold by seed companies. This research, conducted at TecNM-Roque, aimed to identify outstanding agronomic and yield characteristics using the stratified mass selection method to develop a variety for rainfed or peak irrigation conditions. The trial was carried out on the experimental grounds of the Roque Institute of Technology, using five cycles of stratified mass selection. It began with the identification of half-sib families from outstanding subpopulations by establishing five half-sib populations in subplots divided into strips for genetic recombination. The original sample populations were from the states of Mexico, Puebla, Hidalgo, Michoacán, and Guanajuato. A total of 250 plants were selected with a selection pressure of 8% (50 ears) of the original populations. The following variables were considered to identify agronomic and yield traits: plant height, number of leaves, height at the ear, and yield components per hectare. The results showed that the subpopulations collected in the state of Mexico had yields of 9.7 t ha⁻¹, which could be due to environmental effects leading to reduced ecological adaptation. The best-performing subpopulations correspond to the collections derived from Guanajuato, with an estimated yield of 12.8 t ha⁻¹, followed by the Michoacán subpopulation with an average yield of 10.5 t ha⁻¹.

Keywords: *Zea mays*, mass selection, genetic gain.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los tres cereales de mayor importancia económica en el mundo; por la superficie sembrada de 201 983,645 hectáreas con una producción de 1,162, 352.997 toneladas con un promedio de rendimiento de 5.8 t ha⁻¹, el consumo *per cápita* de 17.4 kg en el 2022. A nivel nacional el maíz se cultivan más 64 razas nativas y variedades mejoradas en diferentes ambientes, desde el nivel mar hasta los tres mil metros de altura; aportando a la dieta; carbohidrato, proteínas, grasas, vitaminas y minerales. La alimentación humana; se consume en tortillas, atoles, elotes, tamales, pinole, pozole entre otros; como grano y forraje verde para ganado, es una fuente principal de materia prima para la agroindustria. México cuenta con poco más de 88 millones de hectáreas con vocación agrícola; 29.8 hectáreas se siembran con maíz en condiciones de riego y 57.0 hectáreas maíz en temporal. Fue descubrimiento y domesticado por el hombre desde hace más de diez mil años, a través del tiempo ha evolucionado y mejorado, por procesos de selección natural y adaptación; debido a la polinización cruzada en regiones ecográficas endémicas, esto ha generado razas nativas en diferentes regiones agroecológicas de México, este recurso genético de gran valor para la mejora genética. Es una especie de la más estudiadas por su importancia económica, cultural y social, indispensable para las regiones de bajos recursos. Por ser una especie alógama ha favoreciendo la formación de variedades mejoradas e híbridos para diferentes ambientes. A pesar de su amplia variabilidad genética, la utilización del germoplasma para a formación de nuevas variedades es reducido (Molina, 1990). La recombinación permite generar nuevos individuos con características favorables; resistentes al acame, mayor rendimiento, tolerantes a plagas y enfermedades con mayor rango de adaptación a diferentes ambientes. La recombinación incrementa la ganancia genéticas ciclo de selección (Chávez, 1995). Cuando la población es sometida a un proceso de selección de mejora continua y se incrementan sus caracteres por ciclo de selección (Vargas et al., 1982).

La selección masal es un método genético de procedimiento recurrente, que de un grupo de individuos se escogen caracteres que puedan ser heredables para la siguiente generación (dentro de la población), y de esos mezclan y se siembran las semillas dejando remanente para evaluar progenie por ciclo de selección y cuantificar la ganancia por ciclo. (Hallauer y Miranda, 1981) mencionan que con este tipo de selección ha permitido generar variedades mejoradas de polinización libre de



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

poblaciones locales, con nuevos recombinantes superiores a los progenitores con una base genética más amplia y adaptable al sitio de selección. (Navas y Cervantes, 1991; Molina, 1993) La selección masal ha sido considerada como el más antiguo y simple esquema de selección recurrente en maíz (Allard, 1980; Pandey y Gardner, 1992), pero para su éxito se requiere suficiente variabilidad genética en la población (Angeles, 1961). Debido a que las técnicas de campo de la selección masal sugeridas por Gardner (1961) presentaban algunas restricciones de tipo práctico, Molina (1983) sugirió hacerla en forma visual, método al que denominó “Selección Masal Visual Estratificada” (SMVE).

Metodología practicada por los agricultores en forma empírica, al seleccionar las mejores mazorcas de cada ciclo de cultivo, están mejorando el valor medio hacia las características agronómicas y de rendimiento deseado. La práctica mediante cinco ciclos de selección de las progenies de la recombinación de poblaciones, se evalúan hasta identificar varias variedades, del cual se escogen las mejores por su adaptación y rendimiento; se realizan los ensayos correspondientes y seleccionar una variedad que reúna las características adecuadas para su establecimiento en lotes comerciales de producción. El objetivo fue identificar características agronómicas sobresalientes; mediante selección masal estratificada de cinco poblaciones de maíz para la formación de una variedad de polinización libre (VP) para condiciones de temporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Tecnológico Nacional de México-Roque, ubicado en el Km. 8, carretera Celaya-Juventino Rosas, Guanajuato, se localiza a 20° 34' 53" latitud norte y 100° 49' 38" longitud oeste, a una altura de 1720 m. con temperatura media anual de 18°C y precipitación media anual de 600 a 800 mm, Celaya se ubica en la parte central de Guanajuato, con clima semicálido, suelos de tipo vertisol, con altos contenidos de arcilla y a la zona de más baja altitud del estado de Guanajuato FAO-UNESCO (INEGI, 1991). En el ciclo P-V 2018, se sembró 50 mazorcas provenientes de cinco poblaciones; Estado de México, Puebla, Hidalgo, Michoacán y Guanajuato; en un lote aislado. Se inicio con una población de P₀ de 45000 plantas a las que se les aplicó la selección masal estratificada por sus caracteres agronómicos de interés y componentes de rendimiento para el primer ciclo con una presión de selección de 4.5% considerando las siguientes características; altura de planta, altura



a la primer mazorca, número de hojas, longitud de hoja, hojas por planta, días a la floración femenina floración masculina y para caracteres de rendimiento por hectárea, longitud de mazorca, hileras por mazorca, sanidad de la mazorca, durante el ciclo del cultivo y hasta la cosecha se eliminaron plantas con características indeseables para los primeros cinco ciclos de selección. Se selección y se cosecharon 1000 plantas a la madurez fisiológica, se desgranaron para la formación de un compuesto balanceado para sembrar el siguiente ciclo de selección hasta “n” veces hasta lograr la formación de nuevas variedades de polinización libre para condiciones de temporal. Los datos muestreados se analizaron mediante el paquete estadístico SAS (v 9.4) para Microsoft Windows y los tratamientos con diferencias estadísticas se sometieron a una prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANAVA en la fuente de tratamientos mostraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en todas las variables evaluadas Hinfer, Hsuper, Anhj, Loh, Altmzc, Peforr, Rendha (Cuadro 1). La altura de planta y de mazorca mostraron incrementos significativos en cada ciclo de selección. Los compuestos balanceados de cada ciclo de selección igualaron y/o incrementaron rendimiento por la ganancia por ciclo de cultivo con respecto a sus progenitores. La estabilización de caracteres relacionados con la adaptación ocurrió entre el tercer y cuarto ciclo de selección. La utilización del método de selección masal visual estratificada recurrente, en el que para cada ciclo de selección se identificaron los individuos de interés (a los cuales se les hicieron evaluaciones mediante selección visual, apoyadas mediante la toma de datos aleatorizados para las características de interés como altura de planta, altura de mazorca, sanidad y rendimiento).

La selección masal se ha utilizado para generar variedades de maíz de polinización libre con buena respuesta a condiciones ecológicas específicas y para modificar el comportamiento de algunos caracteres agronómicos (Torregrosa y Arias, 1970). Hallauer y Sears (1972), Compton *et al.* (1979), San Vicente y Hallauer (1993), entre otros, consideran a la selección masal como un método efectivo para adaptar poblaciones como germoplasma exótico, aquellos genotipos de otras áreas geográficas. Existen evidencias de poblaciones de maíz provenientes del trópico húmedo en combinación con los genotipos del centro, son los mejores patrones heteróticos.



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia de cinco subpoblaciones de maíz para la formación de una variedad de población polinización libre (VPL).

FV	gl	Hinfer	Hsuper	Anhoja	Logh	Altmzc	Pesforr	Rendha
Blo	2	0.046 ns	0.466 ns	0.246 ns	523.166 ns	0.0009 ns	0.067ns	28.974 **
Trat	4	4.79 **	19.600 **	10.606 **	1033.883 **	0.492 **	1.967 **	49.537 **
Error	143	0.608	0.481	0.29	67.139 **	0.256	54.776	1.253
Total	149	106.29	147.333	175.796	11.8	5.637	45.206	435.33
CV(%)		11.3	9.8	11.8	13.6	28.0	26.8	10.5

FV= Fuente de variación, gl = Grados de libertad, Hinfer= Hojas inferiores, Hsuper= Hojas superiores, Altmzc=Altura a la mazorca, Pesforr=Peso de forraje y Rendha= Rendimiento por hectárea

Cuadro 2. Valores medios de la prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05) del ANAVA de cinco subpoblaciones de maíz para la formación de una variedad de polinización (VPL) en cinco ciclos de selección del TecNM-Roque.

Trat	Habmzc	Harmzc	Anchj	loghoj	Altmzc	No.esp	Logesp	Pesforr	Rendha
4	7.40 a	7.50 ab	8.53 a	63.66 b	1.40 a	17.96 b	23.26 b	2.10 a	10.54 b
5	7.20 ab	7.70 a	8.60 a	65.70 b	1.35 ab	18.23 b	24.43 b	2.10 a	12.84 a
3	6.80 cd	7.30 ab	8.66 a	66.76 b	1.22 c	15.60 d	15.60 d	2.01 a	10.29 bc
2	6.63 c	7.16 b	8.33 a	77.70 a	1.23 b c	15.93 c d	19.90 cd	1.77 ab	9.72 c
1	6.43 c	5.66 c	7.23 b	78.33 a	1.07 d	14.76 a	30.56 a	1.51 b	9.77 bc

Valores con la misma letra en las columnas no son estadísticamente diferentes $P \leq 0.05$; Trat=Tratamientos, Hojas debajo de la mazorca (Habmzc), Hojas arriba de la mazorca (Harmzc), Ancho de la hoja (Anchj), Longitud de la hoja (loghoj), Altura a la primera mazorca (Altmzc), No. Espigas por planta (No.esp) Longitud de espiga (Logesp), peso de forraje (Pesforr) y rendimiento por hectárea (Rendha).

Los resultados muestran que después de siete ciclos de selección masal estratificada entre las subpoblaciones de las poblaciones (Po colectadas) en los cinco estados de la república mexicana, presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$); durante los primeros ciclos de selección, los datos fueron altamente heterogéneos, iniciando la uniformización aproximadamente del cuarto al cinco ciclo de selección, ya en el quinto ciclo las diferencias estadísticas entre las subpoblaciones seleccionadas presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos en las variables en estudio. La respuesta al rendimiento de grano y forraje, altura de planta entre otros, fue positiva a la selección.

CONCLUSIONES



La selección masal visual estratificada es el método más antiguo de mejoramiento genético utilizado por los mejoradores, debido a que la selección de las poblaciones se realiza visualmente los caracteres fenotípicos y genéticos durante el desarrollo del cultivo, considerando el efecto de la interacción del ambiente con genotipo.

Partiendo de una población cero (P_0) con la aplicación de este método se puede tener una ganancia por selección de 1.5 % a 1.0 % conforme se avanza en la selección por ciclo de selección a selección masal estratificada. Con ello lograr una variedad de polinización libre (VPL), genéticamente más estable.

Por este método se generaron variedades con características diferentes: Roque Nuevo Milenio, Roque dos mil quince, Roque 2020, Roque Carnero y Roque Pebeco; con características aceptables de rendimiento y buena calidad de grano y forraje, con amplio rango de adaptación para condiciones de temporal y punta de riego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta B GF (2024). Selección de Maíz para exportación con características Pozoleras, en la variedad INIA-101 en el Sector Cartagena Distrito de Mórrope-Región Lambayeque 2021.
- Aguirre CL; Jiménez MJ (1999). Pasado y presente en la producción y consumo del maíz nativo en el altiplano y valles del departamento de la Paz, Bolivia.
- Castillo Cedeño IJ (2025). Fitomejoramiento participativo del maíz criollo "Amarillo Claro", en la comuna Membrillal- Jipijapa (Bachelor's thesis, Jipijapa-Unesum).
- Chávez J L (1995). Mejoramiento de Plantas 2: Métodos Específicos de Plantas Alógamas. Ed. Trillas-UAAAN. México, D. F. 143 p.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo [CIMMYT] y Del Pueblo de los Estados Unidos de América [USAID]. (2020). Módulo de selección masal estratificada. Proyecto Buena Milpa [Archivo PDF].
- Coyac RJL; Molina GJD; García ZJJ; Serrano CLM (2013). La selección masal permite aumentar el rendimiento sin agotar la variabilidad genética aditiva en el maíz Zacatecas 58. Revista fitotecnia mexicana, 36(1): 53-62.
- De la Garza MM; Cruz BAS; Económico D (2024). Evolución de la estructura productiva del maíz y el efecto del programa "Sembrando Vida" sobre la producción de maíz en grano en México, 2000-2022.
- Escalante IJM (2024). Análisis regional de la producción de maíz en México. 2016-2022.



FAOSTAT (2024). The statistics division of the food and agriculture organization of the United Nations. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación división estadística. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/TCL>

Fielding R (2024). Voltaire's Breadfruit: Thoughts on the Inspiration for an Eighteenth-Century Colonial Botanical Transfer. *Plant Perspectives*, 1(1): 11-40.

Fundación de Investigación Participativa [FIPAH]. (2012). La selección masal estratificada, una alternativa para la conservación y mejoramiento sustentable de la diversidad genética del maíz en Honduras. Editorial Tegucigalpa.

<http://fipah-hn.org/wp-content/uploads/2017/04/SMA-web.pdf>

Flores, L., Castillo F., Nieto J., Vázquez, M., Livera, M., Benítez, I. y Ramírez, A. (2022). Diversidad agromorfológica del maíz Cacahuacintle de los valles altos de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 45(1), 13-22.

García J; Soberón L (2005). 5ª edic. p. 5. Cervantes G. (2003). Selección masal visual estratificada y de testigos de rendimiento

Hallauer AR; Miranda (1981). *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Iowa State University Press, Amer. High throughput phenotyping in soybean breeding using RGB image vegetation indices based on drone. *Scientific Reports*, 14(1): 32055.

Juárez JCM (2024). Diversidad genética de *Zea diploperennis* y estrategias para su conservación (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de México).

Monter SA (2024). Capacidad de extensión y rendimiento de variedades de maíz palomero para Valles Altos de México. Tesis de Posgrado.

Saquimux F (2011). Selección masal en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) para pequeños agricultores. Editorial Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola

<https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Maiz/seleccion%20del%20maiz.pdf>

<https://www.asocuch.com/wp-content/uploads/2020/06/Modulo-Seleccio%CC%81n-Masal-Estratificada.pdf>

<https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/45-1/2a.pdf>

Sánchez GG (2022) Caracterización morfológica del XII ciclo de selección del maíz cuzqueado en el valle del Mantaro. *Prospectiva Universitaria* 7(1):38-45

Sandoval-Hernández FJ; Osorio-Bautista JG; Gutiérrez-Campos JM; Barragán RJM (2025). Evaluación de híbridos tropicales y subtropicales de maíz en un clima de transición: Evaluación de híbridos de maíz. *Scientia Agricolis Vita*, 2(1): 1-7.

Olivera R; Stefani P (2024). Selección de maíz para silo mediante familias de medios hermanos de la raza blanco dentado.

Ramírez DJL; Vidal MVA; Alemán DTI; Ledesma M A; Gómez MNO; Salinas M; Bautista RE; Tapia V L. M; Ruiz CA (2019) Selección de líneas y cruas de maíz combinando las pruebas de mestizos y cruas dialélicas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 42:335-346. Sánchez R. F. J., M. C. Mendoza C. y C. G.

Mendoza M (2016). Estabilidad fenotípica de cruas simples e híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana* 39:269-275.

Sánchez RFJ; Mendoza CMC; Mendoza RM†, Castillo GF; Cruz IS; Castro NS; Molina G JD† (2017). Aptitud combinatoria de líneas d de maíz Zac. 58. *Agrociencia* 48:93-105.

Padrón LCR; Cauich IC; Fernández VGP (2025). Producción y competitividad del banano mexicano a nivel mundial. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 16(3): 8.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Valenzuela Vera AB (2024). Integración de tecnologías y técnicas de mejora genética en el cultivo del maíz (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2024).

Vanegas AH; Victoria RMT; Vargas SJE; Arboleda RF (1984) Estimación de varianza aditiva y predicción del avance genético en 17 poblaciones de maíz utilizando familias de medios hermanos maternos. *Acta Agron.* 34:5-19.

Vargas S J E; J D Molina GT; Cervantes S (1982) Selección masal y parámetros genéticos en la variedad

Vidal HAP; Salinas JCC; Cabañas AAG (2025). Semillas nativas de maíz frente a los híbridos comerciales. realidades contemporáneas de los Valles Centrales de Chiapas. *Bioeconomía en Latinoamérica: desafíos para la sostenibilidad y el desarrollo. Volumen 2. Sector primario.*

Orozco RQ; Odenthal J; Marta A (2017). La diversidad de maíces y su conservación en la cuenca de la Laguna de Pátzcuaro. *Agrociencia*, 51 (8): *versión On-line* ISSN 2521-9766 *versión impresa* ISSN 1405-3195

Valenzuela CYM (2014). Selección masal estratificada en maíz morado (*Zea mays* L.), II etapa Canaán a 2735 msnm-Ayacucho.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

HORTALIZAS



Reto grande para la agronomía; en la preparan sus camas biointesivas, Donde cultivan sus hortalizas, sudan la gota gorda. Como todo embarazo ven, ver crecer sus plantas. Desde semillas, plántulas y lograr la antesis. Cuando observan los floridos capítulos del girasol. Así cebollas hasta cilantros, tomates y betabel. No podemos olvidar las lechugas, menos brócoli crecer. Los rábanos coloridos, cebollas y zanahorias. Chiles para preparar la salsa y comer saludable también.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

ACTIVADORES FISIOLÓGICOS EN LA ETAPA REPRODUCTIVA DE PLANTAS DE PEPINO

Leonardo Manuel Tovar Pacheco¹; María Victoria Rodríguez García²; Leonel Sandro Maldonado Méndez³; María Eugenia Gallardo Rodríguez²; Ricardo Yáñez López²; Luis Patricio Guevara Acevedo^{2§}

¹Estudiante de ingeniería en agronomía TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato.

²TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. ³TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Abasolo, Cuitzeo 401 Cuitzeo de los Naranjos, Abasolo, Guanajuato. [§] Autor de correspondencia: luis.ga@roque.tecnm.mx

RESUMEN

En esta investigación se analizó el impacto de las aplicaciones foliares de ácido succínico y algas marinas sobre producción de pepino. El experimento se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México campus Roque (TecNMNR), donde se trasplantaron plántulas de pepino de la variedad Fuzeta® (Bejo) en bolsas de plástico de 25x37 cm, con una planta por bolsa. Diez días después del trasplante (ddt), se aplicaron los tratamientos en un diseño experimental de bloques completamente al azar, con 3 bloques y 3 tratamientos: ácido succínico (Meyer®) a dosis de 100 ppm, algas marinas (NG-PLUS®) a dosis de 5mL L⁻¹, su combinación, y un testigo comercial FertiPlus a dosis de 2 ml L⁻¹. A los 53 ddt las variables evaluadas fueron largo de fruto (cm), ancho de fruto (mm) y peso de fruto (g). Los resultados de estas variables fueron evaluados en el programa SAS para Windows ver 9.4, en donde en los resultados se observa que el tratamiento de ácido succínico + algas a dosis de 100 ppm + 5ml L⁻¹ presentó los mayores valores para las variables evaluadas.

Palabras clave: *Acido succínico, peso de fruto, cosecha, foliar, algas marinas, largo de fruto*

ABSTRACT

In this research, the impact of foliar applications of succinic acid and seaweed on the growth of cucumber plants was analyzed. The experiment was carried out at TecNMN Roque, where cucumber seedlings of the Fuzeta® (Bejo) variety were transplanted in 25x37 cm plastic bags, with one plant per bag. Ten days after transplanting (ddt), the treatments were applied following a completely randomized block experimental design, with 3 blocks and 3 treatments: succinic acid (MEYER®), seaweed (NG-PLUS®), their combination, and a commercial control FertiPlus. At 53 ddt, the variables evaluated were fruit length (cm), fruit width (mm) and fruit weight (g). The results of these variables were evaluated in the SAS program for Windows ver 9.4 (SAS, 2002), where the results show that the succinic acid + algae treatment at a dose of 100 ppm + 5mL L⁻¹ presented the highest values for the variables evaluated.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Keywords: *Succinic acid, fruit weight, harvest, foliar, seaweed, fruit length, fruit weight, fruit length*

INTRODUCCIÓN

Los bioestimulantes son organismos o compuestos que favorecen la nutrición vegetal, mejoran la resistencia de las plantas frente a factores de estrés abiótico y potencian tanto el rendimiento como la calidad de los cultivos (Yakhin *et al.*, 2017). Estos productos tienen el potencial de incrementar tanto la producción como la calidad de las cosechas. Además, se emplean con regularidad para reducir la dependencia de fertilizantes químicos. De igual manera, los productos clasificados como no nutricionales ayudan a disminuir el uso de fertilizantes y a aumentar la resistencia de las plantas frente a distintos tipos de estrés (Quintero *et al.*, 2018).

Uno de los problemas en la producción de hortalizas como en el cultivo de pepino ha sido la fertilización, debido a fallos en su aplicación por un manejo incorrecto o dosis insuficientes, lo que impide que las plantas logren su máximo potencial agronómico. Por esta razón, se están explorando diversas alternativas para aumentar la producción, entre las cuales se encuentran los activadores fisiológicos, desestresantes y potenciadores del rendimiento (Hidalgo, 2020), dentro de estos activadores se encuentra el extracto de algas marinas, que favorece la producción de hormonas propias en las plantas y mejora su capacidad para absorber y transportar nutrientes del suelo. Entre sus ventajas se encuentran un mayor crecimiento, una germinación más rápida de las semillas, un retraso en el proceso de envejecimiento, una mayor resistencia a enfermedades y una mejor adaptación a situaciones de estrés (Intagri, 2016). Otro de los estos activadores fisiológicos es el ácido succínico, un estimulante que favorece la calidad del suelo y acelera el crecimiento de las plantas. También se utiliza para remojar semillas y esquejes, promoviendo el desarrollo de raíces. Además, ayuda a las plantas a resistir mejor las bajas temperaturas y la falta de agua, y refuerza su defensa frente a virus y hongos. La efectividad de este estimulante varía según el método de aplicación, lo que podría acelerar la maduración de los frutos. (Land, 2020), Es por ello que el objetivo de la investigación fue, evaluar el efecto de aplicaciones foliares de ácido succínico, algas marinas y su combinación en parámetros de producción del cultivo de pepino bajo condiciones de túnel.



MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se efectuó en un túnel y en el laboratorio de Fitosanidad del Tecnológico Nacional de México, campus Roque. Se trasplantaron plántulas de pepino (*Cucumis sativus*) de la variedad Fuzeta® (Bejo) en bolsas plásticas de 25x37 cm, las cuales se llenaron con una mezcla de tierra lama, arena y tezontle en partes iguales. Tras rellenar las bolsas, se les aplicaron 500 mL de agua, se procedió con el trasplante y luego se regaron diariamente con un volumen aproximado de 500 mL por bolsa, manteniendo la capacidad de campo.

La fertilización del cultivo comenzó 8 días después del trasplante (ddt) a dosis de 2 g L⁻¹ de nitrato de calcio CALCINIT® (YaraTera) aplicando 1 L por bolsa. A los 11 y 19 ddt, la dosis de nitrato de calcio se duplicó y a los 11 ddt se aplicaron 5 mL L⁻¹ de imidacloprid Muralla Max® (Bayer), con 0.5 L por bolsa, para controlar la mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante riego. A los 12 y 20 ddt, se añadió 2 mL L⁻¹ de H₂SO₄ y a los 13 y 21 ddt, 2 mL L⁻¹ de extracto de yuca. A los 15 y 23 ddt, se aplicaron 4 g L⁻¹ de YaraTera CALCINIT® (nitrato de calcio), con 1 L por bolsa, y en esos mismos días se añadió 2 mL L⁻¹ de H₂SO₄. La fertilización continuó a los 24 y 27 ddt con 2 g L⁻¹ de YaraTera CALCINIT® (nitrato de calcio), con 1 L por bolsa. A los 31 ddt se comenzó el tutorio de las plantas y se incrementó la dosis a 3 g L⁻¹ de YaraTera CALCINIT® (nitrato de calcio), repitiendo la dosis en los días 35, 39, 42, 46, 49 y 53 ddt. Antes de cada aplicación de fertilizante, se regaron las bolsas con 500 mL de agua.

A los 10 días después del trasplante (ddt), se aplicaron los tratamientos en un diseño experimental compuesto por 12 unidades experimentales, con tres tipos de tratamiento: ácido succínico Meyer® a una concentración de 100 ppm L⁻¹, algas marinas NG-Plus® a una dosis de 5 mL L⁻¹, la combinación de ambos tratamientos anteriores, y un testigo comercial con FertiPlus a una dosis de 2 mL L⁻¹.

Los tratamientos se aplicaron con un fumigador/Hand sprayer TRUPER® en los días 10, 24, 38 y 52 ddt, siguiendo un diseño experimental de 12 unidades. Cada semana se llevaron a cabo revisiones para detectar plagas en el cultivo. Por lo tanto, a los 39 ddt, se aplicó nuevamente imidacloprid Muralla Max® (Bayer), pero esta vez de forma foliar, usando una dosis de 2.5 mL por cada 10 L de agua, con el objetivo de controlar la mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum*.

A los 53 ddt se dio inicio con la primera cosecha, en la cual después de cortar cada fruto se le midió lo largo un flexómetro PRETUL®, ancho fue medido con vernier digital KEATRONIC®, y el peso con una báscula digital Electronic Kitchen Scale®. Se siguió haciendo esto durante cada cosecha las cuales fueron a los 60, 68, 75 y 82 ddt, completando así un total de 5 cosechas.



Se realizaron dos podas de hojas, a los 52 y 74 ddt, con unas tijeras forjadas para poda TRUPER®. Con los resultados de las variables evaluadas se realizó un análisis de varianza y cuando estos mostraron diferencias se hizo una prueba de medias Tukey ($p > 0.05$) mediante el programa estadístico SAS system 9.4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La reacción de los tratamientos aplicados en las plantas de pepino mostró efecto altamente significativo ($p \geq 0.01$) en las variables de largo de fruto y peso de fruto en frutos de pepino, estos valores son mayores a lo reportado por Pérez *et al* (2022) quienes reportaron valores significativos ($p \leq 0.05$) por efecto de su tratamiento de algas marinas en las variables de largo de fruto y peso de fruto en frutos de pepino.

Cuadro 1. Cuadrado medio del efecto de algas marinas, ácido succínico, y su combinación en parámetros agronómicos de frutos de pepino.

FV	gl	Cuadrado Medio		
		Largo de fruto (cm)	Ancho de fruto (mm)	Peso de fruto (g)
Trat (T)	3	67.85 **	149.29 *	9393.74 **
Muest (M)	4	18.96 ^{ns}	151.66 **	5463.58 **
Bloq (B)	1	2 ^{ns}	2.17 ^{ns}	85.24 ^{ns}
T x M	12	5.4 ^{ns}	45.16 ^{ns}	2264.09 ^{ns}
EE	39	8.69	36.12	0.2
Total	59	-	-	-
CV (%)		15.6	13.9	18.3
R ²		0.51	0.53	0.0

Por otra parte, se obtuvo un efecto significativo ($p \leq 0.05$) para la variable de ancho de fruto, lo que es menor a los datos obtenidos por Urriola (2020) quien al aplicar su bioestimulante de algas mostro una diferencia altamente significativa ($p \geq 0.01$) en su variable de diámetro de fruto.

En la Figura1 se aprecia que se presentaron estadísticamente los valores más altos para la variable de largo de fruto con la aplicación de los tratamientos de ácido succínico a dosis de 100 ppm y la combinación de ácido succínico + algas marinas a dosis de 100 ppm L⁻¹ + 5 mL L⁻¹, teniendo un promedio de 20.65 cm, mientras que el testigo comercial presentó un valor de 16.38 cm, lo que representa que la aplicación de los tratamientos aumentan en más del 26.06% el largo de fruto en comparación de FertiPlus® (Delta®), este valor es menor al reportado por López (2019) quien aumenta un 27.2% con su aplicación de algas en comparación con su testigo absoluto.

Para el caso de ancho de fruto se muestra una diferencia significativa con el uso de ácido succínico y ácido succínico combinado con algas marinas con un promedio de 45.39 mm de ancho de fruto siendo mayor al



testigo utilizado FertiPlus® (Delta®) que mostró un promedio de 38.94 mm de ancho de fruto, esto es mayor a lo reportado por Atlantica (2019) quien realizó aplicación de vermicompost lixiviado a dosis de 100 mL L⁻¹ y obtuvo un promedio de 40.32 mm aunque este fue mayor a su testigo utilizado.

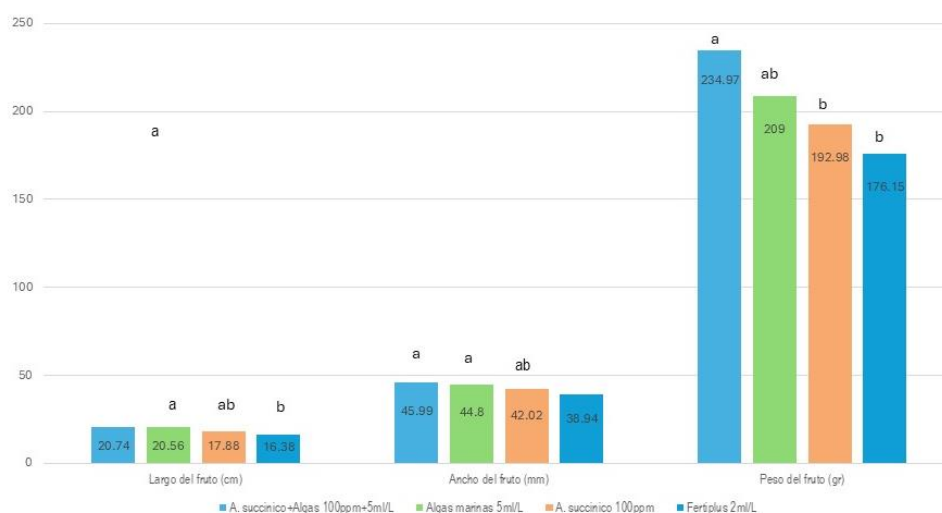


Figura 1. Reacción de la aplicación foliar de ácido succínico, algas marinas y su combinación en largo de fruto, ancho de fruto y peso de fruto de pepino.

En el peso de fruto el tratamiento de ácido succínico + algas a dosis de 100 ppm + 5 mL L⁻¹ tuvo una diferencia altamente significativa con un promedio de 234.97 g a diferencia del testigo aplicado FertiPlus® (Delta®) a dosis de 2 mL L⁻¹ quien presentó 20.74% menos gramaje en los pesos de fruto de plantas de pepino con el tratamiento antes mencionado, estos datos son inferiores a lo reportado por Gómez (2015) quien obtuvo un peso promedio de 450 g en su aplicación de fosfitos de potasio.

CONCLUSIONES

Es recomendable la aplicación de ácido succínico + algas a dosis de 100 ppm + 5mL L⁻¹ para la producción de pepino bajo condiciones de microtúnel, debido a que con ello se obtiene un aumento de más del 16.5% en largo de fruto, ancho de fruto y peso de fruto en comparación con aplicaciones que llega a realizar el productor.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atlántica (2019). Bioestimulantes y aminoácidos. Consultado el 10 de diciembre de 2024. Recuperado de: https://www.academia.edu/20040853/Manual_para_producción_de_pepino.

Del Carmen UJ (2020). Influencia de la aplicación de bioestimulantes a base de extractos de algas marinas en la producción sostenible de dos cultivares de pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis de posgrado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, República de Panamá, 82p.

Gómez B (2015). Efectos de la aplicación de biofertilizantes y fosfitos de potasio durante cultivo y un recubrimiento de poli (acetato de vinilo-co-alcohol-vinílico) sobre la calidad y vida postcosecha de pepino (*Cucumis sativus* L.) en línea. S. I., Centro de Investigación de Química Aplicada, 30-45 p.

Hidalgo RRJ (2020). Evaluación del rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) ante la aplicación de bioestimulantes a base de algas marinas en la zona de Simón Bolívar provincia de Guayamas. Tesis de licenciatura.

Intagri, Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura (2016). Uso de Extractos de Algas (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulantes en Agricultura Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-de-extractos-de-ascophyllum-nodosum>

López C (2019). Guía técnica del cultivo de pepino. Consultado el 25 de marzo de 2025. Recuperado de: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/172

Quintero E; Calero A; Pérez Y; Enríquez L (2018). Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común. Revista Centro Agrícola, 45(3), 73-80.

Warner SS; José Eladio MP; Michelle LC (2022). Aplicación foliar de fertilizantes y extracto de algas de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero Avances en Investigación Agropecuaria 2022.

Yakhin OI; Lubyantsev AA; Yakhin IA; Brown PH (2017). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. Frontiers in Plant Science, (7) 2049-2056.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

ACTIVADORES FISIOLÓGICOS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PEPINO

Francisco Jiménez Figueroa¹; Leonardo M. Tovar Pacheco¹; Hans Blanquet²; Ricardo Yáñez Lopez²; Daniel Rodríguez Mercado²; Luis P. Guevara Acevedo^{2§}

¹Estudiante de ingeniería en Agronomía TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato.

²TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. ³Instituto TecNM-Roque, Celaya, Gto.

[§]Autor de correspondencia: luis.ga@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El propósito de la investigación fue evaluar el efecto de aplicaciones foliares de ácido fumárico, extracto de algas marinas y su combinación en la producción de plantas de pepino *Cucumis sativus* Fuzeta® (Bejo). El estudio se llevó a cabo en el invernadero y laboratorio de Fitosanidad del Tecnológico Nacional de México-Campus Roque. Plántulas fueron trasplantadas en bolsas negras de 17 x 30 cm y a los 8 días después del trasplante (ddt) se fertilizaron cada una de ellas con nitrato de calcio CALCINIT® (YaraTera), combinado con H₂SO₄, a la par se suministró vía riego imidacloprid Muralla Max® (Bayer) y extracto de yuca. A los 10 ddt se aplicaron los tratamientos en un diseño de bloques al azar con 3 bloques y 3 tratamientos de ácido fumárico (Meyer®) a dosis de 100 ppm, algas marinas (NG-Plus®) 5 mL L⁻¹, su combinación y un testigo comercial FertiPlus® (Delta®) a dosis de 2 mL L⁻¹. La primera cosecha se realizó a los 60 ddt, registrando datos sobre largo de fruto, ancho de fruto y peso de fruto. Teniendo un total de 5 cosechas. El análisis estadístico se efectuó mediante el software SAS 9.4 para Windows, demostrando que el tratamiento con ácido fumárico obtuvo los mejores resultados en comparación con el testigo comercial.

Palabras clave: Algas marinas, bioestimulantes, ancho de fruto, ácido fumárico, peso de fruto.

ABSTRACT

The purpose of the research was to evaluate the effect of foliar applications of fumaric acid, seaweed extract and their combination on the production of *Cucumis sativus* Fuzeta® (Bejo). The study was carried out in the greenhouse and phytosanitary laboratory of the Tecnológico Nacional de México-Campus Roque. Seedlings were transplanted in 17 x 30 cm black bags and 8 days after transplanting (ddt), each one was fertilized with CALCINIT® calcium nitrate (YaraTera), combined with H₂SO₄, while imidacloprid Muralla Max® (Bayer) and yucca extract were applied via irrigation. At 10 ddt the treatments were applied in a randomized block design with 3 blocks and 3 treatments of fumaric acid (Meyer®) at a dose of 100 ppm, seaweed (NG-Plus®) 5 mL L⁻¹, their combination and a commercial control FertiPlus® (Delta®) at a dose of 2 mL L⁻¹. The first harvest was



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

carried out at 60 ddt, recording data on fruit length, fruit width and fruit weight. Statistical analysis was carried out using SAS 9.4 software for Windows, showing that the treatment with fumaric acid obtained the best results compared to the commercial control.

Key words: seaweeds, biostimulants, fruit width, fumaric acid, fruit weight.

INTRODUCCIÓN

El *Cucumis sativus* L., comúnmente conocido como pepino, es una planta herbácea de ciclo anual, con un crecimiento rastrero y de desarrollo indeterminado. Pertenecce a la familia de las cucurbitáceas y tiene su origen en las zonas tropicales de Asia. Este cultivo es ampliamente consumido, tanto en fresco como industrializado (Kapuriya, 2017). En cuanto a la producción de pepino en México, se produjo 803,706 toneladas de pepino en 2019, concentrando casi 60% en Sinaloa, Sonora y Michoacán, con mayor disponibilidad de enero a mayo. Seis estados cosechan todo el año, pero Sinaloa solo en esos meses. México es el sexto productor mundial, exportando 72.3% de su producción, principalmente a Estados Unidos. (PFC, 2020). Para una mejor producción se lleva a cabo el uso de bioestimulantes vegetales que representa una estrategia innovadora y ecológica para lograr una agricultura más sostenible. Su aplicación ayuda a reducir diversas limitaciones, como la falta de agua, el agotamiento de los recursos naturales, el impacto de factores ambientales adversos y los efectos del cambio climático (Rouphael *et al.*, 2018). Los bioestimulantes formulados con extractos de algas marinas se destacan como una de las alternativas más innovadoras y sostenibles para promover el crecimiento vegetal. Su naturaleza biodegradable y segura los convierte en una opción ecológica, ya que no generan residuos tóxicos ni afectan negativamente al medioambiente (Hassan *et al.*, 2021). Entre las algas marinas más empleadas en la agricultura destaca *Ascophyllum nodosum*, cuyos extractos contienen diversos elementos inorgánicos esenciales, como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, hierro, magnesio, zinc, sodio y azufre (Battacharyya *et al.*, 2021). Cuando se habla de bioestimulantes, es importante considerar el ácido fumárico, un compuesto natural presente en frutas, verduras y en las raíces de *Fumaria officinalis*, se trata de una sustancia inocua y no tóxica, ampliamente utilizada en la industria alimentaria. En agricultura, su aplicación contribuye a mejorar la producción de los cultivos al actuar como un activador fisiológico de la planta a lo largo de su ciclo de desarrollo (Grupo Pochteca, s.f). Es por esto que el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de aplicaciones foliares de ácido fumárico, extracto de algas marinas y su combinación en la producción de plantas de pepino.

MATERIALES Y MÉTODOS



Este experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Tecnológico Nacional de México campus Roque, específicamente en el invernadero y el laboratorio de fitosanidad. Durante el estudio, se trasplantaron plántulas de pepino Fuzeta® (Bejo), en bolsas negras de 17 x 30 cm, las cuales fueron llenadas a una proporción de 1:1:1 con tierra lama, tezontle y arena. A los 8 días después del trasplante (ddt), se llevó a cabo la fertilización con nitrato de calcio Calcinit® (Yaratera) en una concentración de 2 g L⁻¹. Posteriormente, la dosis se incrementó a 4 g L⁻¹ y se combinó con 2 mL L⁻¹ de ácido sulfúrico (H₂SO₄). Al mismo tiempo, se realizó una aplicación foliar de 5 mL L⁻¹ de imidacloprid muralla max® (Bayer) y 2 mL L⁻¹ de extracto de yuca. A los 10 ddt se aplicaron los tratamientos durante la etapa vegetativa del pepino en un diseño de bloques al azar con 3 bloques y 3 tratamientos de ácido fumárico (Meyer®) en una concentración de 100 ppm, algas marinas (NG-Plus®) a 5 mL L⁻¹, una combinación de ambos entre ácido fumárico+algas marinas con una dosis de 100 ppm+5 mL L⁻¹ y un testigo comercial fertiplus® (Delta®) a 2 mL L⁻¹, las aplicaciones se realizaron utilizando una aspersora manual (Truper®). A los 31 ddt, se inició el tutorio de las plantas y, simultáneamente, se incrementó la dosis de nitrato de calcio a 3 g L⁻¹. Luego, a los 39 ddt, se aplicó nuevamente imidacloprid muralla max® (Bayer) de forma foliar a una dosis de 2.5 mL por cada 10 L⁻¹ de agua. Posteriormente, a los 59 ddt, se añadió extracto de yuca a 2 mL L⁻¹.

La primera cosecha se realizó a los 60 ddt, midiendo largo del fruto se midió desde la base hasta la punta del fruto con un flexómetro (Pretul®), la anchura se tomó de la parte media del fruto utilizando un vernier (Keatronic®) y el peso se registró con el uso de una báscula (Electronic Kitchen Scale®). Esto se siguió llevando a cabo en cada cosecha siendo estas a los 68, 76, 82 y 88 ddt. Finalmente teniendo un total de 5 cosechas. Para interpretar los resultados de las variables medidas, se efectuó un análisis de varianza, cuando se detectaron diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparación de medias Tukey (p>0.05) usando el software estadístico SAS System 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos aplicados de manera foliar presentaron efecto altamente significativo al 99% de confiabilidad ($\alpha \leq 0.01$) en las variables de largo de fruto, ancho de fruto y peso de fruto en plantas de pepino (Cuadro 1), estos valores difieren a los reportados por Tambo *et al.* (2023) quienes obtuvieron valores no significativos en estas variables utilizando biol en el cultivo de pepino.

Cuadro 1. Cuadrado medio del efecto del ácido fumárico, algas marinas en parámetros agronómicos de plantas de pepino.



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Fuente	DF	Cuadrado Medio		
		Largo de Fruto (cm)	Ancho de Fruto (mm)	Peso de Fruto (g)
Trat (T)	3	195.11 **	999.05 **	30928.14 **
Muest (M)	4	47.19 ^{ns}	189.47 ^{ns}	4667.28 ^{ns}
Bloq (B)	1	3.05 ^{ns}	14.94 ^{ns}	4.64 ^{ns}
T x M	12	12.63 ^{ns}	85.47 ^{ns}	1164.57 ^{ns}
EE	39	23.08	134.84	2642.97
Total	59	-	-	-

En cuanto al largo de fruto, la aplicación foliar de ácido fumárico a dosis de 100 ppm y la combinación de ácido fumárico + algas (100 ppm + 5mL L⁻¹) alcanzaron los mayores valores con 20.06 cm y 18.32 cm, el testigo comercial fertiplus® presentó un valor menor, con 11.32 centímetros siendo más bajo con relación a un 55%, a diferencia de Vasquez (2019), quien, en el cultivo de pepino obtuvo un valor estadístico de 19.03 cm al aplicar vermicomposta 40% + 2.5 g algas.

En cuanto a el ancho de fruto en la aplicación de ácido fumárico (100 ppm) mostró el mayor valor de 46.57 mm, lo cual resulta ser un 52.41% más efectivo que el testigo comercial fertiplus® el cual registro un ancho de 26.64 mm, Estos resultados difieren a los reportados por Preciado (2019), quien observó un ancho de fruto de 55 mm en respuesta a su tratamiento con ácido salicílico en el cultivo de pepino.

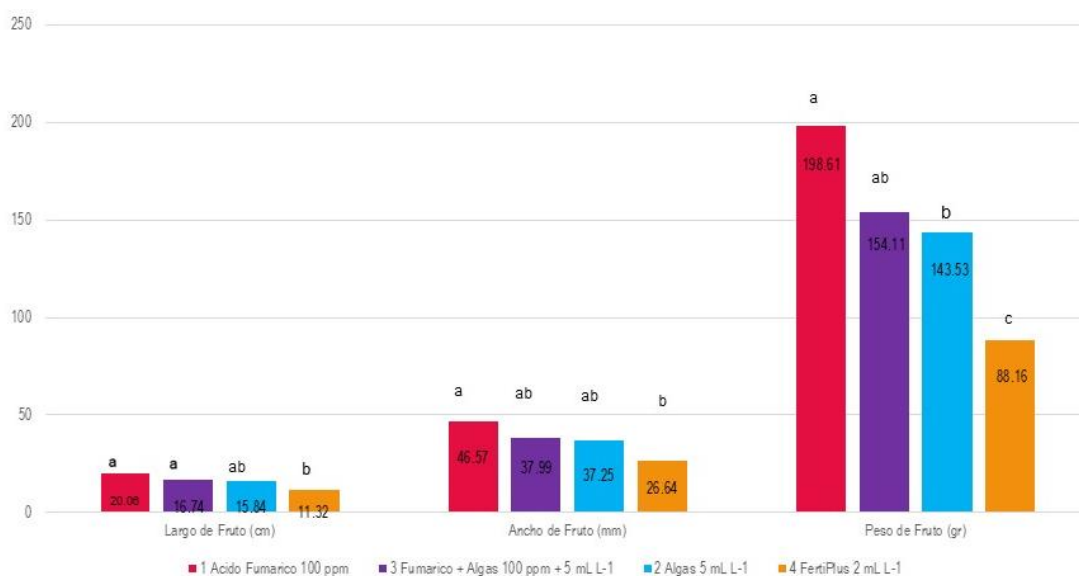


Figura 1. Efecto de la aplicación foliar de ácido fumárico, algas marinas y su combinación en largo de fruto, ancho de fruto y peso de fruto de pepino.

Los resultados obtenidos para el peso de fruto registraron un promedio de 198.61 g, superior al obtenido con el testigo comercial fertiplus® que alcanzó 88.16 g. No obstante, ambos valores fueron menores a los reportados por Avilés (2022), con 280.55 g utilizando biol y 326.73 g en su testigo con bocashi.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CONCLUSIONES

Para la producción de pepino en condiciones de invernadero se recomienda la aplicación foliar de ácido fumárico a dosis de 100 ppm, debido a que resulta ser una estrategia eficaz para un mejor rendimiento del cultivo, aumentado en más de 52.41% las variables de producción, convirtiéndolo en una opción viable para la producción agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aviles CJJ (2022). Análisis económico de diferentes tipos de fertilización en la producción de cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en el cantón milagro.
- Battacharyya D; Babgohari MZ; Rathor P; Prithiviraj B (2021). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, vol. 196, pp. 39-48
- Grupo Pochteca (s.f.). Usos y beneficios del ácido fumárico en los alimentos. <https://mexico.pochteca.net/usos-y-beneficios-del-acido-fumarico-en-los-alimentos/>.
- Hassan SM; Ashour M; Sakai N; Zhang L; Hassanien HA; Gaber A; Ammarr GAG (2021). Impact of seaweed liquid extract biostimulant on growth, yield, and chemical composition of cucumber (*Cucumis sativus*), *Agriculture*, vol. 11, no. 320, pp. 1-16).
- Kapuriya VK; Ameta KD; Teli SK; Chittora A; Gathala S; Yadav S (2017). Effect of spacing and training on growth and yield of polyhouse grown cucumber (*Cucumis sativus* L.), *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, vol. 6, no. 8, pp. 299-304.
- PFC, Procuraduría Federal del Consumidor (2020). Pepino, fresco y saludable. <https://www.gob.mx/profeco/documentos/pepino-fresco-ysaludable?state=published>.
- Preciado RP (2019). La aspersión foliar de ácido salicílico mejora los compuestos fenólicos y flavonoides, así como la producción de frutos en pepino (*Cucumis sativus* L.).
- Rouphael Y; Kyriacou MC; Petropoulos SA; De Pascale S; Colla G (2018). Improving vegetable quality in controlled environments. *Sci. Hortic.* 234:275-289. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2018.02.033>
- Tambo CVR; Romero SBL; Merino JLG; Arévalo BSE (2023). Evaluación del rendimiento de pepino bajo dos sistemas de fertilización en invernadero
- Vásquez VY (2019) Evaluación de biofertilizantes sobre la productividad del pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

APLICACIÓN DE ALGAS MARINAS EN PRODUCCION DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L) DE RACIMO EN INVERNADERO

Davino Pérez Mendoza¹; Josué Valentín Valadez Mendoza²; Jesús Frías Pizano¹; J. Guadalupe García Rodríguez¹; José Eduardo Ruiz Escobar¹; José Luis Camargo Orduño¹

¹Docentes del TecNM-Roque, Celaya, Gto. ²Egresado de Innovación Agrícola Sustentable del TecNM/ITR, Celaya, Guanajuato. §Autor de correspondencia: davino.pm@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la Aplicación de algas marinas en producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L) de racimo en invernadero. El experimento se realizó en el TecNM-Roque, ubicada en el Km 8 de la carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya, Guanajuato., durante el ciclo otoño invierno 2023-2024. El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con cinco tratamientos, cuatro repeticiones obteniendo un total de 20 unidades experimentales (UE). Los tratamientos evaluados fueron: (T1), Sin aplicación (Testigo), tratamientos con aplicación de algas marinas (T2) 112.5 mL en 15 L de agua, (T3) 131.25 mL en 15 L de agua, (T4) 150 mL en 15 L de agua y el tratamiento (5) 168.25 mL en 15 L de agua. Las variables evaluadas fueron: Altura de la planta (AltPI), Grados brix (GdoBx)., Peso del fruto (Peso). De acuerdo con los resultados obtenidos se observó que para la variable altura de planta para el valor medio más alto, hubo una variación en cada una de las fechas muestreadas, en cambio los valores más bajos los presentó el tratamiento 1 en todas las fechas de muestreo. Para los grados brix de igual manera hubo variación en cada fecha de muestreo tanto de los valores altos, como de los valores bajos, sin embargo, todos se encuentra con rangos similares, a pesar de presentar diferencias significativas estadísticamente. En el peso de frutos hubo variación en cada fecha de muestreo tanto de los valores altos, como de los valores bajos, sin embargo, todos se encuentra con rangos similares, a pesar de presentar diferencias significativas estadísticamente. El análisis de datos se realizó mediante el paquete estadístico SAS Versión 9.4.

Palabras clave: *Algas marinas, Invernadero,*



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

ABSTRACT

The objective of the present research was to evaluate the application of seaweeds in the production of cluster tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in a greenhouse. The experiment was carried out at TecNM-Roque, located at Km 8 of the Celaya-Juventino Rosas highway, Celaya, Gto., during the autumn-winter cycle of 2023-2024. The experiment was established under a completely randomized design with five treatments, four repetitions, obtaining a total of 20 experimental units (EU). The evaluated treatments were: (T1) No application (Control), treatments (T2) 112.5 mL in 15 L of water, (T3) 131.25 mL in 15 L of water, (T4) 150 mL in 15 L of water, and treatment (T5) 168.25 mL in 15 L of water. The evaluated variables were: Plant height (AltPI), Brix degrees (GdoBx), Fruit weight (Peso). According to the results obtained, it was observed that for the variable plant height, for the highest average value, there was variation on each of the sampled dates; on the other hand, the lowest values were presented by treatment 1 on all sampling dates. For the brix degree variable, there was likewise variation on each sampling date for both high and low values; however, all are within similar ranges, despite showing statistically significant differences. For the fruit weight variable, there was variation on each sampling date for both high and low values; however, all are within similar ranges, despite showing statistically significant differences. The data analysis was performed using the statistical package SAS Version 9.4.

Palabras clave: *Algas marinas, Invernadero*

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.), es una de las hortalizas de mayor importancia a nivel mundial, por lo que el conocer el manejo adecuado de su nutrición y su interacción con el rendimiento agronómico se considera relevante, entre otros aspectos se busca promover su consumo, producción y rendimiento. Las temperaturas por encima de 35 °C reducen el crecimiento y calidad del fruto, también disminuyen el número y la viabilidad de los granos de polen los tallos se llegan a alargar, lo que provoca que los racimos salgan de manera tardía y los espacios entre racimos sean muy largos y todo esto reduce la productividad y la rentabilidad económica (Nava *et al.*, 2025).

La agricultura mundial se enfrenta a grandes desafíos, por un lado, el crecimiento de la población demanda una mayor producción de alimentos para satisfacer sus necesidades básicas, por lo que la producción de cultivos cada vez se ve afectada por una serie de factores abióticos como las altas o bajas temperaturas, salinidad o sequías y bióticos como plagas, enfermedades y malezas. Estos factores en conjunto limitan el crecimiento y



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

desarrollo de las plantas, disminuyen rendimiento y la calidad de la producción. Ante estas problemáticas se han buscado productos que puedan mitigar los efectos negativos del estrés, que mejoren la actividad fisiológica de las plantas y su desarrollo (Morales *et al.*, 2023).

Los productos derivados de extractos de algas clasificados como bioestimulantes, ayudan a la absorción de nutrientes, activan mecanismos de defensa y contienen sustancias activas que promueven el crecimiento de las plantas. Los extractos de *Ascophyllum nodosum* contribuyen en la formación de agentes gelificantes, retención de agua y aeración de suelo, mejoran la fijación e intercambio catiónico y estimulan la proliferación de microflora en el suelo. Además, las fitohormonas que contienen favorecen la disminución y regulación positiva de los genes biocinéticas que actúan en los tejidos de la planta, a la vez que sus compuestos actúan como reguladores antiestrés de las plantas (Morales *et al.*, 2023).

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se realizó en un invernadero dentro en las instalaciones del TecNM/Instituto Tecnológico de Roque en Celaya Guanajuato, ubicado en carretera Celaya Juventino Rosas Km 8, cuyas coordenadas son, longitud - 100.826956 y se encuentran a una altitud de 1774 (Campo-Valencia, 2023)

El experimento se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar, con 4 tratamientos y 5 repeticiones ando un total de 20 unidades experimentales (UE). Previo al trasplante se aplicó un riego para humedecer el sustrato, una vez realizada esta actividad se procedió a realizar el trasplante manualmente colocando la plántula en el centro de la maceta cubriendo únicamente el cepellón. Se le aplicó enraizador (NUTRISORB L) la aplicación se realizó a drench con una dosis de 1mL/1L de agua, se aplicó la cantidad de 200 mL/planta. Se calculó la lámina de riego para cada etapa del cultivo, así como los tiempos de riego y se calculó los requerimientos de nutrientes, los compuestos aplicados fueron: YaraLiva (Calcinit) = 1625 g, Sulfato de Magnesio = 925 g, Ultra Sol = 287.5 g, Micro Fértil = 500 g y Ácido Sulfúrico= 387.5 mL.

Para la aplicación de algas se utilizó el producto Acadian, el cual es un fertilizante orgánico/liquido elaborado con *Ascophyllum nodosum* fresco, del cual se recomienda una dosis de 1.5 a 2 L/ha. La aplicación se realizó en tres tratamientos (dosis diferentes) de 1.5, 1.75 y 2.0 L/ha y un testigo. Con ayuda de aspersores se aplicó de manera foliar a cada planta, ya identificada de acuerdo al diseño experimental.

La toma de datos de las variables altura de planta se determinó midiendo de la base de la planta al ápice principal, esto con la ayuda de una cinta métrica, el diámetro de tallo se determinó con un vernier digital al igual



que las variables de diámetro polar y diámetro ecuatorial, el peso de frutos de los racimos se terminó con una báscula granataria y los grados brix se determinaron con un refractómetro marca Atago.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para la comparación de media (Duncan 0.05), el T3 en el muestreo 1, 2, 5 y 8 presentan los valores más altos con valores medios de 40.33, 42.19, 37.92 y 56.80 cm, respectivamente, seguido del T5 en el muestreo 3, con un valor medio de 44.53 cm, posteriormente el T4 en el muestreo 4 con un valor medio de 47.67 cm y el T3 en el muestreo 5 y 6 con valores medios de 37.92 y 47.69 cm respectivamente y al final el T2 en el muestreo 7 con un valor medio de 55.38 cm. Con los valores más bajos se observa al T1 del muestreo 1 hasta el muestreo 8, con valores medios de 20.56, 20 cm respectivamente.

Cuadro 1. Comparación de media de la variable altura de pantas de tomate en invernadero, ciclo P-V, 2021.

Trat	AltPta1	AltPta2	Trat	AltPta3	Trat	AltPta4	Trat	AltPta5	AltPta6	Trat	AltPta7	Trat	AltPta8
3	40.33a	42.19a	5	44.53a	4	47.67a	3	37.92a	47.69a	2	55.38a	3	56.80a
2	31.31b	38.63b	3	34.55b	5	33.00b	2	37.41a	45.85b	3	53.77a	2	55.84a
4	28.90c	35.89b	4	29.04c	3	32.28b	4	23.09b	28.67c	5	37.66b	4	35.93b
5	28.72c	31.33c	2	21.32d	2	26.63c	5	23.02b	28.65c	4	33.96b	5	34.91b
1	20.56d	20.56d	1	20.56d	1	20.56d	1	20.56b	20.56d	1	20.56c	1	20.56c

Trat= Tratamiento, AltPta= Altura de planta, Letras iguales en el mismo grupo estadístico, indican que no existen diferencias significativas y letras diferentes en el mismo grupo estadístico indican que si existen diferencias significativas. En un trabajo de investigación, donde se evaluó

Los resultados obtenidos para la comparación de media (Duncan 0.05), con los valores más altos se observa el T2 en el muestreo 1 y 8, con un valor medio de 7.06 y 6.76 °Brix, seguido el T4 en el muestreo 2 y 3 con un valor medio de 7.29 y 7.14 °Brix respectivamente, posteriormente el T5 en el muestreo 4, 6 y 7 con valores medios de 6.90, 6.46 y 6.81 °Brix, respectivamente; finalmente el T3 en el muestreo 5 con valor medio de 6.80 °Brix. Con los valores más bajos se observa el T4 en el muestreo 1 y 6 con valores medios de 6.00 y 6.10 °Brix respectivamente, seguido del T5 del muestreo 2, 5 y 8 con valores medios de 6.00, 6.04 y 6.22 °Brix respectivamente, posteriormente el T1 en el muestreo 3 y 7 con valores medios de 6.76 y 5.96 y por último en el T3 en el muestreo 4 con un valor medio de 6.30 °Brix.

Cuadro 2. Comparación de media de la variable grados brix de tomate en invernadero, ciclo P-V, 2021.

Trat	Brix1	Trat	Brix2	Trat	Brix3	Trat	Brix4	Trat	Brix5	Trat	Brix6	Trat	Brix7	Trat	Brix8
2	7.06a	4	7.29a	4	7.14a	5	6.90a	3	6.80a	5	6.46a	5	6.81a	2	6.76a
5	6.93a	3	6.84a	5	7.10a	4	6.61a	2	6.66a	2	6.26a	3	6.30a	1	6.45a
3	6.38ba	2	6.63a	2	7.04a	2	6.53a	4	6.35a	3	6.22a	2	6.06a	4	6.29a
1	6.31ba	1	6.01a	3	6.91a	1	6.39a	1	6.27a	1	6.12a	4	6.03a	3	6.24a
4	6.00b	5	6.00a	1	6.76a	3	6.30a	5	6.04a	4	6.10a	1	5.96a	5	6.22a

Trat= Tratamiento, Brix= Grados Brix, Letras iguales en el mismo grupo estadístico, indican que no existen diferencias significativas y letras diferentes en el mismo grupo estadístico indican que si existen diferencias significativas.



Los resultados obtenidos para la comparación de media (Duncan 0.05), los valores más altos los presentan el T4 en el muestreo 1 y 8 con un valor medio de 257.12 y 187.94 g respectivamente, seguida del T3 en el muestreo 2, 3 y 4 con valores medios de 315.44, 336.48 y 347.14 g respectivamente, posteriormente el T1 en el muestreo 5 y 7, con unos valores medios de 459.39 y 294.68 g respectivamente; finalmente el T5 en el muestreo 6 con un valor medio de 249.96 g. Con los valores más bajos se observa al T1 en el muestreo 1 con valores medios de 185.79 g, seguido del T5 del muestreo 2, 3, 4 y 8 con valores medios de 159.31, 166.14, 146.67 y 130.47 g respectivamente, seguido el T2 en el muestreo 5 con un valor medio de 190.01 g y finalmente el T4 en el muestreo 6 y 7 con valores medios de 206.87 y 234.60 g respectivamente.

Cuadro 3. Comparación de media de la variable peso de fruto de tomate en invernadero, ciclo P-V, 2021.

Trat	PsFr Ra1	Trat	PsFr Ra2	Trat	PsFr Ra3	Trat	PsFr Ra4	Trat	PsFr Ra5	Trat	PsFr Ra6	Trat	PsFr Ra7	Trat	PsFr Ra8
4	257.12a	3	315.44a	3	336.48a	3	347.14a	1	459.39a	5	249.96a	1	294.68a	4	187.94a
2	234.76ba	2	304.80a	4	272.24b	2	288.50a	5	279.28b	2	249.17a	3	256.46a	3	176.38ba
5	216.37ba	4	224.99b	1	261.79b	4	178.43b	3	266.54b	3	245.92a	5	248.35a	2	170.44ba
3	192.22B	1	178.18c	2	239.72b	1	168.65b	4	247.93b	1	224.47a	2	243.01a	1	157.24ba
1	185.79b	5	159.31c	5	166.14c	5	146.67b	2	190.01c	4	206.87a	4	234.60a	5	130.47b

Trat= Tratamiento, PsFr/Rac= Peso de Fruto por Racimo, Letras iguales en el mismo grupo estadístico, indican que no existen diferencias significativas y letras diferentes en el mismo grupo estadístico indican que si existen diferencias significativas.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que la variable altura de planta para el valor medio más alto, hubo una variación en cada una de las fechas muestreadas, en cambio los valores más bajos los presento el tratamiento 1 en todas las fechas de muestreo.

Para la variable de grados brix de igual manera hubo variación en cada fecha de muestreo tanto de los valores altos, como de los valores bajos, sin embargo, todos se encuentra con rangos similares, a pesar de presentar diferencias significativas estadísticamente.

Para la variable de peso de frutos hubo variación en cada fecha de muestreo tanto de los valores altos, como de los valores bajos, sin embargo, todos se encuentra con rangos similares, a pesar de presentar diferencias significativas estadísticamente.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campo-Valencia. (2023). Aplicación foliar de fosfonato de potasio en lechuga (*Lactuca sativa*) con fertirriego a campo abierto. Celaya: TecNM/Instituto Tecnológico De Roque. Obtenido de <https://www.google.com.mx/maps/place/Instituto+Tecnol%C3%B3gico+de+Roque/@20.5754334,-00.8279244,17z/data=!4m14!1m7!3m6!1s0x842ca5391cefde3f0x94dd9ba5b515776e!2sInstituto+Tecnol%C3%B3gico+de+Roque!8m2!3d20.5813874!4d-100.8268118!16s%2Fg%2F1z3tccgw9!3m5!>
- Morales et al. (2023). Scielo. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282023000200006
- Nava et al. (2025). Remexca. Obtenido de <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/3538/7260>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

APLICACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA FENOLOGÍA DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* var. *peacock*)

Nayely Medina-Aguilar¹; Víctor Lara- Tinoco²; Arturo Ronaldo Rico-Franco³

¹Estudiantes de agronomía TecNM-Roque, Celaya, Guanajuato.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es evaluar el uso de aplicaciones orgánicas en el cultivo de la sandía como una estrategia para promover un crecimiento adecuado y sostenible de las plantas, mejorar la calidad y el rendimiento del fruto, y reducir el impacto ambiental negativo asociado con el uso de fertilizantes y productos químicos sintéticos. El estudio se desarrolló bajo condiciones de manejo agronómico orgánico, utilizando como principales fuentes de nutrición el humus de lombriz (10 kg/m²) y el lixiviado de lombriz diluido en una proporción 1:10. El experimento fue realizado en el campo experimental del Tecnológico Nacional de México-Roque, ubicado en el km 8 de la carretera Celaya-J.R. esta región presenta clima templado con una temperatura promedio anual de 18.3 °C, una precipitación media de 700 mm anual, un suelo pélico crómico y una altitud de 1,767 msnm. El trabajo se enfocó en medir cuatro variables agronómicas durante la fase vegetativa y de floración del cultivo: 1) número total de tallos principales y secundarios, 2) longitud de los tallos primarios, 3) número de yemas por tallo, y 4) número de flores por planta. Los resultados permitirán analizar el comportamiento del cultivo bajo prácticas agroecológicas, destacando el potencial de los biofertilizantes como alternativa sustentable frente al manejo convencional. Este enfoque contribuye a la transición hacia una agricultura más respetuosa con el medio ambiente y económicamente viable para los pequeños productores.

Palabras clave: biofertilizantes, Lixiviado, Humus, incertidumbre.

ABSTRACT

The main objective of this research is to evaluate the use of organic applications in watermelon (*Citrullus lanatus*) cultivation as a strategy to promote healthy and sustainable plant growth, improve fruit quality and yield, and reduce the negative environmental impact associated with the use of synthetic fertilizers and chemicals. The study was conducted under organic agronomic management conditions, using worm castings (10 kg/m²) and worm leachate diluted in a 1:10 ratio as the main sources of nutrition. The experiment was conducted at the Roque campus of the National Institute of Technology of Mexico, located in the



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

municipality of Celaya, Guanajuato, Mexico. This region is characterized by a temperate climate with an average annual temperature of 18.3 °C, an average annual rainfall of 700 mm, chromic pellic soil, and an altitude of 1,767 meters above sea level. The study focused on measuring four key agronomic variables during the vegetative and flowering phases of the crop: 1) total number of primary and secondary stems, 2) length of primary stems, 3) number of buds per stem, and 4) number of flowers per plant. The results will allow for analysis of crop performance under agroecological practices, highlighting the potential of biofertilizers as a sustainable alternative to conventional management. This approach contributes to the transition toward a more environmentally friendly and economically viable agriculture for small producers.

Key words: Biofertilizers, Leachate, Humus, Uncertainty.

INTRODUCCIÓN

Es de conocimiento general que el cambio climático ha causado una condición de impredecibilidad para los agricultores, quienes se enfrentan a fenómenos meteorológicos extremos, cambios en los patrones de lluvia y aumento de temperaturas, lo que afecta directamente la productividad. Ante esta realidad, los productores agrícolas se ven obligados a adoptar nuevas estrategias que les permitan adaptarse a las condiciones actuales. Esto implica la búsqueda de prácticas más sostenibles que fortalezcan el suelo, mejoren su estructura y fertilidad, y abandonen métodos tradicionales que aceleran su erosión y degradación.

En este contexto de transformación agrícola, la sandía (*Citrullus lanatus*) se posiciona como un cultivo de gran interés tanto por sus características agronómicas como por su importancia comercial. Esta fruta, considerada la baya más grande del mundo —conocida como pepónide—, está compuesta en un 93% por agua, lo que no solo la convierte en un excelente diurético natural, sino también en un alimento refrescante y nutritivo. Su composición química incluye minerales esenciales como el potasio (K), magnesio (Mg) y una alta concentración de vitamina C, nutrientes fundamentales para el buen funcionamiento del organismo humano.

Desde el punto de vista agrícola, la sandía representa una alternativa interesante para muchos productores, ya que su requerimiento hídrico es moderado en comparación con otros cultivos frutales. Se estima que necesita alrededor de 376.5 mm/m² durante su ciclo de cultivo, una cantidad manejable



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

para aquellos agricultores que cuentan con sistemas de riego tecnificado o acceso a fuentes de agua controladas. Esta característica la hace adaptable a diversas regiones del país, especialmente aquellas que enfrentan restricciones hídricas o variaciones climáticas.

Además de sus beneficios nutricionales y su adaptabilidad, la sandía ha mantenido una demanda constante en los mercados nacionales, lo cual ha contribuido a estabilizar su precio a lo largo del tiempo. A diferencia de otras hortalizas que sufren fuertes fluctuaciones en sus valores comerciales, la sandía ofrece a los productores una mayor seguridad económica y la posibilidad de obtener ingresos estables durante la temporada de cosecha. Esta estabilidad convierte al cultivo en una opción estratégica dentro del sistema agroalimentario, especialmente para pequeños y medianos productores que buscan alternativas rentables y sostenibles.

Por todo lo anterior, resulta relevante analizar el comportamiento productivo, comercial y agronómico de la sandía en el actual contexto climático, con el fin de identificar buenas prácticas de cultivo, mejorar la gestión de los recursos y promover sistemas agrícolas más resilientes frente a los desafíos del presente y el futuro.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en las camas biointensivas del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque, el cual se ubica en el km 8 de la carretera Celaya-J.R, Guanajuato, con ubicación geográfica de las coordenadas 20° 58'14.52", -100° 8'26.203", a una altura promedio de 1765 msnm con temperatura media anual de 18°C y precipitación media anual de 600 a 800 mm, Celaya se ubica la parte Central de Guanajuato sus suelos del municipio de Celaya, Guanajuato, son de granulometría media a fina, con predominio de Vertisol Pélico y Feozem Háptico. En menor medida, hay Litosol. Los suelos soportan la vegetación del municipio. Las condiciones del suelo permiten un alto grado de aprovechamiento del suelo de tipo agrícola FAO-UNESCO (INEGI,1991).

La siembra de la semilla fue directa en suelo seco previamente abonado con humus sólido a una distancia de 60 cm entre plantas. El humus de lombriz puede corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos. Incrementa la disponibilidad del nitrógeno, fósforo y azufre. Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción. Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

patógenas. El lixiviado de lombriz es un biofertilizante natural que contiene macroelementos como el nitrógeno, fósforo, y potasio, así como microelementos (zinc, hierro, cobre, manganeso, molibdeno, boro, calcio, magnesio, azufre y sodio), nutrientes indispensables para el crecimiento de las plantas, además de contener algunas enzimas, proteínas, aminoácidos y microorganismos benéficos, siendo este un fertilizante ideal para su aplicación en todos los cultivos, ya sea por medio del riego o por aspersión a la rizósfera. -biol lo define como un abono líquido, que constituye una fuente de fitorreguladores provenientes de la descomposición de los residuos animales y vegetales, en condiciones anaeróbicas, los cuales actúan como un bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades siendo capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas.

El diseño experimental fue completamente al azar, donde se establecieron dos tratamientos orgánicos más un testigo, los cuales se realizaron la toma de datos agronómicos, entre las variables evaluadas se consideraron el número de tallos emitidos de la planta principal; número de frutos y peso de frutos. Los datos fueron analizados mediante una estadística descriptiva y se compararon los resultados entre los tratamientos evaluados.

CONCLUSIONES

El desarrollo morfológico de la sandía mostró un crecimiento robusto durante las etapas vegetativas, con un aumento significativo en la longitud de los tallos y el número de hojas. Esto indica que las condiciones del cultivo fueron favorables para su desarrollo. El cultivo mostró una buena resistencia a plagas, lo que puede atribuirse al uso de biofertilizantes y prácticas agrícolas sostenibles, promoviendo un ecosistema más equilibrado. La implementación de prácticas agronómicas orgánicas no solo favoreció el desarrollo morfológico de la sandía, sino que también contribuyó a la sostenibilidad del cultivo a largo plazo, mejorando la calidad del suelo y reduciendo la dependencia de insumos químicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

García RM; López PJ (2019). Manejo agronómico de la sandía: Implicaciones en el desarrollo morfológico y fisiológico. *Agronomía Tropical*, 69(3), 215-229. <https://doi.org/10.5678/at.v69i3.789>.
López AR; Moreno SFM; Cohen IS (2003). Automatización económica de un sistema de riego localizado aplicado en el cultivo de sandía (*Citrillus vulgaris* Schard). *Agrofaz: publicación semestral de investigación científica*, 3(1): 231-238.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Mendez JA; Arriaga L (2020). Efecto de diferentes biofertilizantes en el crecimiento y desarrollo morfológico de la sandía (*Citrullus lanatus*). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11(2): 345-356.

Morales T; Salazar C (2022). La influencia del riego en el desarrollo morfológico de la sandía: Un estudio de caso. Ciencias Agrarias, 15(4): 341-350. <https://doi.org/10.5555/ca.v15i4.987>

Pérez A; Torres S (2021). Estudio del crecimiento vegetativo y producción de frutos en sandía bajo condiciones orgánicas. Journal of Horticultural Research, 29(1): 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.jhr.2020.12.003>.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

APLICACIÓN FOLIAR DE ACTIVADORES FISIOLÓGICOS EN PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE CHILE SERRANO

Evaristo Tovar Medrano¹, Luis Ramón Sánchez Rico^{2§}, Erik Fabián Rodríguez Segura², Laura Cupul Moreno², Ricardo Yañez López², Luis Patricio Guevara Acevedo²

¹Estudiante de Ingeniería en Agronomía TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato.

²TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. [§]Autor de correspondencia:

luis.sr@roque.tecnm.mx

RESUMEN

En la actualidad uno de los principales problemáticas en la producción de chile serrano es el aumento y disminución de la temperatura, una alternativa para prevenir estas problemáticas es el uso de activadores fisiológicos como el ácido succínico y ácido fumárico, ya que estos también generan una madurez más precoz al fruto, teniendo como objetivo evaluar el efecto del ácido fumárico, ácido succínico y su combinación rendimiento en parámetros de producción en las plantas de chile serrano (*Capsicum annum*) variedad plata® (CapGen Seeds) que se trasplantaron en bolsas de plástico las cuales se llenaron de una mezcla de tierra lama, tezontle y composta a una proporción de 1:1:1. La aplicación de los tratamientos se realizó a los 8 días después del trasplante (ddt) en un diseño experimental de bloques completamente al azar con 3 tratamientos y 4 bloques, donde se evaluó el número de flores, número de frutos, diámetro de fruto, largo del fruto y peso del fruto, con los resultados de cada variable obtenida se realizó un análisis de varianza y una prueba de medias donde nos arrojó que la combinación de los tratamientos mostró mejores resultados en todas las variables evaluadas.

Palabras clave: Ácido succínico, ácido fumárico, número de flores, número de fruto, longitud del fruto.

ABSTRACT

Currently one of the main problems in the production of serrano peppers is the increase and decrease in temperature, for which it was found that a good alternative to prevent these problems is the use of physiological activators such as succinic acid and fumaric acid, since these also generate an earlier maturity to the fruit, with the objective of evaluating the effect of them and their combination of yield in production parameters in the plants of serrano pepper (*Capsicum annum*) silver® variety (CapGen Seeds) that were transplanted in plastic bags, where the treatments were applied 8 days after transplantation (ddt) with an experimental design of completely randomized blocks with 3 treatments and 4 blocks, where the number of flowers, number of fruits, fruit diameter, fruit length and fruit weight were evaluated. The results of each variable obtained were analyzed using variance analysis and a mean test, which showed that the combination of treatments showed better results in all the variables evaluated.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

fruit length and fruit weight, with the results of each variable obtained, an analysis of variance and a mean test were carried out where it was shown that the combination of the treatments showed better results in all the variables evaluated.

Keywords. Succinic acid, fumaric acid, number of flowers, number of fruit, length of fruit.

INTRODUCCIÓN

El chile es uno de los cultivos originarios de México y con una gran importancia a nivel mundial, los usos múltiples que se le dan a este producto desde la época prehistórica y hasta el día de hoy se sigue utilizando, es por eso que hoy en México, su producción es muy importante (Aguirre, 2015), el chile serrano es el producto más representativo de México y este puede comerse en fresco, seco, cocido o como condimento en los platillos típicos de México, en la agroindustria mexicana se elaboran un sinfín de productos como: chiles congelados, deshidratados, encurtidos y enlatados (INTAGRI, 2020), el consumo *per cápita* nacional es de 17.2 kilogramos. (SeGob, 2021), lo que hace que en el año 2021 México ocupó el segundo lugar en la producción de chile verde en el mundo con una producción de tres millones 087 mil toneladas, de esa producción el 50% se exporta a 50 naciones, entre estas naciones se destaca Estados Unidos, quien adquiere 1 millón 96 toneladas en conjunto.

Uno de los principales problemas asociados en la producción del cultivo de chile serrano es la afectación de la temperatura, ya que en una temperatura menos a 15°C se paraliza su metabolismo pero si rebasa los 30°C sufre problemas de deshidratación, afectando gravemente la planta llegando a ser irremediable (Anguiano, 2010), siendo un gran problema, debido a que por las altas temperaturas el periodo de producción se acorta, ya que las altas temperaturas provocan la caída de flores, frutos pequeños y la reducción del rendimiento (Sánchez, 1997). Por esto es que se buscan soluciones para reducir esta problemática y se puede reducir con el uso de los activadores fisiológicos, en los que se encuentran los ácidos succínicos y fumáricos, ya que estos activadores tienen como función principal acelerar la madurez del fruto, así como hacer la planta más resistente a plagas y enfermedades, bajas temperaturas y a las sequías, estos activadores tienen muchos beneficios al ser utilizados en los cultivos, ya que también ayudan con la mejora del suelo agrícola, al mejor desarrollo vegetativo de las plantas y sus resistencias mejoradas (Land, 2020). Es por ello se plantea como objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de activadores fisiológicos con ácido succínico, fumárico y su combinación en parámetros de producción de chile serrano bajo condiciones de malla sombra.

MATERIALES Y MÉTODOS



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

El experimento se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México-Roque, en el laboratorio de fitosanidad bajo condiciones de malla sombra, donde se realizó el trasplante de 50 plántulas de chile serrano variedad Plata® (CapGen Seeds) en bolsas de plástico las cuales se llenaron de una mezcla de tierra lama, tezontle y composta a una proporción de 1:1:1.

Se regaron las plántulas cada 3 días con cantidades de 500 mL por bolsa, en conjunto de los riegos se le aplicaron fertilizaciones de con YaraTera CALCINIT a una dosis de 1 g L⁻¹ a los 136, 152, 176 ddt, se aplicó la fórmula 16-54-0 de Nutrigotas (Mezfer) a dosis de 2 g L⁻¹. Durante todas las fertilizaciones se aplicó 500 mL a cada bolsa a los 120, 128, 144, 160, 168 ddt.

Para el control de plagas y enfermedades se realizaron monitoreos semanales y se aplicó imidacloprid Confidor® 350 SC (Bayer CropScience) para la mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* en una dosis de 5 mL L⁻¹ y para el control de la araña roja *Tetranychus urticae* se aplicó Abamectin® 1.8 CE (Velsimex) en una dosis de 2 mL L⁻¹, a los 120, 135 y 150 ddt.

Para esta investigación fue necesario el uso de un diseño experimental de 4 bloques con un total de 4 unidades experimentales cada uno, en donde a se le hicieron las aplicaciones de los tratamientos a los 8, 22, 36, 50, 64, 87, 101, 115 días después de trasplante (ddt), para así evaluar los mediante muestreos realizados los días lunes y jueves de cada semana al presentarse los primeros brotes florales, para determinar el número de flores y frutos los cuales se contabilizaron de forma manual, el peso del fruto (g) el cual se obtuvo con una báscula digital SF-400, el largo del fruto (mm) con un vernier Keatronic® y el diámetro del fruto (mm) con un vernier Keatronic®. Con los promedios arrojados en la determinación de los efectos obtenidos del ácido succínico y fumárico aplicados, realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de Tukey ($\alpha < 0.05$). Los análisis fueron realizados mediante el programa computacional SAS System.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el Cuadro 1 por el análisis de varianza después de la aplicación de tratamientos de ácido succínico, ácido fumárico y su combinación de ambos mostraron efectos altamente significativos en las variables evaluadas, a diferencia de los resultados obtenidos por Hernández (2021) quien obtuvo resultados no significativos en la aplicación de sustancias húmicas en el cultivo de chile serrano.



Los muestreos arrojaron efectos significativos en las variables, número de frutos, peso del fruto, y el largo del fruto, demostrando diferencia a los datos obtenidos por (Rivera, 2013) quien obtuvo datos con significancia en el testigo en el que hizo la aplicación de micorrizas a una dosis de 400 g L⁻¹ en el cultivo de chile jalapeño. Mientras que los bloques no presentaron significancia en ninguna de las variables evaluadas.

Cuadro 1. Cuadrados medios de las variables de producción por efecto de aplicación foliar de activadores fisiológicos en el cultivo de chile serrano.

FV	GL	Número flor	Número fruto	Peso Fruto	Diámetro de fruto (mm)	Largo de fruto
Trat (T)	3	3.65**	1.29**	2.79**	15.39 ^{NS}	7.41**
Muest (M)	17	0.63**	0.91**	0.38**	13.44 ^{NS}	3.13**
Bloq	1	0.24 ^{NS}	0.00 ^{NS}	0.01 ^{NS}	0.06 ^{NS}	0.71 ^{NS}
T*M	51	0.14 ^{NS}	2.07 ^{NS}	0.1 ^{NS}	3.07 ^{NS}	1.10 ^{NS}
EE	215	0.1	0.18	0.12	8.2	1.04
Total	287	-	-	-	-	-

FV: Fuente de variación, gl: Grados de libertad Trat: Tratamiento Muest: Muestreo Bloq: Bloque. Tecnológico Nacional de México campus Roque, abril 2024.

En el Cuadro 2 se destaca el número más alto de producción de flor con la aplicación de ácido succínico, a comparación de los datos de los otros tratamientos utilizados en donde hubo una diferencia de .44 flores de diferencia de la aplicación de ácido succínico y del testigo. A diferencia de la investigación realizada por (Díaz, *et al*, 2023) quienes obtuvieron una alta significancia con la aplicación de (Bocashi) en el cultivo de chile serrano. Se observa una diferencia en el número de fruto con la aplicación de la combinación con un resultado de 1.91 y en la aplicación de ácido succínico con un resultado de 1.96 frutos, este resultado difiere a los resultados obtenidos por Jiménez *et al*. (2018) quienes encontraron que no existen diferencias significativas entre la aplicación de 200 mg ha⁻¹ y 250 mg ha⁻¹ de quitomax, en el cultivo de pimiento California Wonder.

Para el peso del fruto presentó el mayor resultado con la aplicación de la combinación del ácido succínico y ácido fumárico con un resultado de 2.19 g a diferencia de la investigación realizada por Moreno (2019) quien encontró una diferencia altamente significativa entre sus tratamientos, pero el tratamiento superior fue el testigo Steiner con 427 g, con la aplicación de algas marinas en chile jalapeño.

En los datos obtenidos para el diámetro de fruto se obtuvo el dato más alto con la aplicación de la combinación de ácido succínico y ácido fumárico con un total de 5.92 mm, a comparación de los datos obtenidos por



Mendoza (2012) quien obtuvo datos superiores con la aplicación del abono bocashi y obtuvo un resultado de 18.75 mm en cuanto al diámetro del fruto del chile jalapeño.

Para los datos obtenidos de la longitud del fruto se obtuvo un mejor rendimiento con la aplicación de la combinación (3.13 mm) en donde se observa una diferencia con plantas sin aplicación (1.44 mm) donde a diferencia de los datos obtenidos por Alcívar *et al.* (2021) quien obtuvo datos similares con la aplicación lixiviado combinado a dosis de 90 L ha⁻¹ en el que obtuvo una longitud de 4.1 mm en el pimiento de variedad wonder.

Cuadro 2. Producción de plantas de chile por efecto de aplicación de diferentes tratamientos de activadores fisiológicos.

No	Trat	Dosis	N° flores	N° fruto	Peso Fruto (g)	Long. Fruto (cm)
3	Ac. Succinico + Ac. Fumarico	250 ppm + 250 ppm	2.13 a	1.91 a	2.19 a	3.13 a
1	Ac. Succinico	250 ppm	2.20 a	1.96 a	2.16 a	3.01 a
2	Ac. Fumarico	250 ppm	1.94 b	1.54 a	1.76 b	2.18 a
4	Testigo	-	1.69 c	1.26 b	1.15 c	1.44 b

Tecnológico Nacional de México campus Roque, abril 2024.

CONCLUSIONES

Con el uso la combinación de ácido succínico más ácido fumárico a dosis de 250 ppm para cada uno se aumenta en más del 26% el número de flores, número de frutos, peso de fruto y longitud del fruto en comparación con plantas sin aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre HE; Muñoz OV (2015). El chile como alimento. 2015. *Ciencia*. Recuperado de: https://amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/66_3/PDF/Chile.pdf Fecha de consulta: 12 junio 2024

Alcivar MF et al. (2024) Aplicación de lixiviados de vermicompost y respuesta agronómica de dos variedades de pimiento (2021). Recuperado de: <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n1.2021.793> Fecha de consulta: 4 de octubre 2024

Anguiano BJC (2010). Comparación en la respuesta fisiológica en plantas de chile bajo el efecto de 3 temperaturas nocturnas. [Tesis de posgrado, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/2043/1/1080190958.pdf>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Del Ángel SR (1997). Comportamiento fenológico del cultivo de chile serrano *Capsicum annuum* y su relación con las unidades calor. [Tesis de posgrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 80 p.

Díaz JJ et al (2024) Fertilización química y orgánica y su efecto sobre el rendimiento de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) 2023. Recuperado de: <http://revistabiociencias.uan.edu.mx/> Fecha de consulta: 4 de octubre 2024

Hernández DJ (2021). Respuesta del Chile serrano a la aplicación de productos orgánicos en la nutrición completa a diferentes densidades. [Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 84 p.

INTAGRI (2020). Cultivo de Chile en México. Serie Hortalizas, Núm. 21. Artículos Técnicos de INTAGRI. México 6 p.

Jiménez MC (2018). Respuesta agronómica del pimiento California Wonder a la aplicación de Quitomax. [Artículo de Investigación de la Universidad de Granma, Carretera a Manzanillo km 17 ½, Peralejo, Apartado 21, Bayamo, Granma, Cuba.

Land (2020). Ácido succínico para plántulas de tomate. Fecha de consulta: 12/06/24

Mendoza JA (2012). Producción y Calidad de *Capsicum annuum* L. y *Allium cepa* bajo tecnologías orgánicas. [Tesis, El Colegio de la Frontera Sur]. 58 p.

Moreno GB (2019). Producción de Chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en bioespacio con aplicación de diferentes porcentajes de algas marinas como biofertilizante) [Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 49p.

Rivera JC (2013). Efecto de la Concentración de ENDOVIT sobre Caracteres Agronómicos en Chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L.) [Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 67p.

Vázquez MA (2023). México se consolida como productor mundial de chile verde. TierraFértil®. <https://tierrafertil.com.mx/2023/01/27/mexico-se-consolida-como-productor-mundial-de-chile-verde/>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

BIOESTIMULANTES EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE

Omar Eduardo Sierra Valadez¹, Sarahyt Santamaría González Figueroa², María Eugenia Gallardo Rodríguez³, María Victoria Rodríguez García³, Ricardo Yáñez López³, Luis Patricio Guevara Acevedo^{3§}

¹Estudiante de ingeniería en Agronomía TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato.

²Campo Experimental del Bajío-INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende Km 6.5, Celaya Gto. CP 38110. ³TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. [§]Autor de correspondencia: luis.ga@roque.tecnm.mx

RESUMEN

Las algas marinas y el cannabidol (CBD) promueven el desarrollo fisiológico y aumentan su resistencia a plagas y enfermedades, actúan como bioestimulantes en las plantas. En el presente estudio para evaluar el efecto de aplicaciones foliares a base de bioestimulantes en la producción de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivadas bajo condiciones de microtúnel. Las plantas fueron trasplantadas en bolsas de 20x30 cm con sustrato de peat moss a tres cuartas partes de su capacidad, con una plántula por bolsa, 10 días posterior al trasplante (ddt), se aplicaron los tratamientos bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar, con tres tratamientos de (CBD) a una dosis de 1 mL L⁻¹, extracto de algas marinas NG-PLUS® a 4 mL L⁻¹, su combinación, y un testigo absoluto. A los 64 ddt se dio inicio a la primera cosecha, registrando mediciones como peso del fruto, diámetro ecuatorial, longitud del fruto y grados Brix. Los datos obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba de medias de Tukey. Los resultados indicaron que el tratamiento con CBD presentó los mejores valores en las variables evaluadas.

Palabras clave: Cannabidol, diámetro ecuatorial, bioestimulantes, largo de fruto, algas marinas.

ABSTRACT

Marine algae and cannabidol (CBD) promote better physiological development and increase resistance to pests and diseases by acting as biostimulants in plants. In the present study was conducted to evaluate the effect of foliar applications of these biostimulants on tomato (*Solanum lycopersicum*) plants grown under microtunnel conditions. Plants were transplanted in 20x30 cm bags filled with peat moss substrate to three-quarters of their capacity, with one plant per-bag. 10 after transplanting (ddt), the treatments were applied under a completely randomized block experimental design, with three treatments to be evaluated: CBD at a dose of 1 mL L⁻¹, NG-PLUS® seaweed extract at 4 mL L⁻¹, their combination, and an absolute control. At 64 ddt, the first harvest began, recording measurements such as fruit weight, equatorial diameter, fruit length and Brix degrees. The



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

data obtained were analyzed by analysis of variance (ANOVA) and Tukey test of means. The results indicated that the CBD treatment showed the best values for the variables evaluated.

Key words: *Cannabidol, equatorial diameter, biostimulants, fruit length, seaweed.*

INTRODUCCIÓN

En el periodo comprendido entre 2006 y 2016, la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*) en México registró una tasa de crecimiento promedio anual de 4.8 %, alcanzando un volumen récord de 3.3 millones de toneladas. A pesar de este incremento en la producción, la superficie total dedicada al cultivo mostró una reducción promedio anual del 2.5 %. En contraste, la superficie cultivada bajo esquemas de agricultura protegida, como malla sombra e invernadero, presentó un notable incremento, con una tasa de crecimiento anual promedio del 30.1 %. Como resultado, la participación del volumen producido mediante estas tecnologías pasó de representar el 6.5 % en 2006, al 32.2 % en 2010, y finalmente al 60.7 % del total nacional en 2016 (FIRA, 2017). En 2021, cinco estados concentraron el 53.3% de la producción de tomate en México, destacando Sinaloa como el principal productor con 677,612 toneladas (20.4% del total). Sinaloa cosechó este volumen en 12,110 hectáreas (25.3% del total nacional), con un rendimiento promedio de 56 toneladas por hectárea. (ProducePay 2024). A lo largo de los años los rendimientos y calidad han ido variando por los diferentes manejos agronómicos, es por esto que el uso del concepto de biofertilizante abarca una amplia gama de insumos agrícolas, que incluyen microorganismos, abonos verdes, estiércoles y extractos vegetales. Los bioestimulantes formulados a partir de algas marinas han demostrado promover el crecimiento vegetal (Blunen, 1991; Jeannin *et al.*, 1991; Arthur *et al.*, 2003), acelerar la germinación de semillas (El-Sheekh, 2000), retardar la senescencia, disminuir la infestación por nemátodos (Featonby-Smith y Van Staden, 1983) y fortalecer la resistencia de las plantas frente a enfermedades de origen fúngico y bacteriano (Kuwada *et al.*, 1999), entre otros efectos beneficiosos.

El cannabidiol (CBD) es un biofertilizantes derivado de cannabis que ha despertado interés en diversas áreas, incluyendo la agricultura. Sin embargo, la información sobre su aplicación agrícola es aún limitada y poco investigada. Se ha sugerido que el CBD podría tener potencial en la protección vegetal debido a sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes, así como en la mejora del desarrollo y resistencia de ciertos cultivos. No obstante, la falta de estudios científicos y regulación específica dificulta su implementación en la producción agrícola. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en un microtúnel del Tecnológico Nacional de México campus Roque. Se emplearon bolsas forestales de 20x30 cm, las cuales fueron llenadas hasta tres cuartas partes de su capacidad con un sustrato compuesto por peat moss. En estas bolsas, se trasplantaron plántulas de tomate variedad "Rexoxo Apteris®" (Syngenta Vegetable Seeds), con una edad de 30 días; después del trasplante, se aplicó en drench 10 mL L⁻¹ de extracto de algas marinas NG-PLUS® (Asistencia Tecnológica S.P.R.).

A los 10 días posteriores del trasplante (ddt), se aplicaron los tratamientos en un diseño experimental en bloques completamente al azar, con tres bloques y tres tratamientos, con aplicación de cannabidiol (CBD) en dosis de 1 mL L⁻¹, aplicación de 4 mL L⁻¹ de algas marinas NG-PLUS®, combinación de CBD con algas marinas y un testigo absoluto. A cada tratamiento se añadió 1% de adherente Surfacid® (Quimia), mientras que el testigo solo recibió agua con adherente. La aplicación de los tratamientos se realizó de manera foliar cada ocho días hasta el inicio de la cosecha.

El esquema de fertilización inició a los 17 ddt, aplicando 5 g L⁻¹ de nitrato de calcio Calcini® (YaraTera) cada ocho días. Posteriormente, a los 45 ddt, se modificó la fertilización a 8 g L⁻¹ de Nutrigota® 1654-00**, suministrando 1 L de solución por maceta en cada evento de fertirrigación. Para el manejo fitosanitario, se aplicó imidacloprid Confidor® 350 SC (Bayer CropScience) cada 15 días en dosis de 2 mL L⁻¹ por vía foliar. Además, se llevaron a cabo prácticas de deshoje y eliminación de brotes laterales en dos ocasiones durante la fase vegetativa y otras dos ocasiones en fase reproductiva.

Las variables de estudio se registraron a partir del inicio la cosecha a los 64 ddt, se evaluó peso de fruto con una báscula Electronic Kitchen Scale®, diámetro ecuatorial con un vernier KEATRONIC®, largo con un vernier KEATRONIC® y grados brix del fruto con un refractómetro portable ATC®. Se realizaron 5 cosechas tomando en cuenta 5 frutos por planta.

El análisis estadístico de los datos obtenidos se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) bajo un diseño de bloques completamente al azar (tres bloques, tres tratamientos y un testigo). En los casos donde el ANOVA mostró diferencias significativas, se aplicó una prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$), utilizando el software estadístico SAS Systems 9.4.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza realizado sobre la aplicación de tratamientos con extracto de algas marinas, CBD y su combinación evidenció diferencias altamente significativas ($p > 0.01$) en todas las variables agronómicas evaluadas en el cultivo de tomate, incluyendo peso del fruto, diámetro ecuatorial, longitud del fruto y grados brix. Estos resultados mostraron valores que difieren con los reportados por Vásquez *et al.* (2015), debido a que en su cultivo de tomate con aplicación de composta reportan valores no significativos en estas mismas variables.

Cuadro 1. Cuadrado medio del efecto de algas marinas, CBD y su combinación en parámetros agronómicos de planta de tomate.

FV	gl	Cuadrado Medio			
		Peso de Fruto	Diám Ecuatorial	Largo/Fruto	Grados Brix
Trat (T)	3	302.02**	245.09**	155.69**	19.06**
Muest (M)	4	90.2 ^{ns}	89.49 ^{ns}	53.06 ^{ns}	4.61 ^{ns}
Bloq	1	10.63 ^{ns}	10.56 ^{ns}	2.98 ^{ns}	2.25 ^{ns}
T*M	12	28.89 ^{ns}	24.84 ^{ns}	13 ^{ns}	1.19 ^{ns}
EE	39	36.55	36.45	27.11	3.14
Total	59	-	-	-	-
CV (%)		68.47	67.49	72.16	75.44
R ²		0.53	0.49	0.44	0.42

Los resultados de la comparación de medias indicaron que el tratamiento con CBD a una dosis de 1 mL L^{-1} registró los valores más altos en peso de fruto, diámetro ecuatorial y longitud del fruto. En contraste, la combinación de extracto de algas marinas y CBD ($4 \text{ mL L}^{-1} + 1 \text{ mL L}^{-1}$) mostró el mayor contenido de grados brix en el estudio en el estudio (Cuadro 2). Por su parte, el testigo presentó los valores más bajos en todas las variables evaluadas.

En términos del peso de fruto, el tratamiento con CBD a una dosis de 1 mL L^{-1} registró el valor más alto con 11.41 cm, en comparación con el testigo, que obtuvo un valor de 2.1 cm, lo que representa un aumento del 426.82%, al comparar estos resultados con García *et al.*, (2009), quien reportó un valor de 23.89 cm utilizando su tratamiento con Enerplant® se observa una diferencia notable.

Para el diámetro ecuatorial, el tratamiento con CBD a una dosis de 1 mL L^{-1} presentó efectos positivos, alcanzando un valor de 11.43 mm, en comparación con los 2.90 mm del testigo, lo que representa una diferencia del 277.81%. Sin embargo, este valor es inferior al reportado por De la Cruz *et al.*, (2009), quienes obtuvieron 46.7 mm utilizando una mezcla de VEPT 50 % y arena.

Cuadro 2. Efecto de la aplicación foliar de CBD, en combinación algas marinas y combinación en variables de crecimiento del cultivo de tomate bajo condiciones de microtúnel.



No	Tratamiento	Dosis L ⁻¹	Peso de Fruto (g)	Diámetro Ecuatorial (mm)	Largo de Fruto (mm)	Grados Brix
1	CBD	1 mL	11.41a	11.43 a	9.49 a	3.01 a
2	Algas Marina	4 mL	10.95 a	10.62 a	8.81 a	2.37 ab
3	CBD + Algas Marinas	4-1 mL	10.83 a	10.82 a	8.09 a	3.25 a
4	Adherente	1 mL	2.1 b	2.90 b	2.46 b	0.75 b

En cuanto al largo de fruto, el tratamiento con CBD a dosis de (1 mL⁻¹) también mostró un efecto favorable, con un promedio de 9.49 mm, mientras que el testigo presentó un largo de 2.56 mm, lo que representa una diferencia del 257.58%. al compararlo con el estudio de Márquez *et al.*, 2008, quienes registraron un largo de fruto de 57 mm en su tratamiento con composta, los resultados obtenidos en este estudio son relativamente inferiores.

Finalmente, en cuanto a los grados brix, el tratamiento con algas marinas y CBD (4 mL⁻¹ + 1 mL⁻¹) mostró un incremento notable, alcanzando un valor de 3.25 grados, frente a los 0.75 grados que presentó el testigo, lo que representa una diferencia del 317.33%. No obstante, estos resultados superan a los reportados por Amaya *et al.*, (2010), quienes obtuvieron 0.46 grados brix utilizando recubrimiento de cera comercial.

CONCLUSIONES

Se recomienda la aplicación foliar de bioestimulantes, específicamente el uso de CBD a una dosis de 1 mL L⁻¹, ya que incrementa significativamente el peso del fruto, diámetro ecuatorial, largo de fruto y los grados brix con aumentos superiores al 257.58% en comparación con plantas no tratadas, estos resultados reflejan una mejora en calidad y cantidad de la producción en plantas de tomate.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya P; Peña L; Mosquera A; Villada H; Villada D (2010). Efecto del uso de recubrimientos sobre la calidad del tomate (*Lycopersicon esculentum mill*). Dyna, 77(162): 67–73.
- Blunden G (1991). Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. En Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential (pp. 65–81). John Wiley & Sons Ltd.
- De la Cruz-Lázaro E; Estrada-Botello MA; Robledo-Torres V; Osorio-Osorio R; Márquez-Hernández C; Sánchez-Hernández R (2009). Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato.
- El-Sheekh MM; El-Saied AEF (2000). Effect of crude seaweed extracts on seed germination, seedling growth and some metabolic processes of *Vicia faba* L. Cytobios, 101, 378–382.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Featonby-Smith BC; Van Staden J (1983). The effects of seaweed concentrate on growth of tomato plants in nematode-infected soil. *Scientia Horticulturae*, 20, 137–146.

FIRA (2017). Panorama agroalimentario (Tomate Rojo 2017). Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. 25 p. Disponible en: https://www.studocu.com/esmx/document/universidad-autonoma-agraria-antonio-narro/microbiologia/panoramaagroalimentario-tomate-rojo-2017/9731893_fecha=04/01/2022 [Links]

García SML; Martínez J V; Avendaño LAN; Padilla SMC; Izquierdo OH (2009). Acción de oligosacáridos en el rendimiento y calidad de tomate.

Kuwada KT; Ishii I; Matsushita I; Matsumoto K; Kadoya K (1999). Effect of seaweed extracts on hyphal growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and their infectivity on trifoliate orange roots. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 68, 321–326.

Márquez HC; Cano R P; Rodríguez DN (2008). Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agricultura Técnica en México*, 34(1): 69–74.

Produce Pay (2024). Regiones productoras de tomate en México. <https://producepay.com/es/elblog/produccion-de-tomate-en-mexico-principales-regiones/>

Vázquez VP; García LMZ; Navarro CMC; García HD (2015). Efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) en invernadero.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

BIOMOLECULAS EN LA PRODUCCIÓN DE MELÓN

Mauricio Troche Lanuza¹; Fernando Germán Flores Guillen²; Anabel Flores Lee³; María Eugenia Gallardo Rodríguez²;
Daniel Rodríguez Mercado²; Ricardo Yáñez López²; Luis Patricio Guevara Acevedo²¹

¹Estudiante de ingeniería en agronomía TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato.

²TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. ³Instituto Tecnológico Superior de Abasolo, Cuitzeo de 401 Cuitzeo de los Naranjos 36976, Los Naranjos, Abasolo, Gto. ¹Autor de correspondencia:

luis.ga@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de aplicaciones foliares de ácido salicílico, extracto de algas y su combinación en la producción de melón en condiciones de campo abierto, en El Armadillo, Guanajuato, sobre una superficie de 0.5 hectáreas. Se preparó el terreno con dos pasos de rastra y formación de surcos a 1.5 metros, además de una fertilización base con MAP, urea y sulfato de potasio. A los 40 días después del trasplante, se aplicaron los tratamientos en un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos: ácido salicílico (0.067 mM), extracto de algas (5 mL L⁻¹), su combinación y un testigo. Cada unidad experimental consistió en tres surcos de 5 metros. Las evaluaciones comenzaron 30 días después de la aplicación de los tratamientos, midiendo cinco plantas al azar del surco central. Las variables analizadas fueron número de frutos por planta, dimensiones del fruto (altura y diámetro), y grados Brix, utilizando vernier y refractómetro. Los resultados indicaron que el tratamiento con ácido salicílico generó los mayores beneficios, aumentando significativamente la longitud ecuatorial y polar del fruto, así como su peso, en comparación con el testigo. Estos hallazgos resaltan la eficacia del ácido salicílico para mejorar la producción del melón, especialmente en condiciones de estrés ambiental.

Palabras claves: Ácido salicílico, extracto de algas, aplicaciones foliares, frutos

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the effect of foliar applications of salicylic acid, seaweed extract, and their combination on melon production under open field conditions in El Armadillo, Guanajuato, over an area of 0.5 hectares. The land was prepared with two passes of harrowing and furrow formation at 1.5 meters, in addition



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

to a base fertilization with MAP, urea, and potassium sulfate. Forty days after transplanting, the treatments were applied in a randomized block design with four treatments: salicylic acid (0.067 mM), seaweed extract (5 mL L⁻¹), their combination, and a control. Each experimental unit consisted of three 5-meter furrows. The evaluations began 30 days after the application of the treatments, measuring five randomly selected plants from the central furrow. The variables analyzed were the number of fruits per plant, fruit dimensions (height and diameter), and Brix degrees, using a vernier and refractometer. The results indicated that the treatment with salicylic acid generated the greatest benefits, significantly increasing the equatorial and polar length of the fruit, as well as its weight, compared to the control. These findings highlight the effectiveness of salicylic acid in improving melon production, especially under environmental stress conditions.

Keywords: Salicylic acid, seaweed extract, foliar applications, fruit

INTRODUCCIÓN

La producción de melón en México es una actividad agrícola esencial, especialmente en las regiones con climas cálidos y semiáridos. Gracias a sus condiciones agroclimáticas favorables y a la amplia extensión de tierras dedicadas a este cultivo, México se posiciona entre los principales productores mundiales (Rodríguez, 2018). Según Weaver (1989), las plantas contienen sustancias naturales que se trasladan a diferentes partes de la planta en concentraciones mínimas, influyendo en su desarrollo y crecimiento. Estas sustancias, conocidas como fitohormonas, son responsables de regular el crecimiento vegetal. Además de las fitohormonas naturales, existen también las sintéticas, que se producen en laboratorio. Las fitohormonas en las plantas se agrupan en tres categorías principales: auxinas, giberelinas y citocininas (Rojas, 2015). Cada grupo controla funciones específicas dentro de la planta, manteniendo el equilibrio en sus procesos fisiológicos y asegurando que se complete su ciclo de vida, generando frutos con semillas y garantizando la perpetuación de la especie. Por otra parte, las algas marinas y sus derivados mejoran la calidad del suelo y refuerzan las plantas, lo que se traduce en un aumento de los rendimientos y de la calidad de las cosechas. Su uso es ya común en muchos países, y conforme esta práctica se amplía, se espera que sustituya el uso de insumos químicos por productos orgánicos, favoreciendo una agricultura más sostenible. Las enzimas, por su parte, tienen la capacidad de inducir y activar reacciones catalíticas reversibles a la temperatura de los organismos vivos (Small y Green, 1968), otro compuesto utilizado para mitigar el estrés es el ácido salicílico, es un compuesto orgánico producido por la misma planta, pero en bajas concentraciones funciona como regulador del proceso fisiológico de la misma.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente experimento se llevó a cabo entre agosto y octubre de 2024 en la comunidad de El Armadillo, municipio de Jaral del Progreso, Guanajuato. El proceso inició con la preparación del terreno, que incluyó subsoleo, dos pasos de rastra y la formación de surcos con una distancia de 1.50 metros entre ellos. De manera simultánea, se aplicó una fertilización base compuesta por 150 kg de MAP, 150 kg de urea y 100 kg de sulfato de potasio. Posteriormente, se instaló la cintilla 5/8 de la marca Toyo Drip para el riego por goteo, junto con plástico acolchado. A continuación, se realizó un riego inicial y se trasplantó a una distancia de 50 centímetros entre plantas. El área experimental se dividió en cuatro bloques al azar, cada uno con tres tratamientos: ácido salicílico a una dosis de 0.067 mM, algas marinas NGPlus® (de Asistencia Biotecnológica S.P.R.) a 5 mL L⁻¹, y la combinación de ambos. El tratamiento testigo consistió en Vita Verde a una dosis de 40 mL L⁻¹ de agua. Cada unidad experimental estuvo conformada por tres surcos de cinco metros de largo. Al inicio de la aplicación de los tratamientos, se realizaron aplicaciones adicionales de fertilización, con 25 kg de nitrato de calcio y 25 kg de nitrato de potasio. A 60 días después de la aplicación de los tratamientos (ddat), se inició la recolección de datos; se seleccionaron al azar cinco plantas del surco central, y se evaluó el número de frutos por planta, diámetro y longitud de los frutos y los grados Brix, determinados con un refractómetro (NOTWAIT). La recolección de datos se repitió en cada cosecha que se realizaron cada cinco días. Los resultados de cada variable fueron analizados mediante un análisis de varianza, y cuando se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$), se realizó una prueba de medias de Tukey. Todo el análisis estadístico se realizó utilizando el software SAS Systems (versión 9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos aplicados al cultivo de melón mostraron una alta significancia en las variables de longitud ecuatorial y polar del fruto y peso (Cuadro 1). Estos resultados fueron similares a los reportados por Isaac (2015) en su experimento, donde aplicó de forma foliar una mezcla de 15 litros de biol con 5 litros de agua. En referencia a la longitud polar los valores reportados por Menchaca-Ceja *et al.* (2018) digieren debido a que no encontraron diferencias significativas en su experimento al aplicar 0.4 mL L⁻¹ de ácido naftalenacético. Por otro lado, la variable de grados Brix presentó diferencias significativas al 95%, aunque este valor fue inferior al reportado por Montañó y Méndez (2009), quienes aplicaron ácido naftalenacético en dosis de 50 mg L⁻¹.



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Cuadro 1. Cuadrado de medio de la longitud ecuatorial, longitud polar, peso Kg/fruto y grados brix (°Bx) de frutos melón por efecto de aplicaciones foliares de biomoléculas.

FV	GL	Cuadrado Medio			
		Longitud ecuatorial(cm)	Longitud polar(cm)	Peso (kg)	°Bx
Trat (T)	3	10.44**	12.08**	1.75**	28.10*
Muest (M)	3	0.73 ^{ns}	1.12 ^{ns}	0.21 ^{ns}	2.33 ^{ns}
Bloq (B)	1	0.13 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.23 ^{ns}
TxM	9	1.43 ^{ns}	4.47 ^{ns}	0.40*	1.08 ^{ns}
EE	47	1.55	3.12	0.16	5.77
Total	63	-	-	-	-

Trat**, Altamente significativo ($P < 0.01$); * significativo ($P > 0.05$) y ns no significativo

Cuadro 2. Nivel de significancia de la longitud ecuatorial, longitud polar, peso kg/fruto y grados brix (°Bx) de frutos melón por efecto de aplicaciones foliares de biomoléculas.

No	Tratamiento	Dosis L ⁻¹	Diám ecuat(cm)	Long polar (cm)	Peso (kg)
1	A. S+AM	0.067 mM + 5 mL	15.61 b	18.28 ab	2.02 b
2	AM	5 mL	15.71 b	18.72 ab	2.14 ab
3	A. S	0.067 mM	17.13 a	19.44 a	2.41 a
4	TC	40 mL	15.33 b	17.36 b	1.61 c

AS=ácido salicílico, AM=algas marinas, TC=testigo común (Vita Verde)

Como se puede observar en el Cuadro 2, la aplicación de ácido salicílico a dosis de 0.067 mM presentó los mayores valores para las variables diámetro ecuatorial, longitud polar y peso, mientras que el testigo presento los menores valores, sin embargo, Rodríguez (2015) obtuvo valores muy similares con la aplicación de biol en una dosis de 15 L Biol/ 5 L H₂O.

En la variable diámetro ecuatorial, los tratamientos en los que se aplicó ácido salicílico a una dosis de 0.067 mM presentaron los mejores resultados estadísticamente, alcanzando un valor promedio de 17.33 cm. Esto representa un incremento del 11% en comparación con las plantas tratadas con Vita Verde® a una dosis de 40 mL L⁻¹. Cabe destacar que estos resultados superan a los obtenidos por Lennyn (2015), quien evaluó el crecimiento del melón bajo diferentes densidades de siembra, pero con una fertilización uniforme. En su estudio, se observó un incremento del 5% en plantas con aplicaciones similares de fertilizantes, aunque con una mayor densidad de siembra.

En la variable longitud polar, los tratamientos en los que se aplicó ácido salicílico a una dosis de 0.067 mM obtuvieron los mejores resultados estadísticamente, alcanzaron valores promedios de 19.44 cm. El resultado evidencia un aumento del 12% en comparación con las plantas tratadas con el testigo comercial. Sin embargo,



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Moreno (2014) reportó una diferencia del 3.8% en su experimento, en el que cultivó melón bajo condiciones de invernadero, utilizando vermicompost y realizando aplicaciones de composta de estiércol bovino como método de fertilización.

Para la variable peso por fruto, los tratamientos en los que se aplicó ácido salicílico a una dosis de 0.067 mM obtuvieron los mejores resultados estadísticamente, alcanzando un valor promedio de 2.41 kg. Esto refleja un crecimiento del 49% en comparación con las plantas tratadas con el testigo comercial. Cabe destacar que estos valores superan los reportados por Brigadier (2015), quien evaluó la aplicación de biol combinado con microorganismos en el cultivo de melón, obteniendo una diferencia del 6% entre los tratamientos con mayores y menores rendimientos.

CONCLUSIONES

Se observó que la aplicación foliar de ácido salicílico a dosis de 0.067 mM mostró un aumento en la producción en cuanto cantidad y calidad del cultivo de melón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angulo Rodríguez IB (2015). Empleo de biol más microorganismos eficientes en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en la parroquia Majua, provincia de Esmeraldas [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo].

Angulo Rodríguez IB (2015). *Empleo de biol más microorganismos eficientes en el cultivo de melón (Cucumis melo L.) en la parroquia Majua provincia de Esmeraldas* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Menchaca-Ceja F; Partida-Ruvalcaba L; García-López AM; Ail-Catzim CE; Rodríguez-González RE; Ruiz-Alvarado C; Cruz-Villegas M (2018). Relación del ácido naftalenacético en componentes de calidad de melón Cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(14): 171-179. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. <https://doi.org/10.19136/era.a5n14.1397>

Montaño MNJ; Méndez NJR (2009a) Efecto del ácido indol-3- acético y ácido naftalenacético sobre el largo y ancho del fruto de melón (*Cucumis melo* L.) cultivar Edisto 47. *Revista UDO agrícola* 9: 530-538.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Moreno-Reséndez A; García-Gutiérrez L; Cano-Ríos P; Martínez-Cueto V; Márquez-Hernández C; Rodríguez-Dimas N (2025). Desarrollo del cultivo de melón (*Cucumis melo*) con vermicompost bajo condiciones de invernadero. Ecosistemas Y Recursos Agropecuarios, 1(2): 163–173. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282014000200007

Rojas M (2015). *Manual teórico-práctico de herbicidas y fitorreguladores*. Editorial Limusa.

Rowny Ramos Pary L (2015). Efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento de tres cultivares de melón

Small y Green. The State of Food and Agriculture (1968). (n.d.). Retrieved March 20, 2025, from <https://www.fao.org/4/74303e/74303e.pdf>

Weaver R (1989). *Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura* (6ª reimpresión). Editorial Trillas.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CARACTERIZACIÓN DE SUSTRATOS EN PIMIENTO MORRÓN (*Capsicum annuum* L.) EN INVERNADERO

Mariana Tovar Anaya²; Davino Pérez Mendoza^{1§} J. Guadalupe García Rodríguez¹; Lorenzo Licea Rojas¹; José Eduardo Ruíz Escobar¹; José Luis Camargo Orduño¹

¹Docentes del TecNM-Roque, Celaya, Gto. ²Egresada de Agronomía del TecNM/ITR, Celaya, Gto. [§]Autor de correspondencia:

davino.pm@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del sustrato en el desarrollo fenológico, rendimiento y calidad del pimiento morrón en condiciones de invernadero. El experimento se realizó en la empresa ABOGUE S.P.R. de R.L. de C.V. se localiza en el camino a San Juan de la Cruz km 2.5 de la carretera Juventino Rosas- Celaya km 11, del municipio de Santa Cruz de Juventino Rosas, Gto. El experimento se estableció bajo un diseño en bloques completamente al azar con tres tratamientos, tres repeticiones, obteniendo un total de nueve unidades experimentales (UE), el trasplante se realizó el día 13 de julio de 2024. Los tratamientos evaluados fueron tres sustratos el tratamiento uno fue tezontle, el tratamiento dos se realizó mezclando 50% de tezontle y 50% de foam, el tratamiento tres se realizó mezclando 50% de tezontle y 50% de ceniza. Las variables evaluadas fueron altura de planta (AlPt), Diámetro de planta (DmPa), Diámetro ecuatorial de fruto (DmEc), Diámetro polar de fruto (DmPl), Peso de fruto (PsFr) y rendimiento total (RnTI). El tratamiento que presentó los mejores resultados a las variables evaluadas fue (T3) Tezontle-ceniza destacando en la mayoría de los muestreos. Los datos fueron analizados con el programa estadístico SAS versión 9.4.

Palabras clave: Sustrato, Pimiento, Invernadero, Ceniza, Tezontle, Foam

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of substrate on phenological development, yield and quality of bell pepper under greenhouse conditions. The experiment was conducted at ABOGUE S.P.R. de R.L. de C.V., located on the road to San Juan de la Cruz km 2.5 of the Juventino Rosas-Celaya highway km 11, in the municipality of Santa Cruz de Juventino Rosas, Gto. The experiment was established under a completely randomized block design with three treatments, three replications, obtaining a total of 9 experimental



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

units (EU), transplanting was performed on July 13, 2024. The treatments evaluated were 3 substrates in treatment 1 was tezontle. Treatment 2 was made by mixing 50% tezontle and 50% foam. Treatment 3 was carried out by mixing 50% tezontle and 50% ash. The variables evaluated were plant height (AI_{Pta}), plant diameter (D_{mPa}), equatorial diameter (D_{mEc}), polar diameter (D_{mPl}), fruit weight (P_{sFr}) and total yield (R_{nTI}). The treatment that presented the best results to the variables evaluated was (T3) Tezontle-ash, standing out in most of the samplings. The data were analyzed with the statistical program SAS version 9.4.

Key words: *Substrate, Pepper, Greenhouse, Ash, Tezontle, Foam*

INTRODUCCIÓN

Las plantas de pimienta pueden adaptarse a una amplia gama de suelos siempre que tengan un buen drenaje, ya que esta planta es muy sensible a la estrangulación de raíces. Por esta razón un suelo profundo, aireado, bien drenado y rico en materia orgánica tiene las mejores propiedades para un crecimiento y desarrollo óptimo para las plantas (Aguilar *et al.*, 2023).

Existen varios factores que definen el éxito o fracaso de los productores de pimienta en condiciones protegidas, tales como: Elección de la variedad. La importancia de seleccionar o escoger la variedad más adecuada para obtener los mejores rendimientos. Para una buena elección de la variedad es necesario tomar en cuenta las condiciones a cultivar como la temperatura, humedad relativa, radiación, incidencia de plagas, definir el sistema de cultivo ya sea en suelo o sustrato y es crucial conocer el mercado (Intagri, 2013). Científicamente hablando, el cultivo de las plantas en sustrato inerte y en suelo es hidroponía (hydro = agua, ponos =trabajo), ya que los elementos absorbidos por el sistema radicular deben estar en una solución a base de agua (León *et al.*, 2018).

La producción de cultivos bajo sustrato presenta diferencias sustanciales respecto del cultivo de plantas en suelo, el desarrollo de sustratos tiene su origen en el cultivo en contenedor al cultivar bajo contenedor las características del sustrato resultan decisivas en el correcto crecimiento y desarrollo de las plantas, observándose una interacción entre las características del contenedor y del sustrato con la planta. La producción en sustratos bajo invernadero mejora las características morfológicas y rendimiento de las plantas, es decir, cultivar en sustratos evita contratiempos ambientales y daños por contaminación del suelo, se hace más eficiente el uso del agua, se garantizan frutos de mejor calidad durante todo el ciclo y aumento de la relación beneficio-costos debido a una producción aproximadamente 49% mayor con relación a la productividad en campo abierto (Montoya *et al.*, 2021)



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en ABOGUE S.P.R. de R.L. de C.V. se localiza en el camino a San Juan de la Cruz km 2.5 de la carretera Juventino Rosas- Celaya km 11, del municipio de Santa Cruz de Juventino Rosas, Gto. Se encuentra en las coordenadas GPS: Longitud -100.91270859324388 y Latitud 20.617069090750043 (Google, 2025).

Se utilizaron macetas plásticas con capacidad de 18 L, se rellenaron de tezontle, tezontle-ceniza y tezontle-foam. Antes del trasplante se realizó lavado de residuos de sales que se encontraran en el sustrato. Se desinfecto para evitar contaminar la plántula con microorganismos dañinos. Se uso un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con tres tratamientos y tres repeticiones dando un total de nueve UE. En una prueba de porosidad y aireación para los tratamientos de estudio: T1-Tezontle, T2-Tezontle-foam y T3 Tezontle-Ceniza. De acuerdo con la prueba que se realizó, el sustrato que tiene mayor porcentaje de retención de humedad es T3 (Tezontle/ceniza) con 86% y el que tiene menor es T2 (Tezontle/Foam) con 41.33%. Además, el sustrato que tiene mayor porosidad de aireación según la prueba es T2 (Tezontle/Foam) con 43.33% y el que tiene menor es T3 con 10.66%.

La preparación de los sustratos, en el caso del tratamiento uno fue únicamente tezontle, para el tratamiento dos se realizó una mezclando 50% de tezontle más 50% de foam y el tratamiento tres se realizó mezclando 50% de tezontle y 50% de ceniza. Se monitoreo la cantidad de agua aplicada, CE y pH de entrada, así como el comportamiento de estas mediante el drenaje (Lixiviado) CE y pH de salida de cada tratamiento.

La altura de plántula se midió con una regla graduada desde la base de la plántula hasta el ápice de la última hoja verdadera. El diámetro de tallo se midió con un vernier en la parte baja del crecimiento apical. El diámetro polar se midiendo chile después de la cosecha, con el vernier desde la base hasta el ápice del chile cosechado, el diámetro ecuatorial se midió con el vernier en la parte media del chile cosechado. Se registró el peso del chile obtenido en cada repetición de los tratamientos. Las lecturas se efectuaron en la semana 45, 46 y 47. Se realizaron tres cosechas por semana, para lo cual se tomaron tres lecturas por semana. El análisis estadístico se realizó con el paquete SAS versión 9.4 en cuanto a la comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$)



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base a los resultados podemos observar que si se presentan diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Para la variable de altura de planta (AlPa), el que obtuvo los valores más altos fue el tratamiento (T3) tezontle-ceniza. Con medias de 155.89 cm, 163.11 cm y 170.67 cm en las tres fechas de muestreo, con los valores más bajos los presento el tratamiento (1) tezontle, con valores medios de 122.33, 128.66 y 163.11 cm respectivamente. De igual manera para altura final (AlFn), el tratamiento (T3) tezontle-ceniza fue el que presento los valores más altos con una media de 489.67 cm y el tratamiento (T1) tezontle, presentó los valores más bajos, con una media de 387.11 cm.

Para la variable diámetro de tallo (DmTII), el tratamiento (T3) tezontle-ceniza. Observó los valores más altos, con medias de 0.78, 0.59 y 0.39 cm respectivamente del muestreo uno al muestreo tres, los valores más bajos los presento el tratamiento (T1) tezontle, con valores medios de 0.66, 0.49 y 0.33 cm respectivamente en los 3 muestreos realizados.

Cuadro 1. Cuadro de comparación de medias de la variable de altura de planta (AlPa) y diámetro de tallo (DmTI). Ciclo PV-2024.

Trat.	AlPa1	AlPa2	AlPa3	AlFn	DmTII1	DmTII2	DmTII3
3	155.89 a	163.11a	170.66 a	489.67 a	0.78 a	0.59 a	0.39 a
2	149.56 a	155.89 a	163.11 a	468.56 a	0.76 a	0.59 a	0.38 a
1	122.33 b	128.66 b	136.11 b	387.11 b	0.66 a	0.46 b	0.33 a

Trat=Tratamiento, AlPa=Altura de planta, AlFn=Altura Final, DmTII=Diametro de tallo. Valores con la misma letra en el mismo grupo, no hay diferencias significativas. Valores con letras diferentes en el mismo grupo presentan diferencias significativas.

En la investigación donde se evaluó la aplicación de algas marinas en pimiento morrón (*Capsicum annuum*) bajo condiciones de invernadero, se obtuvieron medias de 105.45, 95.50, 77.90 y 72.60 cm, respectivamente, en altura de planta (Balderas, 2024). Estos valores son inferiores a los obtenidos en la presente investigación, (Cuadro 1). (Balderas, 2024) en un trabajo de investigación donde se evaluó la aplicación de algas marinas en pimiento morrón (*Capsicum annuum*) bajo condiciones de invernadero, se obtuvieron medias de 13.33, 11.27, 10.70 y 9.64 mm, en diámetro de tallo (Balderas, 2024).

En base a los resultados se observa que si presentan diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Para la variable de diámetro ecuatorial de planta (DmEc), el que obtuvo los valores más altos fue el tratamiento (T3) tezontle-ceniza, del muestro 1 al 4 y del 6 al 9, con medias de 8.79 cm, 8.19 cm, 8.31 cm, 7.75 cm, 7.82 cm, 7.66 cm, 7.72 cm y 7.39 cm, con 8 fechas, no así para el DmEc5 donde el tratamiento con valor más alto fue el (T2) Tezontle-Foam con un valor de 7.70 cm, con los valores más bajos, los presentó el



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

tratamiento (T1) Tezontle, con valores medios de 6.73 cm, 7.27 cm, 7.21 cm, 6.90, 7.07 cm, 7.52 cm, 7.31 cm, 7.23 cm y 7.23 cm.

Cuadro 2. Comparación de medias de la variable de diámetro ecuatorial (DmEc). Ciclo PV-2024.

Trat.	DmEc1	DmEc2	DmEc3	DmEc4	Trat.	DmEc5	Trat.	DmEc6	DmEc7	DmEc8	DmEc9
3	8.79a	8.19a	8.31a	7.75 ^a	2	7.70a	3	7.82a	7.66a	7.72a	7.39a
2	7.09a	7.45a	7.91a	7.04b	3	7.53a	2	7.52a	7.53a	7.31a	7.31a
1	6.73a	7.27a	7.21b	6.90b	1	7.07a	1	7.52a	7.31a	7.23a	7.23a

Trat=Tratamiento, DmEc= Diámetro ecuatorial. Valores con la misma letra en el mismo grupo, no hay diferencias significativas. Valores con letras diferentes en el mismo grupo presentan diferencias significativas.

En un trabajo de investigación donde se evaluó ocho líneas de chile pimiento morrón bajo condiciones de agricultura protegida, se obtuvieron medias de 8.5, 9.0, 9.0 y 8.5 cm en diámetro ecuatorial (Rivera et al., 2023). Estos valores son superiores a los obtenidos en la presente investigación (Cuadro 2).

Tezontle-ceniza. Con medias de 9.87 cm, 8.18 cm, 9.21 cm, 8.29 cm, 8.28 cm, 9.99 cm, 9.58 cm, 9.58 cm y 9.31 cm, en las nueve fechas de muestreo. Con los valores más bajos los presento el tratamiento (T2) tezontle-foam para DmPI1 y DmPI2 con valores medios de 7.41 cm, 7.51 cm, y el tratamiento (T1) tezontle de DmPI3 al DmPI9 con valores medios de 7.84 cm, 7.95 cm, 7.53 cm, 8.82 cm 8.61 cm, 8.85 cm y 8.85 cm.

Cuadro 3. Comparación de medias de la variable de diámetro polar (DmPI). Ciclo PV-2024.

Trat.	DmPI1	DmPI2	Trat.	DmPI3	DmPI4	DmPI5	DmPI6	DmPI7	DmPI8	DmPI9
3	9.87a	8.18a	3	9.21a	8.29a	8.28a	9.99a	9.58a	9.58a	9.31a
1	7.96a	7.61a	2	8.03a	8.26a	8.27a	9.31a	9.34a	9.18a	9.18a
2	7.41a	7.51a	1	7.84b	7.95a	7.53a	8.82b	8.61a	8.85a	8.85a

Trat=Tratamiento, DmPI=Diámetro polar. Valores con la misma letra en el mismo grupo, no hay diferencias significativas. Valores con letras diferentes en el mismo grupo presentan diferencias significativas.

En un trabajo de investigación donde se evaluó tres híbridos de chile pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) en cultivo hidropónico, en invernadero, se obtuvieron medias de 4.10, 6.48, 6.94 cm, en diámetro polar (Villamil, 2015). Estos valores son inferiores a los obtenidos en la presente investigación (Cuadro 3).

Con base a los resultados podemos observar que si se presentan diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Para la variable de peso de fruto (PsFr), el que obtuvo los valores más altos fue el tratamiento (T3) tezontle-ceniza. Para PsFr1 al PsFr4 y del PsFr6 al PsFr8, con medias de 211.21g, 185.62 g, 184.72 g, 186.67 g, 211.67 g, 192.44 g y 192.44 g en siete fechas de muestreo. No así para PsFr5 y PsFr9



donde los valores más altos fue el (T2) tezontle-foam con medias de 159.44 g y 178.33 en dos fechas de muestreo.

Los valores más bajos los presento el tratamiento (T1) tezontle, de PsFr1, PsFr3 al PsFr6, PsFr8 y PsFr9 con valores medios de 149.94 g, 149.89 g, 147.58 g, 143.33 g, 174.00 g, 155.00 g y 149.44 g, en siete fechas. No así para PsFr2 y PsFr7 donde los valores más bajos fueron del tratamiento (T2) tezontle-foam con una media de 149.90 g y 147.67 g, en dos fechas.

Para la variable rendimiento total (RnTI), el tratamiento (T3) tezontle-ceniza. Presento los valores más altos, con medias de 1680.89 g, los valores más bajos los presento el tratamiento (T1) tezontle, con valores medios de 1379.65 g.

Cuadro 3. Comparación de medias de la variable de peso de fruto (PsFr). Ciclo P-V-2024.

Trat.	PsFr1	Trat.	PsFr2	Trat.	PsFr3	PsFr4	Trat.	PsFr5	Trat.	PsFr6
3	211.21a	3	185.62a	3	184.72a	186.67a	2	159.44a	3	211.67a
2	171.95b	1	150.47a	2	161.07a	166.21a	3	143.89a	2	177.33a
1	149.94b	2	149.90a	1	149.89a	147.58b	1	143.33a	1	174.00a

Continuación...

Trat.	PsFr7	Trat.	PsFr8	Trat.	PsFr9	Trat.	RnTI
3	192.44a	3	192.44a	2	178.33a	3	1680.89a
1	160.00a	2	178.33a	3	172.22a	2	1490.24b
2	147.67a	1	155.00a	1	149.44a	1	1379.65b

Trat=Tratamiento, PsFr= Peso de fruto, RnTI= Rendimiento total. Valores con la misma letra en el mismo grupo, no hay diferencias significativas. Valores con letras diferentes en el mismo grupo presentan diferencias significativas

En un trabajo de investigación donde se evaluó calidad y potencial antioxidante del pimiento morrón desarrollado con abonos orgánicos y arena en invernadero, se obtuvieron medias de 126.41, 120.9, 141.66, 147.1, 120.5, 120.34, 126.4, 111.21, 140.11, 123.29, 129.11 y 149.63 g en peso de fruto (PARCERO, 2014) Estos valores son inferiores a los obtenidos en la presente investigación (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

En la variable agronómica de altura de planta, el tratamiento (3) tezontle-ceniza presenta los valores más altos y el tratamiento (1) tezontle presenta los valores más bajos. De igual manera para altura final (AlFnl), el tratamiento (T3) tezontle-ceniza fue el que presento los valores más altos y el tratamiento (T1) tezontle, presento los valores más bajos.



Para la variable diámetro de tallo (DmTII), el tratamiento (T3) tezontle-ceniza. Presentó los valores más altos, respectivamente del muestreo, los valores más bajos los presento el tratamiento (T1) tezontle, con valores medios de los tres muestreos realizados.

Para la variable de diámetro ecuatorial de planta (DmEc), el que obtuvo los valores más altos fue el tratamiento (T3) tezontle-ceniza, del muestro uno al cuarto y del seis al nueve con ocho fechas, no así para el DmEc5 donde el tratamiento con valor más alto fue el (T2) tezontle-foam, con los valores más bajos, los presento el tratamiento (T1) tezontle. Para la variable de diámetro polar de planta (DmPI), el que obtuvo los valores más altos fue el tratamiento (T3) tezontle-ceniza. Con los valores más bajos los presento el tratamiento (T2) tezontle-foam para DmPI1 y DmPI2 y el tratamiento (T1) tezontle de DmPI3 al DmPI9. Mas sin embargo el tratamiento más bajo fue (T1) tezontle con más valores.

Para la variable de peso de fruto (PsFr), el que obtuvo los valores más altos fue el tratamiento (T3) tezontle-ceniza. Para PsFr1 al PsFr4 y del PsFr6 al PsFr8, en siete fechas de muestreo. No así para PsFr5 y PsFr9 donde los valores más altos fueron el (T2) tezontle-foam en dos fechas de muestreo.

Los valores más bajos los presento el tratamiento (T1) tezontle, de PsFr1, PsFr3 al PsFr6, PsFr8 y PsFr9, en siete fechas. No así para PsFr2 y PsFr7 donde los valores más bajos fueron del tratamiento (T2) tezontle-foam en dos fechas.

Para la variable rendimiento total (RnTI), el tratamiento (T3) Tezontle-ceniza., presento los valores más altos, los valores más bajos los presento el tratamiento (T1) Tezontle.

Por tanto, el tratamiento con mayor valor en cuanto a las variables evaluadas fue (T3) Tezontle-ceniza destacando en la mayoría de los muestreos. En cuanto al tratamiento con valores más bajos fue (T1) tezontle donde se obtuvo valores más bajos en las diversas variables evaluadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar *et al* (2023). Creative commons atribución-no comercial-sin derivadas 4.0. Obtenido de sustratos y soluciones nutritivas en la producción de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.): <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4089>

Balderas (2024). Aplicación de algas marinas en pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero. Celaya: TecNM/Instituto Tecnológico de Roque.

Campo-Valencia (2023). Aplicación foliar de fosfonato de potasio en lechuga (*Lactuca sativa*) con fertirriego a campo abierto. Celaya: TecNM/Instituto Tecnológico de Roque. Obtenido de <https://www.>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

google.com.mx/maps/place/Instituto+Tecnol%C3%B3gico+de+Roque/@20.5754334,-100.8279244,17z/

data=!4m14!1m7!3m6!1s0x842ca5391cefde3f0x94dd9ba5b515776e!2sInstituto+Tecnol%C3%B3gico+de+Roque!8m2!3d20.5813874!4d-100.8268118!16s%2Fg%2F1z3tccgw9!3m5!

Google (2025). Obtenido de <https://www.bing.com/maps?q=ABOGUE+S.P.R.+de+R.L.+de+C.V.+se+localiza+en+el+camino+a+San+Juan+de+la+Cruz+km+2.5+de+la+carretera+Juventino+Rosas+Celaya+km+11%2C+del+municipio+de+Santa+Cruz+de+Juventino+Rosas%2C+Gto.+Se+encuentra+en+las+coordenadas+GPS%3A+>

Intagri (2013). Aspectos Clave para la Producción exitosa de Pimiento en Invernadero. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 2 p., 2.

León et al (2018). Guía para el Cultivo de tomate en invernadero tercera edición. Chihuahua: Jorge Villalobos Enves.

Montoya et al (2021). Scielo. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792021000100143

Morales et al (2023). Scielo. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282023000200006

Nava et al (2025). Remexca. Obtenido de <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/3538/7260>

Parcero SR (2014). Calidad y potencial antioxidante del pimiento morrón desarrollado con abonos orgánicos y arena en invernadero. Torreón, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Rivera et al (2023). Evaluación agronómica de ocho líneas de chile pimiento morrón bajo condiciones de agricultura protegida. Saltillo, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Villamil. (2015). Evaluación de tres híbridos de chile pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) en cultivo hidropónico, en invernadero. Torreón, Coahuila: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

QUELATOS DE MICRONUTRIENTES EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE SERRANO (VAR. PLATA)

Ana Evelyn Zamudio García¹; Gabriela Vásquez Cano¹; María Rosario González Palma¹; Cristina Mendoza Coyote¹;
Manuel Agustín García Rojas¹; Juan David Ramírez Vázquez¹; Elisa Franco Vadillo²

¹Estudiantes de la Ingeniería en Agronomía en el TecNM-Roque Carretera, Juventino Rosas - Celaya Km.8, 38110 Celaya, Gto. Autor de correspondencia: l22980185@roque.tecnm.mx. ²TecNM-Roque, Carretera, Juventino Rosas - Celaya Km.8, 38110 Celaya, Gto

RESUMEN

El cultivo de chile es importante en México por su consumo per capita anual de 19.6 kg se producen 3,681,061 toneladas, el uso de abonos orgánicos beneficia la productividad agrícola y es una alternativa para disminuir el uso intensivo de fertilizantes químicos. Los quelatos son importantes por su mayor absorción de nutrientes, estabilidad en el suelo, eficiencia, menor pérdida y aplicaciones versátiles, el cultivo en materia orgánica favorece el crecimiento y rendimiento de las hortalizas. El experimento se llevó a cabo en el TECNM-Roque. La cama biointensiva se preparó a doble excavación aplicando composta antes del trasplante. La metodología consistió el uso de sustratos y lixiviados y las aplicaciones foliares con quelatos de micronutrientes que contienen (Mg, Mn, Zn, Fe). El objetivo fue evaluar la respuesta del uso del lixiviado y quelatos en el crecimiento y desarrollo de la planta.

Palabras Clave: México, Cultivo, abonos orgánicos, materia orgánica

ABSTRACT

The cultivation of chili pepper (*Capsicum annuum* L.) is of great importance in Mexico because it is one of the most important vegetables in terms of production at the national level, in addition to the fact that Mexico is the second largest producer worldwide. The use of organic fertilizers generates multiple benefits for agricultural productivity, and constitutes an alternative to the problems generated by the intensive use of chemical fertilizers. Cultivation in organic matter favors growth and yield; however, this depends on its characteristics and the requirement of the crop. The aim of this work was to study some organic substrates, such as vermicomposts, composts, etc. This in order to evaluate the yield of the crop that could be obtained. The experiment was carried out at the national technological center of Mexico-Roque. The biointensive bed was prepared with compost and after transplanting, the plants were measured to see what yield we generated over time, however we are still in



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

the process of researching this project, it will be given continuity to see what results we opt for from organic fertilizers.

Keywords: *Mexico, Cultivation, organic fertilizers, organic matter*

INTRODUCCIÓN

En México, el chile serrano representa uno de los cultivos más importantes dentro del sector hortícola, por el valor que aporta a la producción agrícola de las regiones de siembra y la generación de ingresos competitivos para los productores, así como su amplio consumo (SIAP, 2022).

La producción de chile verde incrementó 2.7% en 2020, al totalizar 3 millones 324 mil 260 toneladas, lo que mantiene al país como el segundo productor mundial y con creciente aceptación en los mercados internacionales. Con base en cifras del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la dependencia federal puntualizo que el valor de la producción en 2020 sumo 34 mil 012 millones de pesos, lo que implicó un incremento del 3.8 por ciento respecto de los 32 mil 726 millones de pesos al año previo (SIAP, 2022).

De acuerdo con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2023), en México se reportó 165 mil 226 hectáreas sembradas al ciclo agrícola 2023 superó las 158 mil 238 hectáreas contabilizadas un año antes, también el informe menciona que Sinaloa, Chihuahua, Jalisco, Sonora y Zacatecas, en conjunto aportan cerca del 67% del volumen nacional (SIAP, 2024).

El chile serrano es uno de los cultivos más importantes de México, la producción actual cada vez depende más del uso intensivo de agroquímicos, son de mucha utilidad, sin embargo, generan un ambiental adverso dañando al suelo y la salud humana por el uso excesivo. La falta de conocimiento y capacitación sobre prácticas agrícolas orgánicas es limitada, por ello esta situación impide que los productores puedan implementar actividades que les favorezcan en la producción, así como una mejora en el suelo e incluso en la salud.

En el municipio de Ciudad Fernández, San Luis Potosí los problemas de plagas son cada vez más serios y y difícil de controlar por el uso excesivo de agroquímicos que afectan finalmente la contaminación del ambiente. Este análisis es importante ya que el chile es una fuente de ingresos para los productores, así como también una fuente de alimentos que debería de tener una mejora para tener un impacto positivo en toda la región en



general. El objetivo del trabajo consistió en determinar el efecto de la aplicación de micronutrientes con uso de quelatos en el cultivo de chile serrano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México-Roque, se ubica en el km 8 de carretera Celaya-J.Rosas, con coordenadas 20 581452, -100 826203, a una altura promedio de 1765 msnm, temperatura media anual de 18°C y precipitación media anual de 600 a 800 mm, suelos de tipo vertisol, con altos contenidos de arcilla (INEGI,1991).

En la preparación del suelo se eliminaron las malezas, y se hizo una doble excavación a una profundidad de 60 cm, se incorporó composta al suelo a razón de 10 kg por cada m² de terreno y se realizó una mezcla homogénea. Previo al trasplante de las plántulas de chile serrano (var Plata); para lograr un mejor aprovechamiento del agua y control de malezas se uso acolchado plástico y se trasplantaron 128 plantas.



Figura 1. Preparación de la cama biointensiva: a) incorporación de la materia orgánica, b) acolchado, c) trasplante de la plántula de chile serrano variedad Plata.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con tres tratamientos: 1) testigo (solo se dio una aplicación foliar, 2) 2 L/ha y 3) 1 L/ha y 6 plantas por tratamiento dando un total 18 plantas como unidades experimentales (sin embargo, se realizó la toma de datos de 10 plantas por tratamiento). Las variables evaluadas fueron: altura de planta se realizó a los 40 días después del trasplante, el análisis estadístico consistió en obtener los valores promedios y su desviación estándar.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Preparación del terreno. Se logró delimitar correctamente la cama de cultivo con dimensiones de 10 m de largo por 1.5 m de ancho, dejando un pasillo de 40 cm, se realizó la remoción del suelo y la incorporación de la materia orgánica. El trasplante de las 128 plántulas de chile serrano (de un mes de edad) se realizó. Se realizaron riegos manuales cuando se observó que las plantas presentaban marchitamiento, por falta de humedad.

Se detectó deficiencia de magnesio debido a un amarillamiento del borde de las hojas y necrosis hacia la parte interna, por lo que se realizó una aspersión de un foliar y la adición de 1.5 gramos de urea por cada litro de agua. La presencia de mosca blanca fue leve. El estado general del desarrollo del cultivo fue aceptable, con necesidad de manejo nutricional y control fitosanitario continuo.



Figura 2. Trasplante de plántulas: a) etapa inicial, b) colocación de trampas caseras para evitar el ataque plagas, c) Desarrollo del cultivo después de la aplicación de micronutrientes quelatados.

Durante el proceso de tomas de datos de las plántulas de chile serrano, se realizó el muestreo de alturas de las plantas en el establecimiento de camas biointensivas, se obtuvo que la mejor dosis fue 2.0 L ha⁻¹, el cual corresponde al tratamiento 2 con un valor promedio de 46.41 cm, mientras que el tratamiento 3 fue de 1 L ha⁻¹, con un valor promedio de 33.57 cm, en el tratamiento 1 correspondió al testigo, el cual solo se le proporcionó una sola aplicación, a los otros tratamientos se dieron aplicaciones foliares cada 8 días.



Cuadro 1. Valor promedio de altura de las plantas y su desviación estándar en desarrollo de las plantas de chile serrano variedad Plata.

Tratamiento	Altura planta μ (cm)
1	33.57 \pm 3.8
2	46.41 \pm 2.9
3	35.59 \pm 4.9

CONCLUSIONES

La implementación de camas biointensivas en el Tecnológico Nacional de México - Roque permitió adquirir experiencia práctica en el manejo agroecológico del suelo.

Esta metodología puede emplearse en pequeñas superficies y sistemas de agricultura sustentable, de camas biointensivas para los huertos familiares.

El cultivo se logró desarrollar en un 96% de las plántulas trasplantadas.

El uso de trampas caseras (con piloncillo y detergente Roma) permitió monitorear la presencia de plagas, lo que resalta la importancia de las estrategias de manejo integrado en la producción agroecológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KuxtalMarket (2025, 7 abril). KuxtalMarket. <https://kuxtalmarket.com/product/chile-serrano-agroecologico/>

De Agricultura y Desarrollo Rural (s. f.). México, entre los principales productores de chile verde en el mundo: Agricultura gob.mx. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/mexico-entre-los-principales-productores-de-chile-verde-en-el-mundo-agricultura?idiom=es>

De Agricultura y Desarrollo Rural (s. f.-a). Creció 2.7 por ciento la producción de chile verde en México en 2020 y registra mayor demanda en los mercados internacionales. gob.mx. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/crecio-2-7-por-ciento-la-produccion-de-chile-verde-en-mexico-en-2020-y-registra-mayor-demanda-en-los-mercados-internacionales?i>

INIFAP (s. f.). Medidas de control de insectos vectores de enfermedades virales en chile. gob.mx. <https://www.gob.mx/inifap/prensa/medidas-de-control-de-insectos-vectores-de-enfermedades-virales-en-chile-318607>

Ríos AM; Gamboa JAA (2014). Productividad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México. <https://www.redalyc.org/journal/837/83732353003/html/>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EFFECTO DE ANTICONGELANTE MAS BORO EN TOMATE CHERRY (*Solanum lycopersicon* L.) VARIEDAD LEMONSTAR EN INVERNADERO

Davino Pérez Mendoza^{1§}; Danna Gabriela Ramírez Robles¹; Miguel Angel Miranda Cerritos²; Jesús Frías Pizano¹; J.
Guadalupe García Rodríguez¹; Juan Pablo González Morales¹

¹Docentes del TecNM-Roque, Celaya, Gto.; ¹Estudiante de Agronomía del TecNM/ITR, Celaya, Gto. ²Egresado de Agronomía del
TecNM-Roque, Celaya, Gto. §Autor de correspondencia: davino.pm@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el Efecto de anticongelante más boro en tomate cherry (*Solanum lycopersicon* L) variedad Lemonstar en invernadero. El estudio se realizó en el TecNM-Roque, ubicada en el Km 8 de la carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya, Gto., durante el ciclo otoño invierno 2023-2024. El experimento se estableció bajo un diseño en bloques al azar con cuatro tratamientos, cinco repeticiones obteniendo un total de 20 unidades experimentales (UE). Los tratamientos evaluados fueron: Testigo- sin aplicación (T1), Sin aplicación (Testigo) (T2), Anticongelante 1 L+Boro 1.5 kg (T3) Anticongelante 2 L+Boro 1.5 kg, (T4) Anticongelante 3 L+ Boro 1.5 kg Anticongelante y 4 L+ Boro 3 kg. Las variables evaluadas fueron: Altura de planta (AltPI), Grados brix (GdoBx), Diámetro ecuatorial (DmEc), Diámetro polar (DmPI), Peso de fruto (Peso) y rendimiento total. Para la variable de altura de planta el tratamiento que presento los valores más altos fue el tratamiento cinco a razón de cuatro L de Anticongelante + 3 kg Boro y el tratamiento con los valores más bajos los presento el uno sin aplicación (Testigo). Para la variable grados brix presento una gran variabilidad entre los tratamientos en cada una de las fechas muestreadas. Para la variable de diámetro polar y diámetro ecuatorial presento una gran variabilidad entre los tratamientos. En cuanto al peso de frutos y rendimiento total mediante la aplicación de diferentes dosis de anticongelante más boro se obtienen mayores rendimientos. El análisis de datos se realizó mediante el paquete estadístico SAS Versión 9.4.

Palabras clave: Anticongelante, Boro, Invernadero

ABSTRACT

The objective of the present research was to evaluate the effect of antifreeze plus boron in cherry tomato (*Solanum lycopersicon* L.) variety Lemonstar in greenhouse. The experiment was carried out at the TecNM-



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Roque, located at Km 8 of the Celaya-Juventino Rosas highway, Celaya, Gto., during the autumn-winter 2023-2024 cycle. The experiment was established under a randomized block design with four treatments, five replications obtaining a total of 20 experimental units (EU). The treatments evaluated were: Control- no application (T1), No application (Control) (T2), Antifreeze 1 L+Boron 1.5 kg (T3) Antifreeze 2 L+Boron 1.5 kg, (T4) Antifreeze 3 L+ Boron 1.5 kg Antifreeze and 4 L+ Boron 3 kg. The variables evaluated were: Plant height (AltPI), Brix degrees (GdoBx), Equatorial diameter (DmEc), Polar diameter (DmPI), Fruit weight (Weight) and total yield. For the plant height variable, the treatment that presented the highest values was 5 at a rate of 4 L of Antifreeze + 3 kg Boron and the treatment with the lowest values was presented by 1 Without Application (Control). For the variable degrees brix, there was a great variability between the treatments on each of the sampled dates. For the variable of polar diameter and equatorial diameter, there was a great variability between treatments. In terms of fruit weight and total yield, higher yields are obtained by applying different doses of antifreeze plus boron. Data analysis was performed using the SAS Version 9.4 statistical package.

Keywords: Antifreeze, Boron, Greenhouse

INTRODUCCIÓN

El tomate es una de las hortalizas que se cultiva en mayor extensión en el mundo. En el caso de la producción bajo invernadero, se cultivan principalmente genotipos de tomate de crecimiento indeterminado, de diferentes tamaños de fruto: pequeños ('cherry' y uva), medianos ('cocktail'), y grandes (gordos, para racimo y 'saladette'). El cultivo bajo ambiente protegido modifica muchas veces la respuesta de los cultivos, en relación con lo que sucede en la producción a campo abierto, debido a los cambios en las variables climáticas. Por esta razón se recomienda implementar ensayos con diferentes tipos de tomate y genotipos, para escoger los que mejor se comportan bajo ambiente protegido en cada zona (Monge-Loria, 2019).

El tomate cherry es conocido por su rico sabor, son frutos pequeños y numerosos que se desarrollan a lo largo del tallo y ramas de la planta, su tamaño varía desde el tamaño de la punta del dedo pulgar hasta el tamaño de una pelota de golf y su forma puede variar de esférica a ligeramente achatada, la mayoría de las variedades de tomate cherry que se cultivan a nivel comercial son de crecimiento indeterminado (Grijalva *et al.*, 2014).

Entre las alternativas de protección de cultivos susceptibles al estrés por frío se encuentran la búsqueda de resistencia genética, manejo agronómico y la utilización de productos con potencial anticongelante. Este último es el más práctico y fácil de adoptar, de acuerdo con su mecanismo de acción, se tienen productos para evitar



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

la congelación, productos que brindan tolerancia a la congelación y productos que actúan con ambos mecanismos (Celedon *et al.*, 2023).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el ciclo agrícola invierno-primavera 2023 a 2024 en un invernadero destinado para la realización de la investigación ubicado dentro de las instalaciones del Tecnológico Nacional de México campus Roque en un invernadero tipo túnel, cuya superficie es de 96m², ubicado en Celaya, Guanajuato, en el Km 8 de la carretera Celaya-Juventino Rosas cuyas coordenadas son, longitud -100.826956 y se encuentran a una altitud de 1774.msnm (Campos-Valencia, 2023).

Posterior al acomodado de las camas se realizó la colocación del acolchado en todas las camas, seguida de esta actividad se saturo para realizar el trasplante cuando estas tenían 25 días después de la siembra. El cultivo se establece bajo un diseño experimental completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total de 20 unidades experimentales (EU).

Se utilizó un sistema de riego de riego por goteo, estos con un gasto de 4 LPH, los riegos aplicados fueron de 30 minutos posteriores al trasplante y 30 minutos, los siguientes riegos se aplicaron dos veces al día en intervalos de 30 a 40 minutos en etapa vegetativa, en cuanto se presentaron los primeros amarres del fruto se intensificó el riego pues es en la etapa donde la planta demanda mayor cantidad. En cuanto a fertilización se utilizó una solución predeterminada para un tanque de 1000 L enfocada al cultivo de jitomate cherry variedad Lemon Star en invernadero la cual consta del Fertilizante CoRoN.

Las labores que se realizaron fueron la poda de los tallos, para ello a los 15 ddt se realizó la poda de formación, eliminando los brotes axilares esto con el fin de que los tallos principales se pudieran desarrolla de manera óptima por el requerimiento y demanda de nutrientes. Se realizaron deshojes cada 8 días con la finalidad de que se permitir la entrada de luz y ayudar a la maduración del fruto cuando estos alcanzaron madurez fisiológica. Se realizó el deshierbe interior y exterior del invernadero, también se repararon algunas anomalías del invernadero. Otra actividad que se realizó fue polinización de forma manual golpeando el tutoreo.

Las variables evaluadas fueron altura de planta (AIpt) la cual se determinó midiendo con ayuda de un flexómetro marca Truper®, tomando como punto de referencia la base de la planta hasta la parte apical de la



misma (cm). para la variable de Diámetro de tallo (DmTI) se determinó con ayuda de un vernier digital Caliper®, se midió en la parte baja del racimo (mm). Las variables de calidad fueron Diámetro polar y Diámetro ecuatorial del fruto, estos con ayuda de un vernier digital marca Caliper®, midiendo desde la parte apical del fruto hasta la base de este donde se ubicaba el pedúnculo y el diámetro polar se determinó midiendo la parte media del fruto. Los grados brix se determinaron con un refractómetro marca Steren®, el cual consistió en hacer un corte al fruto y colocar una gota del jugo de tomate en el refractómetro, posteriormente se procedió a tomar lecturas. Para la variable de rendimiento se determinó una vez que los frutos alcanzaron madurez fisiológica se inició la cosecha donde cada fruto cosechado fue pesado y registrado en una bitácora de rendimiento para cada tratamiento con ayuda de una báscula digital marca Steren®. Posteriormente el análisis de datos se realizó con el programa SAS Versión 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos podemos observar que, si existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio para la variable Altura de planta (AIPt), donde el tratamiento 5 Anticongelante a razón de 4 L + 3 kg de Boro en 1 m³ de agua los cuales obtuvieron los valores medios más altos de los 33 a los 144 días después del trasplante (ddt), con valores de 31.40, 40.79, 53.48, 70.43, 80.83, 97.43, 115.80, 167.45 y 208.28 cm respectivamente, los valores más bajos los presentó el tratamiento cuatro a los 33 y 47 días después del trasplante (ddt), con valores medios de 26.23 y 34.42 cm respectivamente, posteriormente le siguió el tratamiento uno sin aplicación (Testigo) del día 61 al día 144 después del trasplante (ddt) con valores medios de 45.94, 58.41, 73.06, 84.71, 102.236, 128.63 y 183.68 cm respectivamente

Cuadro 1. Comparación de medias de la variable altura de planta (AIPt), del cultivo de tomate tipo una cherry variedad Lemonstar, ciclo otoño invierno, ITRoque 2023-2024.

Trat	AIPt 33ddt	Trat	AIPt 47ddt	Trat	AIPt 61ddt	Trat	AIPt 75ddt	AIPt 89ddt	AIPt 103ddt	AIPt 117ddt	AIPt 131ddt	AIPt 144ddt
5	31.40a	5	40.79a	5	53.48a	5	70.34a	80.83a	97.43a	115.80a	167.45a	208.28a
3	29.20ab	3	39.87a	3	51.40ab	3	68.53ab	79.33a	92.00b	115.67a	151.93b	206.00a
1	26.87b	2	39.66a	2	51.01ab	4	64.33bc	77.58a	91.76b	113.92a	145.13bc	203.45a
2	26.49b	1	36.75ab	4	49.10ab	2	62.53cd	77.07ab	90.89b	112.38a	140.53c	201.60a
4	26.23b	4	34.42b	1	45.94b	1	58.41c	73.06b	84.71c	102.36b	128.63d	183.68b

Trat= Tratamiento, AIPt= Altura de Planta, ddt= días después de trasplante, Letras en el mismo grupo estadístico= no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos, Letras diferentes en el mismo grupo estadístico= Presentan diferencias significativas estadísticamente entre tratamientos

En un trabajo de investigación donde se evaluó el Efecto de aplicación foliar orgánica e inorgánica en tomate cherry (*Solanum lycopersicum*) variedad Lemonstar se obtuvieron valores medios de 244.20, 236.50 y 217.98



cm respectivamente para cada tratamiento (Magueyal, 2024), dichos valores son ligeramente superiores a los presentados en la presente investigación (Cuadro 1).

Con base a los resultados obtenidos podemos observar que, si existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio para la variable Grados Brix (GrBx), donde el tratamiento tres Anticongelante a razón de 2 L + 1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en el primer muestreo con un valor medio de 5.80 cm, seguido del tratamiento cinco anticongelante a razón de 4 L + 3 kg de Boro en 1 m³ de agua del muestreo dos al cuatro los cuales obtuvieron los valores medios de 6.34, 6.49 y 6.21 respectivamente, posteriormente el tratamiento uno sin Aplicación (Testigo) con un valor medio de 5.62, enseguida el tratamiento cuatro anticongelante a razón de 3 L + 1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua con valores medios de 5.94 y 6.25 respectivamente y finalmente el tratamiento dos anticongelante a razón de 1 L + 1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua con un valor medio de 6.38. Los valores más bajos los presento el tratamiento 4 Anticongelante a razón de 3 L + 1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en los muestreos 1, y 3 con valores medios de 5.19 y 5.23 respectivamente, posteriormente le siguió el tratamiento el tratamiento 3 Anticongelante a razón de 2 L + 1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en el muestreo2 y 8 con valores medios de 5.06 y 5.46posteriormente el tratamiento uno sin aplicación (Testigo) en el cuarto y siete con valores medios de 5.73 y 5.90 y finalmente el tratamiento cinco anticongelante a razón de 4 L + 3 kg de Boro en 1 m³ de agua del muestreo cinco y seis los cuales obtuvieron los valores medios de 5.24 y 5.34 respectivamente.

Cuadro 2. Comparación de medias de la variable Grados Brix (GrBx) del cultivo de tomate tipo una cherry variedad Lemonstar, ciclo otoño invierno, ITRoque 2023-2024.

Trat	GrBx1	Trat	GrBx2	Trat	GrBx3	Trat	GrBx4	Trat	GrBx5	Trat	GrBx6	Trat	GrBx7	Trat	GrBx8
3	5.80a	5	6.34a	5	6.49a	5	6.21a	1	5.62a	4	5.94a	4	6.25a	2	6.38a
5	5.77a	2	6.15ab	3	6.20a	3	5.86a	3	5.40a	2	5.88a	2	6.16a	1	6.05ab
2	5.47a	1	5.73ab	2	6.03a	2	5.85a	2	5.30a	3	5.73a	5	6.14a	5	6.04ab
1	5.31a	4	5.54ab	1	5.88ab	4	5.81a	4	5.25a	1	5.67a	3	5.92a	4	5.80ab
4	5.19a	3	5.06b	4	5.23b	1	5.73a	5	5.24a	5	5.34a	1	5.90a	3	5.46b

Trat= Tratamiento, GrBx= grados Brix, ddt= días después de trasplante, Letras en el mismo grupo estadístico= no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos, Letras diferentes en el mismo grupo estadístico= Presentan diferencias significativas estadísticamente entre tratamientos

En un trabajo de investigación donde se evaluó el efecto de aplicación foliar orgánica e inorgánica en tomate cherry (*Solanum lycopersicum*) variedad Lemonstar se obtuvieron valores medios de entre 5.01 como valor más bajo y 6.74 como valor más alto en 6 fechas muestreadas (Magueyal, 2024), dichos valores son similares o se encuentran dentro de los rangos a los presentados en la presente investigación (Cuadro 2).

En otra investigación donde se evaluó la Producción de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme) con fertilización inorgánica en invernadero se obtuvo valor medio de 7.9, 7.8 y 7.3° (Castro, 2014), siendo estos valores más altos a los presentados en la presente investigación (Cuadro 2).



Con base a los resultados obtenidos podemos observar que, si existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio para la variable Diámetro Polar (DmPI), donde el tratamiento dos anticongelante a razón de 1 L+1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en el muestreo uno presentó un valor medio de 32.76 mm. seguido del tratamiento cinco anticongelante a razón de 4 L+3 kg de Boro en 1 m³ de agua del muestreo dos al cinco los cuales obtuvieron los valores medios de 37.31, 32.18, 35.56 y 35.56 mm respectivamente, posteriormente el tratamiento tres anticongelante a razón de 2 L+1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en el sexto muestreo con un valor medio de 6.01 mm, enseguida el tratamiento 4 Anticongelante a razón de 3 L+1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en el séptimo muestreo con valor medio de 36.63 mm y finalmente el tratamiento uno sin aplicación (Testigo) con un valor medio de 38.38 mm en el muestreo 8. Los valores más bajos los presento el tratamiento 3 Anticongelante a razón de 2 L + 1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en los muestreos uno, dos, tres y cinco con valores medios de 28.56, 28.58, 28.75 y 29.29 mm respectivamente, posteriormente le siguió el tratamiento el tratamiento cuarto anticongelante a razón de 3 L + 1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en el muestreo cuarto con valor medio de 27.94 mm, posteriormente el tratamiento dos anticongelante a razón de 1 L + 1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en el muestreo seis y ocho presento valores medios de 32.21 y 30.25 mm respectivamente y finalmente el tratamiento cinco anticongelante a razón de 4 L + 3 kg de Boro en 1 m³ de agua del muestreo siete el cual obtuvo un valor medio de 29.97 mm.

Cuadro 3. Comparación de medias de la variable Diámetro Polar (DmPI) del cultivo de tomate tipo una cherry variedad Lemonstar, ciclo otoño invierno, ITRoque 2023-2024.

Tra	DmPI1	Tra	DmPI2	Tra	DmPI3	Tra	DmPI4	Tra	DmPI5	Tra	DmPI6	Tra	DmPI7	Tra	DmPI8
2	32.76a	5	37.31a	5	32.18a	5	35.56a	5	35.56a	3	36.01a	4	36.63a	1	38.30a
4	30.95ab	2	33.89ab	4	31.50ab	1	31.51ab	4	31.84b	5	35.00a	1	34.93a	4	35.55ab
1	30.78ab	1	29.45bc	1	29.94ab	2	30.82ab	1	30.88b	4	33.72a	2	34.70a	5	33.94ab
5	29.35b	4	29.34bc	2	29.89ab	3	29.20b	2	30.82b	1	32.32a	3	30.36b	3	31.67b
3	28.56b	3	28.58c	3	28.75b	4	27.94b	3	29.20b	2	32.21a	5	29.97b	2	30.25b

Tra = Tratamiento, DmPI= Diámetro Polar, ddt= días despues de trasplante, Letras en el mismo grupo estadístico= no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos, Letras diferentes en el mismo grupo estadístico= Presentan diferencias significativas estadísticamente entre tratamientos

En investigación donde se evaluó la Producción de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme) con fertilización inorgánica en invernadero se obtuvo valor medio de 3.14 cm (31.4 mm) como valor más alto (Castro, 2014), dicho valor está dentro de los rangos a los presentados en la presente investigación, para algunas de las fechas de muestreo, no así para el tratamiento 1,4 y 5 (Cuadro 3).

En base a resultados obtenidos podemos observar que, si existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio para la variable Diámetro Ecuatorial (DmEc), donde el tratamiento cuatro anticongelante a razón de 3 L + 1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en el muestreo uno, dos, seis y ocho presentó los valores medios más altos con 18.44, 18.13, 18.00 y 23.84 mm, seguido del tratamiento cinco anticongelante



a razón de 4 L + 3 kg de Boro en 1 m³ de agua del muestreo tres y cuatro al cinco los cuales obtuvieron los valores medios de 18.42 y 21.65 mm respectivamente, posteriormente el tratamiento uno sin aplicación (Testigo) en el quinto muestreo con un valor medio de 19.24 mm, finalmente el tratamiento 2 Anticongelante a razón de 1 L + 1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en el séptimo muestreo con valor medio de 26.59 mm. Los valores más bajos los presento el tratamiento 5 Anticongelante a razón de 4 L + 3 kg de Boro en 1 m³ de agua en los muestreos uno y cinco con valores medios de 16.40 y 16.93 mm respectivamente, posteriormente le siguió el tratamiento el tratamiento dos anticongelante a razón de 1 L + 1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en el muestreo dos, tres y cuatro con valores medios de 16.80, 16.24 y 16.00 mm, posteriormente el tratamiento tres anticongelante a razón de 2 L + 1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en el muestreo seis y ocho presentó valores medios de 16.49 y 16.40 mm respectivamente y finalmente el tratamiento uno sin aplicación (Testigo) en el muestreo siete el cual obtuvo un valor medio de 22.86 mm.

Cuadro 4. Comparación de medias de la variable Diámetro Ecuatorial (DmEc) del cultivo de tomate tipo una cherry variedad Lemonstar, ciclo otoño invierno, TecNM-Roque 2023-2024.

Tra t	DmEc 1	Tra t	DmEc 2	Tra t	DmEc3	Tra t	DmEc4	Tra t	DmEc5	Tra t	DmEc 6	Tra t	DmEc7	Tra t	DmEc 8
4	18.04a	4	18.13a	5	18.42a	5	21.65a	1	19.24a	4	18.00a	2	26.59a	4	23.84a
3	17.65a	3	17.44a	4	17.69a	3	17.38a	4	18.35a	1	17.54a	3	26.53a	1	18.30b
					b		b								
2	17.15a	5	17.38a	3	16.48b	4	17.36a	2	18.34a	5	17.26a	5	25.33a	5	16.55b
							b								
1	16.82a	1	17.30a	1	16.39b	1	16.96b	3	18.00a	2	17.18a	4	24.08a	2	16.52b
									b				b		
5	16.40a	2	16.80a	2	16.24b	2	16.00b	5	16.93b	3	16.49a	1	22.86b	3	16.40b

Trat= Tratamiento, DmEc= Diámetro Ecuatorial, ddt= días después de trasplante, Letras en el mismo grupo estadístico= no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos, Letras diferentes en el mismo grupo estadístico= Presentan diferencias significativas estadísticamente entre tratamientos

En un trabajo de investigación donde se evaluó la Producción de tomate cherry (*Solanum lycopersicum*. var. Cerasiforme) con fertilización inorgánica en invernadero se obtuvieron valores medios de 2.7 cm (27 mm), 2.5 cm (25 mm) y 2.4 cm (24 mm) respectivamente (Castro, 2014), dichos valores en la mayoría de las fechas muestreadas, están por debajo a los presentados en la presente investigación (Cuadro 4).

De acuerdo a los resultados obtenidos se observó diferencias significativas entre los tratamientos en estudio para la variable Peso de Fruto (PsFr) y rendimiento Total (RenTI), donde el tratamiento el tratamiento uno sin aplicación (Testigo) en el muestreo uno, dos y cuatro presentaron los valores medios de 50.61, 39.17 y 44.92 g respectivamente, seguida del tratamiento cinco anticongelante a razón de 4 L+3 kg de Boro en 1 m³ de agua en el muestreo tres y siete presento un valores medios de 53.24 y 43.06 g, seguido del tratamiento tres anticongelante a razón de 2 L+1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua del muestreo cinco y seis los cuales obtuvieron los valores medios de 55.86 y 50.13g respectivamente, el tratamiento cuatro Anticongelante a razón de 3 L + 1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en el octavo muestreo con un valor medio de 54.80 g, así compara rendimiento



total con un valor medio de 372.19 g. Los valores más bajos los presento el tratamiento cinco anticongelante a razón de 4 L+3 kg de Boro en 1 m³ de agua en los muestreos uno con un valor medio de 31.19 g, posteriormente le siguió el tratamiento el tratamiento 4 Anticongelante a razón de 3 L+1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua en el muestreo dos y cuatro con valor medio de 34.81 y 37.97 g, posteriormente el tratamiento uno sin aplicación (Testigo) en el muestreo tres, cinco, seis y ocho con valores medios de 34.51, 39.96, 42.58 y 49.95 g respectivamente y finalmente el tratamiento dos anticongelante a razón de 1 L+1.5 kg de Boro en 1 m³ de agua del muestreo siete el cual obtuvo un valor medio de 39.53 gramos.

Cuadro 5. Comparación de medias de la variable Peso de Fruto (PsFr) y rendimiento Total (RenTI) del cultivo de tomate tipo una cherry variedad Lemonstar, ciclo otoño invierno, ITRoque 2023-2024.

Trat	PsFr 1	Trat	PsFr 3	Trat	PsFr 4	Trat	PsFr 5	Trat	PsFr 6	Trat	PsFr 7	Trat	PsFr 8	Trat	RenTI
1	50.61a	5	53.24a	1	44.92a	3	55.86a	3	50.13a	5	43.06a	4	54.80a	4	372.19a
4	50.60a	4	52.55a	5	42.88ab	5	55.81a	5	48.98ab	3	42.53a	5	54.44a	5	365.63ab
2	49.02a	2	45.98b	2	41.51ab	4	54.30a	2	48.49ab	1	42.24a	3	53.93a	3	363.12ab
3	43.80a	3	41.80b	3	39.92b	2	49.02b	4	44.95bc	4	42.21a	2	50.76a	2	360.49ab
5	31.19b	1	34.51c	4	37.97b	1	39.96c	1	42.58c	2	39.53a	1	49.95a	1	343.97b

Trat= Tratamiento, PsFr Peso de Fruto, Rendimiento Total (RenTI), ddt= días después de trasplante, Letras en el mismo grupo estadístico= no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos, Letras diferentes en el mismo grupo estadístico= Presentan diferencias significativas estadísticamente entre tratamientos

En un trabajo de investigación donde se evaluó el Efecto de aplicación foliar orgánica e inorgánica en tomate cherry (*Solanum lycopersicum*) variedad Lemonstar se obtuvieron valores medios de entre 31.18 como valor más bajo hasta 55.86 g y 6.74 como valor más alto en seis fechas muestreadas (Magueyal, 2024), dichos valores son similares o se encuentran dentro de los rangos presentados en la presente investigación. Para la variable de Rendimiento total se obtuvieron valores medios d 270.35, 258.70 y 255.57 g respectivamente para cada tratamiento evaluado y dichos valores son inferiores a los obtenidos en la presente investigación (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

Para la variable de altura de planta el tratamiento que presento los valores más altos fue el cinco a razón de 4 L de Anticongelante + 3 kg Boro y el tratamiento con los valores más bajos los presento el uno sin aplicación (Testigo) en la mayoría de las fechas muestreadas.

Para la variable grados brix presento una gran variabilidad entre los tratamientos en cada una de las fechas muestreadas, los valores obtenidos son se encuentran dentro rangos aceptables de acuerdo con (Diez, 1999). Citado por (Pérez, 2010), que menciona que el contenido de sólidos totales y sólidos solubles están correlacionados; se utiliza normalmente el contenido de sólidos solubles (°brix) por ser más fácil de determinar.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

En la mayor parte de las variedades de tomate se sitúa entre 4.5 y 5.5 °brix, aunque más que el carácter varietal son los factores agrológicos, los que influyen sobre el contenido de sólidos solubles, especialmente la climatología durante el periodo de maduración y los riegos pueden variar la concentración de sólidos solubles para frutos de una misma variedad entre 4 y 7 °Brix.

Para la variable de Diámetro polar y Diámetro ecuatorial presento una gran variabilidad entre los tratamientos en cada una de las fechas muestreadas, sin embargo, presenta buena uniformidad en cuanto a sus características de calidad externas

En cuanto al peso de frutos y al rendimiento se observa que mediante la aplicación de diferentes dosis de anticongelante más boro se obtienen mayores rendimientos, comparados a los obtenidos sin aplicación o dosis baja de anticongelante más Boro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Campos-Valencia (2023). Aplicación foliar de fosfonato de potasio en lechuga (*Lactuca sativa*) con fertirriego a campo abierto. Celaya: TecNM/Instituto Tecnológico de Roque.

Castro (2014). Producción de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* . var. Cerasiforme) con fertilización inorgánica en invernadero . Torreón: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna.

Celedon et al (2023). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Obtenido de <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/3543/6157>

Grijalva et al (2014). Biotecnia. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971120005.pdf#:~:text=Se%20realiz%C3%B3%20una%20investigaci%C3%B3n%20para%20evaluar%20la%20productividad,F1%20C%20Conchita%20y%20Cherubino%29%20bajo%20condiciones%20de%20invernadero.>

Magueyal (2024). Efecto de aplicación foliar orgánica e inorgánica en tomate cherry (*Solanum lycopersicum*) variedad Lemonstar. Celaya: TecNM/Instituto Tecnológico de Roque.

Monge-Loria (2019). Revista Posgrado y Sociedad. Obtenido de <https://www.bing.com/search?q=Articulo%20de%20Producci%C3%B3n%20de%20tomate%20cherry%20tipo%20uva%20en%20invernadero&q=n&form=QBRE&sp=->

1&lq=0&pq=articulo%20de%20producci%C3%B3n%20de%20tomate%20cherry%20tipo%20uva%20en%20invernadero&sc=0-63&sk=&cvid=2FB10

Pérez (2010). Producción de tomate con diferentes frecuencias de riego y sustratos en casa sombra . Torreón: Instituto Tecnológico De Torreón



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EVALUACIÓN DE BIOFERTILIZANTES EN EL ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE APIO (*Apium graveolens*)

Marycarmen Acosta-Guerrero¹; Lourdes Ledesma-Ramírez²; Jesús Frías-Pizano¹, Fátima Sierra-Nieto³

¹TecNM-Roque, Celaya, Guanajuato, México, C.P. 38110. México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Carretera Celaya San Miguel Allende km. 6.5. Celaya, Guanajuato, México, CP. 38110. México. ³Invernadero Johnny Greenhouse. Juventino Rosas, Guanajuato, México, CP. 38255. México. Autor de correspondencia:

acostagmarycarmen@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo evaluó el uso de biofertilizantes a base de micorrizas y otros microorganismos benéficos en la producción de plántulas de apio (*Apium graveolens*) bajo condiciones controladas de vivero. El objetivo fue determinar si la inoculación mejora la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas, etapa clave para lograr cultivos sanos y productivos. El ensayo se realizó en un invernadero de plántula, comparando dos tratamientos: uno con biofertilizantes y otro sin ellos (control). Se utilizaron charolas plásticas de germinación y un sustrato enriquecido, y se evaluaron variables como el porcentaje de germinación, altura de plántula, número de hojas, grosor del tallo y peso de raíces y parte aérea. Aunque la germinación fue ligeramente mayor en el tratamiento con biofertilizantes (87.7% frente a 82.7%), las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, el crecimiento vegetativo mostró mejoras significativas en las plántulas inoculadas: mayor altura, más hojas, tallos más gruesos y mayor peso total. Esto indica que los microorganismos aplicados favorecieron la absorción de nutrientes y el desarrollo estructural de las plantas. Como conclusión, el uso de biofertilizantes en la producción de plántulas de apio representa una estrategia efectiva y sostenible, al reducir la necesidad de fertilizantes químicos y mejorar la calidad del cultivo desde etapas tempranas. Este tipo de prácticas aporta beneficios agronómicos y ambientales, alineándose con los objetivos de una agricultura más eficiente y responsable.

Palabras clave: simbiosis, sostenibilidad, desarrollo vegetal, vivero.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

ABSTRACT

This study evaluated the use of biofertilizers based on mycorrhizae and other beneficial microorganisms in the production of celery (*Apium graveolens*) seedlings under controlled nursery conditions. The objective was to determine whether inoculation improves germination and early seedling development, a key stage for achieving healthy and productive crops. The experiment was conducted in a seedling greenhouse, comparing two treatments: one with biofertilizers and one without (control). Plastic germination trays and an enriched substrate were used, and variables such as germination percentage, seedling height, number of leaves, stem thickness, and root and shoot weight were evaluated. Although germination was slightly higher in the biofertilizer treatment (87.7% compared to 82.7%), the differences were not statistically significant. However, vegetative growth showed significant improvements in the inoculated seedlings: greater height, more leaves, thicker stems, and higher total weight. This indicates that the applied microorganisms enhanced nutrient absorption and the structural development of the plants. In conclusion, the use of biofertilizers in celery seedling production represents an effective and sustainable strategy, reducing the need for chemical fertilizers and improving crop quality from early stages. These practices offer agronomic and environmental benefits, aligning with the goals of a more efficient and responsible agriculture.

Keywords: *symbiosis, sustainability, plant development, nursery.*

INTRODUCCIÓN

El establecimiento adecuado de plántulas en cultivos hortícolas es un factor determinante para el éxito agronómico, especialmente en especies como el apio (*Apium graveolens*), donde el desarrollo inicial impacta directamente la productividad y calidad del cultivo final (Sánchez-Gómez *et al.*, 2017). La producción de plántulas en invernadero exige condiciones óptimas de nutrición, manejo hídrico y fitosanitario. Sin embargo, uno de los principales desafíos agronómicos actuales es mejorar la eficiencia del uso de nutrientes y reducir la dependencia de insumos químicos, sin comprometer el rendimiento (Montoya-González *et al.*, 2019).

En este contexto, la utilización de microorganismos benéficos como los hongos micorrízicos arbusculares ha cobrado relevancia como una alternativa biotecnológica sostenible. Estos hongos establecieron asociaciones simbióticas con las raíces de las plantas, favoreciendo la absorción de nutrientes esenciales, aumentando la tolerancia al estrés abiótico e incluso promoviendo la síntesis de compuestos bioactivos (Berruti *et al.*, 2016; Yavuz *et al.*, 2020). Su aplicación en cultivos hortícolas ha mostrado resultados prometedores en términos de



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

crecimiento vegetativo, contenido de clorofila y biomasa, lo cual se traduce en plántulas más vigorosas y mejor adaptadas para el trasplante (Janati *et al.*, 2018).

El apio es una hortaliza de alto valor comercial, ampliamente utilizada en la industria alimentaria por su contenido nutricional, especialmente fibra, potasio, flavonoides y aceites esenciales con propiedades funcionales (García-Romero *et al.*, 2016). No obstante, su cultivo es demandante en términos de nutrición y manejo, siendo susceptible a deficiencias de fósforo, estrés hídrico y enfermedades radiculares en etapas tempranas (Delgado-López *et al.*, 2021).

Frente a esta problemática, surge la necesidad de evaluar estrategias sustentables que mejoren el desarrollo de plántulas de apio desde el semillero. La inoculación con hongos micorrízicos representa una opción viable que, además de mejorar la eficiencia fisiológica del cultivo, contribuye a la reducción de fertilizantes químicos y al fortalecimiento del sistema radicular.

Este trabajo experimental se justifica en el marco de una agricultura sostenible, donde se busca integrar tecnologías microbiológicas para optimizar la producción bajo condiciones controladas, minimizar los impactos ambientales y mejorar la rentabilidad de los cultivos hortícolas (Chávez-Ontiveros *et al.*, 2020). Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inculcación con biofertilizantes en plántulas de apio (*Apium graveolens*) en condiciones controladas de vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de Johnny Greenhouse, empresa integrante del Grupo JD Agroproductores, ubicada en la Carretera libre Celaya – Juventino Rosas Km 7, en Juventino Rosas, Guanajuato, México (CP 38255). Esta empresa se dedica principalmente a la producción de plántulas de apio, cebolla, lechuga y brócoli, abasteciendo tanto a Grupo JD como a la empresa Taylor Farms.

El ensayo experimental se desarrolló en un invernadero de plántula bajo condiciones controladas. Se utilizaron 50 charolas de germinación, cada una con 450 cavidades. Para el tratamiento experimental, se utilizó un sustrato compuesto por turba (peat moss) mezclada en una proporción de 1:3 con perlita y un fertilizante comercial denominado Sigma BiopakDry 2-4-2. Este fertilizante contiene diversos macronutrientes, micorrizas, bacterias del género *Bacillus* y hongos del género *Trichoderma*. La mezcla se preparó previamente a la siembra en una revolvedora integrada a la máquina sembradora. Posteriormente, se colocaron las charolas en la



sembradora para continuar con el proceso automatizado, el cual consistió en llenar las cavidades con el sustrato preparado, colocar una semilla por cavidad, cubrir con una capa de vermiculita y, finalmente, humedecer ligeramente con agua. En contraste, para el tratamiento sin inoculación, el sustrato se preparó únicamente con turba (peat moss) y perlita, siguiendo el mismo procedimiento de siembra.

A los 15 días después de la siembra, se evaluó el porcentaje de germinación. Para ello, se seleccionaron al azar cinco charolas por tratamiento y se contó el número de cavidades que no presentaron signos visibles de emergencia del cotiledón.

Durante el ciclo de desarrollo de las plántulas se aplicaron prácticas de manejo agronómico estándar. El 3 de marzo se implementó un programa de fertilización (Cuadro 1). Asimismo, se realizaron dos podas en fechas programadas: la primera el 20 de marzo y la segunda el 29 de marzo. Además, el 25 de marzo se llevó a cabo una aplicación fitosanitaria debido a la presencia de trips, utilizando el producto Aza-Direct 1.2 CE, cuyo ingrediente activo es la Azadiractina, a una dosis de 1.84 mL·L⁻¹ de agua.

Cuadro 1. Programa de fertilización del 03 de marzo al 05 de abril del 2025

Nombre Comercial	Fórmula	Cantidad
Agrigrow NKS	12-0-46	17.25 g
Agrigrow MKP	0-52-34	32.21 g
Hydrospeed Calcio	15-0-0+26 CaO+2B	48.31 g
Agrigrow Nitrato de Magnesio	11% N, 16% Mg	1.38 g
Radix T3000	Ácido Indolbutírico	8.83 mL
Lobi 44	44% N	13.34 g

Dos días antes de la cosecha, se recolectaron datos fenológicos. Se seleccionaron aleatoriamente cinco charolas por tratamiento y, de cada una, se evaluaron diez plántulas, obteniendo un total de 50 plántulas por tratamiento (inoculadas y no inoculadas). Las variables medidas incluyen: altura de la plántula (excluyendo el cepellón), número de hojas, grosor del tallo y peso fresco del cepellón, la planta completa y las raíces.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la evaluación del porcentaje de germinación a los 15 días después de la siembra mostraron una tendencia favorable en las charolas tratadas con micorrizas en comparación con las no inoculadas. En el Cuadro 2 se observa que las charolas con el biofertilizante presentaron porcentajes de no germinación más bajos, con valores que oscilaron entre 3.11% y 22.22%. En contraste, las charolas sin inoculación mostraron porcentajes de no germinación más elevados, alcanzando hasta un 26.67% (Cuadro 3).



Cuadro 2. Porcentaje de germinación de charolas inoculadas con micorrizas

Charola	CSSG	Porcentaje NG
1	14	3.11%
2	15	3.33%
3	48	10.67%
4	99	22%
5	100	22.22%

Cantidad de semillas sin germinar (CSSG); No germinación (NG).

Cuadro 3. Porcentaje de germinación de charolas no inoculadas

Charola	CSSG	Porcentaje NG
1	20	4.44%
2	74	16.44%
3	84	18.67%
4	91	20.22%
5	120	26.67%

Cantidad de semillas sin germinar (CSSG); No germinación (NG).

No obstante, el análisis de varianza presentado en el Cuadro 4 reveló que las diferencias entre tratamientos en el porcentaje de germinación no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$). Esta ausencia de significancia podría explicarse por la alta variabilidad observada entre repeticiones ($CV = 27.74\%$), lo que sugiere que otros factores, como microvariaciones en el ambiente del macrotúnel o diferencias en la calidad de las semillas, pudieron haber influido en los resultados.

Cuadro 4. Cuadrados medios, grados de libertad y coeficiente de variación del análisis de varianza de germinación

F. V	GL	CM Semilla SG	CM Germinación
Trat	1	1276.90	63.05
Rep	4	2819.50	139.28
Error	4	340.40	16.81
Total	9		
CV		27.74	4.81
Media		66.50	85.22

Fuente de variación (FV); tratamiento (TRAT); Repeticiones (REP); coeficiente de variación (CV); grados de libertad (GL); Cuadrado de la media (CM); Sin germinar (SG).

En el Cuadro 5, se aprecia que el promedio de germinación fue superior en el tratamiento con micorrizas (87.7%) respecto al sin micorrizas (82.7%), lo cual, aunque no significativo, evidencia una tendencia positiva. Esta tendencia ha sido reportada en otros estudios donde se ha observado que los hongos micorrízicos pueden mejorar la germinación al favorecer un ambiente edáfico más equilibrado, rico en microorganismos benéficos y con una mayor disponibilidad de nutrientes (Begum *et al.*, 2020; Rouphael *et al.*, 2015).



Este efecto positivo de las micorrizas sobre la germinación también ha sido asociado con la capacidad de estas asociaciones simbióticas para inducir respuestas hormonales, como el aumento de auxinas y citoquininas, que favorecen la emergencia del embrión (Smith & Smith, 2017).

Cuadro 5. Comparaciones de medias de germinación

	Semilla SG	Germinación
Micorriza	55.2 a	87.7 a
Sin Micorriza	77.8 a	82.7 a
DHS	32.3	7.2

Diferencia honesta significativa (DHS); Sin germinar (SG).

A diferencia de la germinación, el análisis del desarrollo fenológico de las plántulas mostró resultados mucho más contundentes. Como se aprecia en el Cuadro 6, la inoculación con el biofertilizante sí tuvo efectos estadísticamente significativos.

En la altura de la planta como el número de hojas mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos. Esto sugiere que el biofertilizante promueve un crecimiento más vigoroso desde etapas tempranas del desarrollo, posiblemente por una mejora en la eficiencia de absorción de nutrientes esenciales como fósforo y nitrógeno, lo cual ha sido confirmado en investigaciones recientes (Alguacil *et al.*, 2019).

En el caso del grosor del tallo, raíz y el peso de la planta completa, las diferencias fueron altamente significativas ($p < 0.01$), lo cual refleja un efecto directo y profundo del tratamiento micorrízico en combinación de bacterias (*Trichoderma spp.* y *Bacillus*) sobre la biomasa acumulada. Estos resultados son consistentes con lo encontrado por Ghahremanloo *et al.* (2021), quienes reportaron que la inoculación con micorrizas arbusculares incrementa la resistencia estructural y la eficiencia fisiológica de las plántulas hortícolas.

El peso de cepellón, aunque numéricamente mayor en el tratamiento inoculado (5.90 g vs. 5.48 g), no mostró diferencias significativas. Sin embargo, esta variable presentó el coeficiente de variación más alto (18.63%), lo que podría haber afectado la detección estadística de diferencias.

Cuadro 6. Cuadrados medios, grados de libertad y coeficiente de variación del análisis de varianza de la fenología en plántula de apio

FV	gl	CM AP	CM Hojas	CM Tallo	CM CEP	CM Plan	CM Raíz
Trat	1	1.1664*	7.8400*	0.1024**	4.410	0.7056**	3.6481**
Rep	49	0.6659	1.7420	0.005	0.9773	0.0268	0.1480
Error	49	0.2642	1.2686	0.0048	1.1243	0.0291	0.1916
Total	99	—	—	—	—	—	—



CV (%)	—	6.44	22.17	15.27	18.63	19.2	31.38
Media	—	7.986	5.08	0.456	5.69	0.888	1.395

Fuente de variación (FV); tratamiento (Trat); Repeticiones (Rep); coeficiente de variación (CV); grados de libertad (gl); Cuadrado de la media (CM); Altura de la plántula (AP); número de hojas (Hojas); grosor de tallos (Tallo); Cepellón (CEP); Planta (Plan).

El Cuadro 7 complementa este análisis, al mostrar que, en todas las variables evaluadas, las plántulas con micorrizas superaron a las no inoculadas. La diferencia en grosor del tallo fue de 0.06 cm, mientras que el peso de la planta completa fue 0.13 g mayor en promedio. Estas mejoras fenotípicas reflejan la bioestimulación provocada por hongos del género *Trichoderma*, incluidos en el tratamiento inoculado, los cuales han sido reconocidos por promover el crecimiento vegetal mediante la producción de metabolitos secundarios y fitohormonas (Harman *et al.*, 2021).

Cuadro 7. Comparaciones de medias de la fenología en plántula de apio

	AP	Hojas	Tallo	Cep	Plan	Raíz
Micorrizas	8.09 a	5.36 a	0.48 a	5.90 a	0.97 a	1.58 a
Sin Micorrizas	7.88 b	4.80 b	0.42 b	5.48 a	0.84 b	1.20 b
DHS	0.2	0.45	0.02	0.42	0.06	0.17

Diferencia honesta significativa (DHS); Altura de la plántula (AP); número de hojas (Hojas); grosor de tallo (Tallo); Cepellón (Cep); Planta (Plan).

En conjunto, los resultados obtenidos validan el uso de inoculantes a base de micorrizas y *Trichoderma spp.* como una herramienta efectiva para mejorar la calidad de plántulas de apio en condiciones controladas. La mayor acumulación de biomasa, la mayor altura y el mejor desarrollo estructural de las plántulas inoculadas son coherentes con el efecto promotor de crecimiento de estos microorganismos descrito en literatura reciente (Alori *et al.*, 2017; Mastouri *et al.*, 2014).

CONCLUSIONES

La inoculación de biofertilizantes en la producción de plántulas de apio bajo condiciones controladas mostró beneficios significativos en el desarrollo fenológico de las plantas. Aunque no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de germinación, sí se observó una mejora general en el crecimiento vegetativo de las plántulas tratadas, reflejada en mayor altura, mayor número de hojas, mayor grosor del tallo y peso de la planta.

Estos resultados confirman que los hongos micorrízicos, en sinergia con microorganismos como *Trichoderma spp.*, pueden ser utilizados como biofertilizantes eficientes en la horticultura protegida, promoviendo un desarrollo más vigoroso desde etapas tempranas. Su incorporación en programas de manejo agronómico



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

contribuye a reducir la dependencia de fertilizantes químicos, a mejorar la eficiencia fisiológica del cultivo y a avanzar hacia una agricultura más sostenible y rentable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alguacil MM; Lozano Z; Roldán A (2019). The impact of arbuscular mycorrhizal fungi on the productivity and quality of crops. *Agronomy*, 9(12): 787.
- Alori ET; Glick BR; Babalola OO (2017). Microbial phosphorus solubilization and its potential for use in sustainable agriculture. *Frontiers in Microbiology*, 8, 971.
- Begum N; Qin C; Ahanger MA; Raza S; Khan MI; Ashraf M; Ahmed N (2020). Role of arbuscular mycorrhizal fungi in plant growth regulation: Implications in abiotic stress tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1068.
- Berruti A; Lumini E; Balestrini R; Bianciotto V (2016). Hongos micorrízicos arbusculares como biofertilizantes naturales: aprovechemos los éxitos del pasado. *Frontiers in Microbiology*, 6, 1559.
- Chávez-Ontiveros JA; Heredia JB; González-Aguilar GA (2020). Biofertilizantes en la agricultura sustentable. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(5): 1141–1155.
- Delgado-López RF; Martínez-González A; González-Palomo M (2021). Producción de plántulas hortícolas en invernadero: retos y oportunidades. *Agrociencia*, 55(1), 77–88.
- García-Romero G; Ruelas-Leyva JP; Martínez-Carrillo JL (2016). El apio (*Apium graveolens*): características, propiedades y potencial. *Temas Agrarios*, 21(2): 101–110.
- Ghahremanloo M; Pirzad A; Darvishzadeh R (2021). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance growth, nutrient acquisition, and root architecture of tomato seedlings. *Scientia Horticulturae*, 281, 109961.
- Harman GE; Doni F; Khadka RB; Uphoff N (2021). Endophytic *fungi*: A new tool to improve plant growth and agricultural sustainability. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40(2): 806–821.
- Janati S; Hamdani M; Anli M (2018). Simbiosis micorrízica y crecimiento vegetal: Un estudio de caso en cultivos hortícolas. *Journal of Plant Nutrition*, 41(10): 1232–1243.
- Mastouri F; Björkman T; Harman GE (2014). *Trichoderma harzianum* enhances antioxidant defense of tomato seedlings and resistance to water deficit. *Molecular Plant Pathology*, 15(1): 3–13.
- Montoya-González JA; Ramírez-Hernández BC; Torres-Pacheco I (2019). Uso de microorganismos benéficos en horticultura protegida. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42(4): 347–356.
- Rouphael Y; Cardarelli M; Bonini P; Colla G (2015). Synergistic action of a microbial-based biostimulant and a plant-derived protein hydrolysate enhances lettuce performance. *Frontiers in Plant Science*, 6, 659.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Sánchez-Gómez D; Martínez-Trujillo M; López-Sánchez J (2017). Evaluación de parámetros fisiológicos en plántulas hortícolas bajo estrés hídrico. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 411–420.

Smith SE; Smith FA (2017). Mycorrhizal symbiosis: An integration of nutrient and stress signaling pathways. *Plant, Cell & Environment*, 40(6), 1091–1106.

Yavuz CI; Yildiztugay E; Kucukoduk M (2020). Los hongos *micorrízicos* arbusculares mejoran la tolerancia a la sequía y la calidad nutricional del apio (*Apium graveolens*). *Scientia Horticulturae*, 270, 109428.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA



Mucho tiempo antes, cuando el mundo apenas iniciaba solo existía el cielo y el mar, no había animales, ni tierra y mucho menos seres humanos.

Al ver lo solitario que se encontraba todo, tres dioses: Kukulcán, Tepeau y Caculhá Huracán, crearon la tierra, las montañas, los árboles y los primeros animales, las aves y venados que habitaban en los valles; sin embargo, los dioses querían crear un ser perfecto que hablara, tuviera conocimientos y los venerara, fue así como surgió la idea de formar al hombre. Primero lo crearon con barro, que fue incapaz de hacer tareas básicas. Paso mucho tiempo y se intentó crearlo con madera, este carecía de sentimientos. Paso mucho tiempo sin que los dioses intentaran crear un nuevo hombre, y al meditar cuál era el mejor material para que el hombre pudiera finalmente pensar y sentir, decidieron tomar mazorcas de maíz y con ellas crearon una masa blanca de la cual formaron cuatro hombres Balam Quitza, Balam Acab, Ma Hucutah e Iqui Balam, los nuevos hombres eran inteligentes y podían correr, pensar y amar, el maíz con el que fueron creados se impregnó en su esencia, se volvió su sangre y formó su corazón. Su nueva creación dejó satisfecho a los dioses, los hombres de maíz comenzaron a poblar la tierra, les enseñaron a sus hijos a respetar la naturaleza, a sembrar la tierra y nunca olvidarse de venerar a los dioses que los habían creado (Leyenda: Popol Vuh).



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE MAÍZ CÓNICO NORTEÑO BLANCO EN DOS FECHAS DE COLECTA (AVANCE PRELIMINAR)

Felipe de Jesús Pérez León¹; J. Guadalupe García Rodríguez²; Francisco Cervantes Ortiz²; Ernesto Preciado Ortiz³; José Augusto Roberto Dorantes González³; Francisco Chablé Moreno²

¹Estudiante de agronomía TecNM-Roque, ²Carretera Celaya Juventino Rosas, Km.8, Celaya, México, Docentes del TecNM-Roque, ³ Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, México, Investigadores del INIFAP-CAEB, Celaya, Guanajuato.
francisco.cm@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El maíz nativo de la raza cónico norteño se caracteriza por ser una planta cultivada por arriba de los 2400 msnm, presenta características de tolerancia a la sequía, o al menos, la siembra *in situ* se establecen en marzo puede permanecer y emerger donde se mantienen hasta que lleguen las primeras lluvias en el mes de junio, donde rápidamente se desarrollan y aunque puede llegar a tener baja producción, son capaces de producir un buen rendimiento en comparación a otros materiales que no podrían generar ninguna producción. El cultivo del maíz de las colectas de Xichú y colectas EPO 2009, se estableció en el mes de febrero en TecNM-Roque, a una altura de 1765 msnm, se ha determinado hasta el momento las características agronómicas correspondientes a sus fenotipos, el cultivo se estableció bajo un diseño en bloques completos al azar, las variables evaluadas fueron altura de planta, ancho y longitud de hoja, número de hojas, los datos muestreados se sometieron a un ANAVA, con el paquete estadístico SAS (v 9.1) y se aplicó una prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05). Los resultados de las variables agronómicas presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), con excepción del ancho de hoja a los 64 dds. Los resultados mostraron que las colectas de maíz EPO-012, EPO-056 y EPO-068 presentan antesis a los 79 dds, la colecta de región de Xichú resulta más tardías para llegar a antesis.

Palabras clave: *raza cónico norteño, características agronómicas, grano blanco, altura de planta*

ABSTRACT

Native corn of the conico norteño breed is characterized by being a plant cultivated above 2,400 meters above sea level. It has drought tolerance characteristics, or at least, if planted in March it can remain established until the first rains arrive in June, where it develops quickly and although it may have low production, it is capable of



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

producing good yields compared to other materials that could not generate any production. The cultivation of corn collections was established in February at TecNM-Roque, at an altitude of 1765 meters above sea level. The agronomic characteristics corresponding to their phenotypes have been determined so far. The crop was established under a randomized complete block design. The variables evaluated were plant height, leaf width and length, and number of leaves. The sampled data were subjected to an ANOVA using the SAS statistical package (v 9.1), and a means comparison test was applied (Tukey α 0.05). The results of the agronomic variables showed highly significant differences ($P \leq 0.01$), except for leaf width at 6 das. The results showed that the EPO-012, EPO-056, and EPO-068 corn collections reached anthesis at 79 das, while the Xichú region collection was later to anthesis.

Keywords: Northern Conic breed, agronomic characteristics, white grain, plant height

INTRODUCCIÓN

El maíz es un cultivo de alta importancia a nivel mundial, dado los distintos usos que se le da en alimentación humana, en la ganadería al ser un ingrediente básico en la industria del sector alimentario (Fernández *et al.*, 2013; Cuevas, 2014; Urango, 2018). El consumo *per cápita* de maíz en México es de 196.4 kg, lo que representa el 20.9 % del gasto total de alimentos (SAGARPA, 2017). A la raza de maíz se le define como una población con un alto número de características y genes en común, que la distingue como grupo y que ocupa un área ecológica (Ron *et al.*, 2006; DOF, 2020), que mantienen su evolución, esto permite continuidad y ejecución de ensayos de caracterización de maíces, no solamente como parte de programas de mejoramiento sino también como fuente de materiales sobresalientes (Ron *et al.*, 2006; Rangel *et al.*, 2021).

La variabilidad genética y los sistemas de producción en temporales irregulares, han impulsado a los productores rurales a seleccionar materiales nativos, que presenten tolerancia a la sequía, gran parte de la superficie de temporal del estado, se establece con semillas nativas y este germoplasma representa una fuente genética importante, también se han observado maíces con distintas precocidades, siguen siendo importantes para los productores rurales con escasos recursos económicos, lo que ha mantenido la diversidad de este tipo de materiales (Preciado *et al.*, 2009; Salinas *et al.*, 2013).

Los maíces nativos son parte del patrimonio biocultural que México ha regalado al mundo, son el sustento de miles de familias en zonas rurales, por lo que su protección y conservación resulta fundamental (Fernández *et al.*, 2013). Los maíces nativos mal denominados criollos (Kato *et al.*, 2009), son endémicos de regiones



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

específicas del país, el (CONANP, 2016) posee un programa de conservación de maíces criollos en México, pretende conservar la diversidad mediante una agricultura tradicional (Kato *et al.*, 2009); resguardadas por los custodios rurales a lo largo y ancho del país, en Guanajuato se cultivan en 27 municipios maíces nativos (Preciado *et al.*, 2009), presentan alto nivel de siniestralidad, lo que provoca rendimientos bajos (1.2 t ha^{-1}) (Preciado *et al.*, 2009); sin embargo, en la región de Xichú pueden obtenerse rendimientos de 40 a 500 kg ha⁻¹.

En el cultivo de maíces nativos, persisten condiciones limitantes como la escasa y errática precipitación pluvial, semillas criollas y suelos pobres.

En el estado de Guanajuato se colectaron 222 muestras y se clasificaron 16 razas (Preciado *et al.*, 2009), siendo necesario validar estudios y defender los maíces nativos (García y Giraldo, 2021). El objetivo fue comparar las características agronómicas de las variedades cónico norteño colectados en 2009 y 2023, el impacto de su evolución en etapa del desarrollo vegetativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Roque ubicado en Carretera, Juventino Rosas – Celaya Km.8, en el municipio de Celaya, Guanajuato ($20.580361^\circ \text{ LN}$, $100.827144^\circ \text{ LW}$) a una altura aproximada de 1,765 msnm durante el ciclo Invierno-Primavera de 2025. Esta área experimental presenta una temperatura promedio anual de 18.3°C y una precipitación anual promedio de 689 mm con un suelo predominantemente del tipo arcilloso, esto según datos del INEGI e información de la red de estaciones agroclimáticas de la fundación Guanajuato produce.

Para este ensayo se utilizó maíz nativo de la raza cónico norteño, los cuales resultaron de dos colectas en periodos distintos: La colecta donada por el Dr. Ernesto Preciado del Banco de Germoplasma del (INIFAP-CAEB, Celaya) e identificado como EPO-012, EPO-056 y EPO-068 durante el año de 2009, los cuales corresponden a los estados de Guanajuato y Michoacán. El EPO-012 colectado en el 2009 en la comunidad de Landín con ubicación geográfica ($20^\circ 46' 13'' \text{ LN}$ y $100^\circ 54' 12'' \text{ LW}$) en el municipio de Comonfort, a una altura de 1944 msnm, la muestra EPO-056 colectada en la comunidad de El Zúñiga del municipio de Juventino Rosas con ubicación geográfica de ($20^\circ 41' 50'' \text{ LN}$ y $100^\circ 59' 31''$) a una altitud de donde 1822 msnm, y la colecta EPO-068 de la comunidad Epitacio Huerta, Cuartel el Bellotal II, Michoacán con coordenadas geográficas ($20^\circ 10' 00''$ y $100^\circ 14' 07'' \text{ LW}$) a una altitud de 2592. La selección de maíz de la raza cónico



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

norteño de la región de Xichú se obtuvieron 18 muestras y la colecta evaluada fue de la comunidad de Las Casitas de la Sra. Asela Velázquez Alvarado con coordenadas geográficas (21°.3115569 y -100°.120924) del Ejido Puerto de Pilón en el municipio de Xichú en el estado de Guanajuato, colectada en el 2023, las cuales se establecieron en dos ambientes en Celaya a 1765 msnm en el TecNM-Roque y en Apaseo el Alto en la extensión del TecNM-Roque a una altura de 2043 msnm.

La preparación del terreno se llevó de acuerdo con la información señalada por agenda Técnica Agrícola de Guanajuato (SAGARPA, 2017). La siembra se estableció el 17 de febrero (I-P, 2025). La fertilización fue al momento de la siembra (120-40-00), como fuente de nitrógeno se empleó urea realizando la primera aplicación del 50% a siembra y de P hidrosoluble MAP (12-61-00), la segunda aplicación fue el 50 % de N, la cosecha se realizará septiembre de 2025. El control de maleza se realizó a los 18 días después de la siembra con el herbicida selectivo Sansón® (i.a. Nicosulfuron:2-(4,6-dimetoxipirimidin-2-ilcarbomoilsulfamoil)-N, Ndimetilnico tinamida) 1 Lha⁻¹, la segunda aplicación fue con el herbicida Diquat® (9,10-dihidro-8a, 10a-diazoniafenantrénico dibromuro). Para el control de Trips y Gusano cogollero se aplicó Malatión® (dietil (dimetoxitiofosforil) succinato) 1 Lha⁻¹ y dos aplicaciones con Lorsban granulado al 3% (i.a. Clorpirifos etil: O, O-dietil O-(3,5,6-tricloro 2-pirindil) fosorotioato), en dosis de 10 kg ha⁻¹. El riego se realizó seis días antes de la siembra, el segundo riego a los 40 días.

El experimento se estableció bajo un diseño en Bloques completos al azar con dos repeticiones en cuatro surcos de 5 m de longitud con una separación de surcos de 0.80 m, la distancia de la siembra de las semillas fue 20 cm, en donde las semillas limitaron la superficie del tratamiento, en las colectas de 2009, solamente se establecieron dos surcos (30 cm entre planta), la siembra fue manual depositando una semilla por golpe. Los tratamientos evaluados fueron: 1) CNSo(2023), 2) EPO-068(2009), 3) CNGGAA(2024), 4) EPO-056(2009), 5) CNACel(2024), 6) EPO-012(2009), 7) CNMAA(2024). Las variables agronómicas evaluadas incluyen la fecha de germinación, altura, ancho y número de hoja a los 8 dds, altura de planta, altura y número de hoja por planta 46 dds, altura y ancho de hoja a los 64 dds. A los datos muestreados se les realizó un ANAVA con el paquete estadístico SAS (v 9.1) y los tratamientos se sometieron a una prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza arrojó que las variables agronómicas presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) con excepción del ancho de hoja a los 64 dds, solamente diferencia significativa ($P \leq 0.05$) a pesar de ello estos resultados indican que la variabilidad entre las subpoblaciones evaluadas de maíz blanco de la raza cónico norteño presentan diversidad morfológica. Entre las diversas investigaciones se ha validado que la diversidad genética y la heterosis que existe entre las razas de maíz es muy amplia (Bucio, 19591; Paterniani y Lonquist, 1963; Crossa *et al.*, 1990). La preselección de variedades (razas) debe regirse en función de la altitud, humedad y requerimiento térmico de la variedad y dentro de las características agronómicas a incorporar deben incluir la altura de planta, el tamaño y color de grano, cobertura de mazorca, resistencia a enfermedades, estabilidad, y la heterosis para rendimiento de grano (Ramírez-Díaz *et al.*, 2015). De acuerdo con la propuesta de Ramírez-Díaz *et al.* (2015) para el mejoramiento genético con el empleo de pares heteróticos entre razas de maíz y líneas mejoradas propone realizarla en tres etapas 1) Preselección de accesiones antes de su incorporación al par heterótico; 2) Selección de variedades para incorporarlas al par heterótico; 3) Aplicación de selección recíproca recurrente modificada con selección familiar (SRRF). Al desarrollar esta metodología corroboraron que resultó efectiva para incorporar germoplasma nativo al mejorado; debido a que, en los dos grupos de estudio, se identificaron mestizos con rendimiento de grano similar a la cruza simple original. También fue efectiva para aumentar los tamaños de grano plano extragrande, grande y medio, respectivamente, en este ensayo se presente preselección en la primera etapa, además de evaluar los caracteres agronómicos entre semillas colectadas en dos épocas de muestreo 2009 (Preciado *et al.*, 2009) y 2023 (Chablé *et al.*, 2023). Los datos preliminares se presentan (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza de variables agronómicas de cultivo de maíz en dos colectas de semillas de maíz blanco de la raza cónico norteño (2009 y 2025), cultivados en el TecNM-Roque en el ciclo (I-P, 2025).

FV	gl	Cuadrados medios							
		NoHj8	AnHj8	LaHj8	AlPI8	AltPI46	PI8Hj46	Alt12Hj64	AcHj64
Blq	1	0.028ns	0.528ns	6.007*	10.920*	42.350ns	35.000ns	9397.207*	0.048ns
Trat	6	0.690**	0.158**	5.469**	9.590**	384.197**	228.095**	4738.411**	0.249*
Error	132	0.163	0.035	0.283	0.762	51.659	5.000	153.602	0.092
Total	139	25.742	6.202	76.198	169.061	9166.535	2063.571	58103.221	13.806
CV(%)		18.0	12.1	11.8	15.4	20.6	25.0	24.1	13.7

**= Diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0.01$), * = Diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0.05$), ns = Sin diferencia estadística ($P \geq 0.05$), NoHj8 = Número de hoja a los 8 dds, AnHj8 = Ancho de hoja a 8 dds, LoHj8 = Longitud de hoja a 8 dds, AlPI8 = Altura de planta a 8 dds, AltPI46 = Altura de planta a 46 dds, PI8Hj46 = Número de plantas con 8 hojas a 46 dds, Alt12Hj64 = Altura de planta a 12 hojas 64 dds, AnHj64 = Ancho de hoja a 64 dds.



La prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05) en general se puede señalar que las colectas de maíz blanco de la raza cónico norteño EPO-056 (2009) se mostró superior en 5 de las variables agronómicas hasta los 64 dds (NoHJ8, AnHj8, PI8Hj46, Alt12Hj64 y AnHj64), el siguiente material fue colectado en El bellotal clasificado como colecta EPO-068 (2009) en tres variables agronómicas (AnHj8, LoHj8 y AnHj64); el EPO-012 (2009) fue la población con menor comportamiento estadístico en sus valores promedios ya que está agrupado entre los genotipos con valor estadístico inferior en las variables (AnHj8, AltPI46, Alt12Hj64 y AnHj64) este material fue colectado en la comunidad de Landín en Comonfort, Guanajuato.

Dentro de la colecta de 2023 de la raza cónico norteño So se observa un comportamiento entre los más tardíos, ya que se ubica entre los genotipos con valores promedios más bajos en 5 de las variables evaluadas, este genotipo *in situ* se caracteriza por ser plantas que son tolerantes a las precipitaciones irregulares, con tolerancia a la sequía y de ser capaz de desarrollarse en periodos cortos después de iniciado el temporal irregular. Los genotipos establecidos un ciclo en ambiente de Celaya y de Apaseo el Alto muestran un comportamiento intermedio en los valores promedios de las variables evaluadas; pero es importante destacar que el CNSo que fue la semilla colectada *in situ* en el 2023 y evaluada en este ensayo muestra un comportamiento agronómico de los más pobres ya sus valores promedios en 5 de las variables agronómicas se ubican entre las más bajas.

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05) de variables agronómicas de cultivo de maíz en dos colectas de semillas de maíz blanco de la raza cónico norteño (2009 y 2025), cultivados en el TecNM-Roque en el ciclo (I-P, 2025).

Genotipo	Trat	Valores medios							
		NoHJ8	AnHj8	LoHj8	AlPI8	AltPI46	PI8Hj46	Alt12Hj64	AnHj64
EPO056(2009)	4	2.6 a	1.66 a	4.35 c	5.54bc	34.25 bc	11.0 a	76.10 a	2.32ab
CNMAA (24)	7	2.3 b	1.58ab	4.03 c	5.37 c	39.95 a	9.5 b	35.80 d	2.15bc
CNSo (2023)	1	2.2 bc	1.49bc	4.71 b	5.07 c	30.95 cd	1.0 e	36.90 d	2.05 c
CNGGAA (24)	3	2.2 bc	1.61ab	5.09 a	5.36 c	29.30 d	7.5 c	56.30 bc	2.37 a
EPO068(2009)	2	2.1 bc	1.63 a	4.78ab	6.07 b	38.45 ab	9.5 b	63.50 b	2.17abc
EPO012(2009)	6	2.1 bc	1.42 c	4.91ab	5.14 c	31.60cd	5.0 d	37.75 d	2.15 bc
CNACel (24)	5	2.0 c	1.49bc	3.63 d	7.04 a	39.25 a	7.0 c	52.50 c	2.25abc

Los valores en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales. NoHJ8 = Número de hoja a los 8 dds, AnHj8 = Ancho de hoja a 8 dds, LoHj8 = Longitud de hoja a 8 dds, AlPI8 = Altura de planta a 8 dds, AltPI46 = Altura de planta a 46 dds, PI8Hj46 = Número de plantas con 8 hojas a 46 dds, Alt12Hj64 = Altura de planta a 12 hojas 64 dds, AnHj64 = Ancho de hoja a 64 dds. EPO056(2009) = Cónico norteño colecta 2009 de Zúñiga, Guanajuato, CNMAA (24) = Cónico norteño grano mediano ciclo en Apaseo el Alto, CNSo (2023) = Cónico norteño población original ciclo Xichú, CNGGAA (24) = Cónico norteño grano grande ciclo en Apaseo el Alto, EPO068(2009) = Cónico norteño El Bellotal, Michoacán, EPO012(2009) = Cónico norteño Landín, Guanajuato, CNACel (24) = Cónico norteño ciclo en Celaya 2024.

Estudios realizados por Rangel *et al.* (2021) para la caracterización de 90 accesiones de 12 razas en la identificación de las mejores características agronómicas y de adaptación en el Bajío de México, donde se evaluó la altura de la planta, longitud de espiga y número de espiguillas sus resultados presentaron diferencias significativas entre las accesiones de maíz nativo. La mayor altura de planta y dimensiones de la espiga (longitud de pedúnculo, del tramo del eje con ramas y del eje principal) se presentaron en las accesiones Ver-



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

406 (raza Coscomatepec), Nay-214 (Harinoso de Ocho), Dgo-218 (Celaya), y en Nay-191, Nay-196 y Nay-217 (Bofo); resultados que concuerdan con este ensayo, que aunque se evaluaron plantas de una sola raza, la de cónico norteño de grano blanco fue posible identificar algunos genotipos que pueden presentar variabilidad agronómica, hasta este momento se ha determinado que algunos genotipos precoces, con mayor altura, número de hojas, longitud y ancho de hojas. Al respecto, Muñoz (2005) señaló que la variación genética de maíz es producto del cultivo y selección practicada por agricultores, en respuesta al ambiente y uso antropocéntrico de la especie. En estudios de adaptación a partir de colectas de mazorcas *in situ* en la región de Xichú, se evaluó las características agronómicas de plantas y espigas, aunque los resultados no coinciden, debido principalmente a la época de siembra, se sugiere más ciclos de evaluación.

En el estudio de las características agronómicas es un proceso de importancia, primeramente, para conocer el germoplasma en estudio y posteriormente seleccionar adecuadamente progenitores de importancia agronómica ya sea como donadores de genes o para fines introducción de genes a la raza cónico norteño en estudio a otros materiales genéticos con la finalidad de un programa de mejoramiento.

CONCLUSIONES

Existe una amplia variabilidad de las características de las plantas de la misma población de la raza cónico norteño de granos blancos.

Las variables agronómicas evaluadas presentan diferencias estadísticas entre los genotipos evaluados.

Preliminarmente existen genotipos con antesis precoces. Las colectas del 2009 se caracterizan por ser más precoces a la antesis, mientras que las colectas de la región de Xichú del 2023 se han caracterizado por una antesis tardía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bucio AL (1959). Algunas observaciones del comportamiento de las F1 de las cruas entre las razas de maíz descritas en México. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Edo. de México. 32 p.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Chablé-Moreno F; Huerta-Santoyo D; Raya-Pérez JC; Ramírez-Pimentel JG; Aguirre-Mancilla CL; Estrada-Luna AA; Covarrubias-Prieto J (2017). Cultivo *in vitro* de embriones inmaduros de cruza interpopulacionales de maíz S₂ con el empleo de BAP y AIA. *Ciencia y Tecnol. Agrop. México* 5 (1): 1 - 11 (2017)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2020). Cónico. Biodiversidad Mexicana. Recuperado el 5 de mayo de 2025, de <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/grupo-cónico/cónico>

Crossa J; Taba S; and Wellhausen EJ (1990). Heterotic patterns among Mexican races of maize. *Crop Science* 30:1182-1190.

Fernández SR; Morales Ch LA; Gálvez MA (2013). Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. *Rev. Fitotec. Mex.* 36 Supl. 3-A: 275-283.

Muñoz OA (2005). Centli Maíz. Prehistoria e historia, diversidad, potencial, origen genético y geográfico. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 210 p.

Ortiz PRE; Ibarra MADT; Gómez AA; González MLAN; Morales MASC (2009) Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México, segunda etapa 2008-2009.

Paterniani E; and Lonquist H (1963). Heterosis in interracial crosses of corn (*Zea mays* L.). *Crop Science* 3:504-507.

Ramírez-Díaz JL; Ledesma-Miramontes A; Vidal-Martínez VA; Gómez-Montiel NO; Ruiz-Corral JA; Velázquez-Cardelas, GA; Ron-Parra J; Salinas-Moreno Y; Nájera-Calvo, LA (2015). Selección de maíces nativos como donadores de características agronómicas útiles en híbridos comerciales. *Rev. Fitotecnia, Mex.* 38 (2): 119 – 131.

Rangel-Lucio JA; Santacruz-Varela A; Córdova-Téllez L; García-Rodríguez JG; Cervantes-Ortíz F; Vaquera-Huerta H; Cuenca-Salgado JA (2021). Adaptación y selección de maíces nativos en la región del bajo de México por su caracterización morfológica. *Rev. Fitotec. Mex.* 44 (2): 241 – 250.

Paredes MR; Mandujano B A; Gámez Vázquez AJ; García Nieto H (2011). Actualización del mapa de uso del suelo agrícola en el estado de Guanajuato. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(1): 85-96.

Rangel-Lucio JA; Santacruz-Varela A; Córdova-Téllez L; García-Rodríguez JG; Cervantes-Ortíz F; Vaquera-Huerta H; Cuenca-Salgado JA (2021). Adaptación y selección de maíces nativos en la región del bajo de México por su caracterización morfológica. *Revista fitotecnia mexicana*, 44(2): 241-250.

Secretaría de Agricultura, ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (2017). Planeación Agrícola Nacional, 2017-2030. Maíz grano blanco y amarillo mexicano. Ciudad de México, pp. 1-28. www.gob.mx/sagarpa



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Tadeo-Robledo M; Zamudio-González B; Espinosa-Calderón A; Turrent-Fernández A; Cárdenas-Marcelo AL; López-López C; Valdivia-Bernal R (2015). Rendimiento de maíces nativos e híbridos en diferente fecha de siembra y sus unidades calor. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(1): 33-43.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

BIOESTIMULANTES EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE GARBANZO

Francisco Camacho Ortega¹, Juan José Rodríguez Moreno¹, María Victoria Rodríguez García², María Eugenia Gallardo Rodríguez², Hans Blanquet², Ricardo Yáñez López², Luis Patricio Guevara Acevedo^{2§}

¹Estudiante de ingeniería en agronomía TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. ²

TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. §Autor de correspondencia:

luis.ga@roque.tecnm.mx

RESUMEN

En este estudio, se evaluó el efecto de quitosano, algas marinas, ácido salicílico y la combinación de estos en el crecimiento y rendimiento de garbanzo. El experimento se realizó en el TecNM Roque, en una parcela de 640 m², a los 30 dds de la variedad Sinaloa se aplicaron los tratamientos en un diseño experimental de cuatro bloques totalmente al azar con cinco tratamientos los cuales son: ácido salicílico (Meyer) a dosis 6.7 mM, quitosano (Aldrich) a dosis 670 mcg mL⁻¹, ácido salicílico + quitosano, ácido salicílico + algas marinas, algas marinas + quitosano y un testigo. A los 38 dds se eligieron cinco plantas al azar por unidad experimental midiendo altura de plantas (cm), diámetro de tallo (mm), número de hojas y unidades SPAD de clorofila. A los 110 dds se inició la cosecha de las cinco plantas evaluadas y se muestreó y se determinó peso fresco de plantas (g), número de vainas, peso de vainas (g), número de granos por diez vainas y peso de cien granos (g). Los resultados de cada una de las variables antes mencionadas fueron evaluados en el programa SAS para Windows ver 9.4 (SAS, 2002) donde en los resultados mostraron que el tratamiento del ácido salicílico + quitosano a dosis de 6.7 mM + 670 mcg mL⁻¹ presentaron los mayores valores para las variables evaluadas.

Palabras clave: Ácido salicílico, crecimiento, foliar, rendimiento, algas marinas, quitosano.

ABSTRACT

In this study, the effect of (chitosan, seaweed, salicylic acid and the combination of these) on the growth and yield of chickpea was evaluated. The experiment was conducted at TecNM Roque, in a plot of 640 m², 30 days after planting the Sinaloa variety, the treatments were applied in an experimental design of four totally randomized blocks with 24 experimental units which are: salicylic acid (MEYER) at a dose of 6.7 mM, chitosan (ALDRICH) at a dose of 670 mcg mL⁻¹, combination of the previous treatments, combination of salicylic acid (MEYER) + seaweed (NG-PLUS) at a dose of 6.7 mM + 5 mL L⁻¹, combination of seaweed (NG-PLUS) +



chitosan (ALDRICH) at a dose of 5 mL L⁻¹ + 670 mcg mL⁻¹ and a control. At 38 dds, five plants were randomly selected to be measured; the variables evaluated were plant height (cm), stem diameter (mm), number of leaves and SPAD chlorophyll units. At 110 dds, harvesting of the five measured plants was initiated and the variables to be evaluated were plant fresh weight (gr), number of pods, pod weight (g), number of grains per ten pods and hundred grains weight (g). The results of each of the variables mentioned above were evaluated in the SAS program for Windows ver 9.4 (SAS, 2002) where the results show that the treatment of salicylic acid + chitosan at a dose of 6.7 mM + 670 mcg mL⁻¹ presented the highest values for the variables evaluated.

Keywords: *Salicylic acid, growth, crop, foliar, yield, seaweed, chitosan.*

INTRODUCCIÓN

El garbanzo (*Cicer arietinum*) es una leguminosa de gran importancia económica y nutricional en diversas regiones del mundo, el cultivo en cuestión es uno de los más extensos a nivel global, con alrededor de 10 millones de hectáreas sembradas en todo el mundo. La India es el principal productor, con aproximadamente 7 millones de hectáreas cultivadas, seguida de cerca por Pakistán y Turquía. En el continente europeo, España, Italia y Portugal son los principales productores, mientras que en Latinoamérica, México y Argentina lideran la producción (Infoagro, 2015), en los últimos años, el garbanzo ha experimentado un notable auge, transformándose de un cultivo secundario a una valiosa fuente de exportación para países como Argentina. Esto se debe en gran parte a su creciente popularidad entre los consumidores, quienes aprecian su sabor, textura y beneficios para la salud como su alto contenido de proteínas, fibra, micronutrientes y calorías a la dieta diaria (FAO, 2015). A escala global, el garbanzo ocupa un lugar destacado entre las leguminosas más cultivadas, solo superado por la soya, el haba, los frijoles y los chícharos. La mayor parte de la producción mundial de garbanzo se concentra en Asia, con más del 90% del total (AgroMeat, 2018). En la actualidad, se ha identificado un total de 40 especies de garbanzos que se adaptan a las diversas condiciones climáticas y de suelo de diferentes países y que también satisfacen las preferencias nutricionales y sensoriales de los consumidores en cada región (Arteaga Díaz, 2019).

El cambio climático está afectando actualmente la producción de cultivos clave para la seguridad alimentaria, incluyendo las legumbres. Sin embargo, el garbanzo se destaca por su resistencia a la sequía y al estrés hídrico, y además requiere pocos insumos externos debido a su capacidad para fijar nitrógeno en la planta y el suelo. Los dos factores ambientales que más influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas son la temperatura y el fotoperíodo (Jabow *et al.*, 2015), factores determinan la velocidad a la que las plantas crecen y florecen y



también afectan el tiempo que transcurre entre la siembra y la floración. Por esta razón se buscan distintas opciones para incrementar la producción entre las cuales se incluyen los activadores fisiológicos (Hidalgo, 2020), las utilidades de los activadores fisiológicos mejoran la capacidad de las plantas de garbanzo para absorber nutrientes de manera eficiente y también aumentan su resistencia a condiciones adversas, como el estrés ambiental, entre los activadores se encuentra los bioestimulantes, como el quitosano, contienen compuestos activos que influyen positivamente en la fisiología de las plantas, promoviendo su crecimiento y desarrollo, y mejorando la calidad y productividad de los frutos (Land, 2020), además, estos bioestimulantes ayudan a fortalecer la tolerancia de las plantas y aumentar su rendimiento. Además el ácido salicílico (AS) es un compuesto orgánico natural que se encuentra en las plantas y desempeña un papel crucial en su crecimiento y desarrollo. Este compuesto fenólico es un derivado del ácido benzoico y juega un papel fundamental en la fisiología vegetal (Intagri, 2016). Por ello el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de biomoléculas ácido salicílico, quitosano, algas marinas y la combinación de estos en el crecimiento y rendimiento de plantas de garbanzo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento tuvo lugar en el Tecnológico Nacional de México-Roque, en una parcela de 640 m² y en el laboratorio de Fitosanidad. La preparación del terreno se realizó mediante un barbecho y un pase de rastra, seguido de la creación de surcos espaciados a 75 cm entre sí. Las semillas de garbanzo se sembraron en un diseño experimental de cuatro bloques totalmente al azar. Cada unidad experimental se configuró con tres surcos de 5 metros de largo, con una densidad de siembra de 180 semillas por surco y una separación entre plantas de 14 cm. La fertilización del cultivo se inició a los 30 días después de la siembra se aplicaron los tratamientos en un diseño experimental completamente al azar, con un total de 24 unidades experimentales con 6 tratamientos los cuales son: ácido salicílico (Meyer®) a dosis 6.7 mM, quitosano (Aldrich®) a dosis 670 mcg mL⁻¹, combinación de los tratamientos anteriores, combinación de ácido salicílico (Meyer®) + algas marinas (Ng-plus®) a dosis 6.7 mM + 5 mL L⁻¹, combinación de algas marinas (Ng-plus®) + quitosano (Aldrich®) a dosis 5 mL L⁻¹ + 670 mcg mL⁻¹ y un testigo. La aplicación de los tratamientos fue de forma foliar con una bomba Rkf20 J de aspersión manual de la marca Raiker® a los 30, 45, 60 y 75 dds. Se eligieron cinco plantas al azar por unidad experimental donde se evaluó altura de planta con un flexómetro Pretul®, diámetro de tallo con un vernier digital Keatronic®, número de hojas fue de forma manual y unidades SPAD de clorofila con un medidor de clorofila Fheldsco®. Los muestreos de las variables medidas se tomaron a los 8 días después de cada aplicación. A los 110 dds se inició la cosecha de las cinco plantas muestreadas de las cuales se pesaron



en una báscula digital Raganet® se realizó el conteo de número de vainas por planta, se pesó en número de vainas con una báscula Raganet®, conteo de número de granos por diez vainas, se pesaron cien granos con una báscula Raganet®. Con los datos muestreados de las variables evaluadas de las mediciones de plantas y cosecha de fruto se realizó un análisis de varianza y en los tratamientos que mostraron diferencias se hizo una prueba de medias Tukey ($p > 0.05$) mediante el programa estadístico SAS system 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza muestran que los tratamientos presentaron efecto al 99% de significancia ($P < 0.001$) ($Pr > F$) en altura de planta ($P < 0.0001^{**}$), número de hojas ($P < 0.0001^{**}$) estos valores son semejantes a lo reportado por Pulido *et al.*, (2019) quienes en un trabajo de investigación encontraron efecto altamente significativo en altura de planta y número de hojas por la aplicación de ácido salicílico y quitosano. Mientras que para las variables diámetro de tallo (0.3978^{ns}), unidades SPAD de clorofila (0.0162^{ns}) se mostraron valores no significativos en los tratamientos aplicados.

En el cuadro 1 se puede observar que para altura de planta el tratamiento con ácido salicílico + quitosano a una dosis de $6.7 \text{ mM} + 670 \text{ mcg mL}^{-1}$ presentó el mayor valor con un promedio de 60.98 cm mientras que el testigo comercial presentó un valor de 49.27 cm esto quiere permite determinar que la combinación de ácido salicílico + quitosano aumenta en más de 11.71 cm en altura de planta, este valor es inferior a lo reportado por Pinedo-Guerrero *et al.* (2017) quienes en una investigación obtuvieron un promedio de 132.29 cm en plantas de tomate con aplicaciones de quitosano y ácido salicílico.

Cuadro 1. Efecto de la aplicación foliar de ácido salicílico, quitosano, algas marinas y su combinación en la altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo y unidades SPAD de clorofila en plantas de garbanzo.

Tratamiento	Dosis	Altura de planta (cm)	Número de hojas
Ácido salicílico	6.7 mM	60.60 a	9.725 b
Quitosano	670 mcg mL ⁻¹	56.67 c	9.500 b
Ácido salicílico + quitosano	6.7 mM + 670 mcg mL ⁻¹	60.98 a	10.550 a
Ácido salicílico + algas marinas	6.7 mM + 5 mL L ⁻¹	57.11 cb	9.750 a
Algas marinas + quitosano	5 mL L ⁻¹ + 670 mcg mL ⁻¹	59.88 ab	9.900 a
Testigo	-	49.27 d	9.375 b

En el caso de numero de hojas el tratamiento de ácido salicílico fue el dominante con un valor de 10.5500 hojas por planta mientras que el valor más bajo tuvo 9.370 hojas, siendo 11.79 % mayor, estos datos son superiores a lo reportado por Carreras *et al.*, (2006) quienes en una investigación obtuvieron un valor de 8.07 hojas en plantas de garbanzo con aplicaciones de algas marinas.



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Cuadro 2. Reacción de la aplicación foliar de ácido salicílico, quitosano, algas marinas y su combinación en peso fresco de planta, número de vainas, peso de vainas, número de granos por diez vainas, peso de cien granos.

Tratamiento	Dosis	Peso fresco de plantas (g)	Número de granos por 10 vainas	Peso de 100 granos (g)
Ácido salicílico	6.7 Mm	264.40 a	12.70ab	91.80 a
Quitosano	670 mcg mL ⁻¹	205.48 ab	11.32 b	90.20 a
Ácido salicílico + quitosano	6.7 mM + 670 mcg mL ⁻¹	309.93 a	15.30 a	94.85 a
Ácido salicílico + algas marinas	6.7 mM + 5 mL L ⁻¹	213.73 ab	13.12 ab	89.30 a
Algas marinas + quitosano	5 mL L ⁻¹ + 670 mcg mL ⁻¹	268.00 a	12.65 ab	89.45 a
Testigo	-	145.93 b	11.10 b	78.87 b

Los tratamientos aplicados para las plantas de garbanzo mostro efecto altamente significativo ($p \geq 0.01$) en las variables de peso fresco de planta (0.0078**) y peso de cien granos (<0.0001**), estos valores son similares a lo reportado por Ronda Hernández *et al.*, (2025) quien en una investigación con plantas de garbanzo obtuvo valores altamente significativos en las variables antes mencionadas, para la variable número de granos por diez vainas (0.0120*) este mostro diferencias significativas, lo cual es igual a lo reportado por Pergolini (2011) quien obtuvo diferencias significativas en su investigación con plantas de garbanzo.

Mientras que para las variables número de vainas (0.0615^{ns}) y peso de vainas (0.2421^{ns}) estos mostraron valores no significativos en los tratamientos antes aplicados. Se muestra que se presentaron estadísticamente los valores más altos para la variable peso fresco de planta con la aplicación de los tratamientos de ácido salicílico + quitosano a dosis de 6.7 mM + 670 mcg mL⁻¹ teniendo un promedio de 309.93 g mientras que el menor valor fue de 145.93 g, lo que representa que la combinación de los tratamientos aumenta en más de 164 g, este valor es inferior a lo reportado por Yagmur y Gunes (2021) quienes en una investigación obtuvieron un valor de 418.21 con aplicaciones de algas marinas y ácido salicílico en plantas de tomate.

El dato obtenido sobre el número de granos por diez vainas en esta investigación, se observó que el mayor valor lo tuvo el tratamiento con aplicaciones de ácido salicílico + quitosano con 15.30 granos a diferencia del menor valor quien obtuvo 11.10 granos, eso quiere decir que existe una diferencia del 31.81 % entre el número de granos por diez vainas, estos valores son inferiores a lo reportado por T. Shagarodsky *et al.* (2016) quien obtuvo un valor de 17.02 granos en una investigación con plantas de garbanzo aplicando quitosano y ácido salicílico + algas marinas.

En el peso de cien granos el valor más alto lo obtuvo la combinación de ácidos salicílicos + quitosano con un promedio de 94.86 g mientras que el menor valor fue de 78.875 g, eso quiere decir que hay una diferencia de 18.39 % en el peso de cien granos con el tratamiento antes mencionado, este dato es superior a lo reportado por Ayoub *et al.* (2022) quien en una investigación obtuvo un valor de 56.8 g con aplicaciones de algas marinas y ácido salicílico en plantas de garbanzo.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CONCLUSIONES

Para producciones de garbanzo se recomienda aplicaciones de ácido salicílico + quitosano a dosis de 6.7 mM + 670 mcg mL⁻¹ debido a que se aumenta en más de 2.96 cm en promedio el desarrollo de la planta y 7.13 g la producción en comparación con plantas sin aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AgroMeat (2018). Garbanzo de cultivo marginal a un negocio de exportación. [cited 18/07/2019]. Available from: <https://www.agromeat.com/242743/garbanzo-de-cultivo-marginal-a-un-negocio-de-exportacion>
- Arteaga DM (2019). Incentivan en Villa Clara siembra del garbanzo mediante innovación local [Internet]. Agencia Cubana de Noticias (ACN). 2019 [cited 18/07/2019]. Available from: <http://www.acn.cu/economia/42765-incentivan-en-villa-clara-siembra-del-garbanzo-mediante-innovacion-local-fotos>
- Ayoub *et al* (2022). Respuesta del cultivo garbanzo (*Cicer arietinum* L.) a la inoculación con *mesorhizobium*. Nexo Agropecuario. 10 (1).
- Carrasco G; Sandoval C (2016). Manual práctico del cultivo de lechuga. España: Ediciones mundo prensa
- FAO (2015). La ONU lanza el Año Internacional de las Legumbres: protagonismo para frijoles, lentejas y garbanzos [Internet]. [cited 18/07/2019]. Available from: <http://www.fao.org/news/story/es/item/343628/icode/>
- Hidalgo RRJ (2020). Evaluación del rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) ante la aplicación de bioestimulantes a base de algas marinas en la zona de Simón Bolívar provincia de Guayamas. Tesis de licenciatura.
- Hassan SM; Ashour M; Sakai N; Zhang L; Hassanien HA; Gaber GAA (2021). Impact of seaweed liquid extract biostimulant on growth yield, and chemical composition of cucumber (*Cucumis sativus*). Agriculture 11(320): 1-16.
- Infoagro (2015). Agricultura. El cultivo del garbanzo. [Internet]. infoagro.com. [cited 16/07/2019]. Available from: <http://www.infoagro.com/herbaceos/legumbres/garbanzo.htm>
- Intagri, Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura (2016). Uso de Extractos de Algas (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulantes en Agricultura. Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-de-extractos-de-ascophyllum-nodosum>.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Jabow MKA; Ibrahim OH; Adam HS (2015). Yield and water productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as influenced by different irrigation regimes and varieties under semi desert climatic conditions of sudan [Internet]. ResearchGate [cited 18/07/2019]. doi:<http://dx.doi.org/10.4236/as.2015.611124>.

Land (2020). Ácido succínico para plántulas de tomate. Fecha de consulta: 20/02/2024.

García MO; Scull TS; Rocafull BDÁ; Estrada YR; De Cádiz GDC (2012). Efecto de la aplicación combinada de *Mesorhizobium* sp. y *Bacillus megatherium* en el cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum* L). Agrotecnia de Cuba, 36(2).

Pergolini S (2011). Factores que explican las variaciones de rendimiento del cultivo de soja entre los sectores de Bajo y Loma. <http://www.elsitioagricola.com/articulos/pergolini/asp>.

Pulido M; Lobo D; Lozano Z (2009). Asociación entre indicadores de estabilidad estructural y la materia orgánica en suelos agrícolas de Venezuela. Agrobiencia, 43(3): 221-230.

Ronda HR (2025). Comportamiento morfoagroproductivo del cultivo de garbanzo en condiciones edafoclimáticas del municipio Primero de Enero. Universidad & ciencia, 14(1): 73-87.

Shagarodsky T; Chiang ML; Cabrera M; Chaveco O; López M; y Dibut B (2005). Manual de instrucciones técnicas para el cultivo del Garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en las condiciones de Cuba. INIFAT-ETIAH, Holguín.
Shagarodski T (2004). Informe de una mutación en la colección cubana de garbanzo (*Cicer arietinum* L). Cultivos Tropicales. 25(4):75–76.

Yagmur B; Gunes A (2021). Evaluation of the effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and quality parameters of tomato plants in organic agriculture by principal component analysis (PCA). Gesunde Pflanzen 73: 219-228.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO Y CARACTERES AGRONÓMICOS DE TRIGOS HARINEROS EN AMBIENTES EN EL BAJÍO

Lidia Alejandra Rodríguez Zermeno¹; Ernesto Solís-Moya¹, Lourdes Ledesma-Ramírez¹, Sarahyt Santamaría González
Figueroa¹, Manuel Jerónimo Arriaga²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Celaya-San Miguel de Allende km 6.5 Celaya, Guanajuato, México. ²Tecnológico Nacional de México-Roque Carretera Celaya-Juventino Rosas Km 8, Celaya, Guanajuato, México.

*Autor para correspondencia: 96.lidiaz@gmail.com

RESUMEN

El cultivo de trigo (*Triticum spp.*) es una de las gramíneas con mayor demanda a nivel mundial, su domesticación e importancia viene de tiempos muy remotos. Actualmente en la república mexicana su producción es menor a la demanda actual, presentando disminución de superficie sembrada y rendimiento, lo cual agrava aún más el problema año con año para la industria de la harinera. El objetivo de este trabajo fue evaluar once variedades de trigo durante los ciclos de Otoño – Invierno (IO) en los ciclos de OI 16-17, 17-18, 18-19, 19-20, 20-21, 21-22 y 22-23. Los ambientes fueron en tres fechas de siembra (FSA, FSB Y FSC), y tres calendarios de riego que fueron de dos, tres y cuatro. Las variables evaluadas fueron días a espigamiento (DE), días a madurez (DM), altura de planta (AP) y rendimiento de grano (RG). Los datos fueron sometidos a ANOVA utilizando el procedimiento GLM del sistema SAS®. Se evaluaron los efectos principales y sus interacciones para los factores ciclo, ambiente, genotipo y repetición. Las comparaciones de medias se realizaron mediante la prueba de Tukey (HSD, $\alpha = 0.05$). Los resultados más sobresalientes en RG fueron en los genotipos Cisne F2016 y Elia M2016 de las 11 variedades, respectivamente. La Variedad Faisán S2016 presento mayor estabilidad en los ambientes de evaluación. De acuerdo con la interacción genotipo ambiente la FSB y EUA4R obtuvieron el mejor rendimiento entre ambientes.

Palabras clave: *Triticum spp.*; ambientes; rendimiento; variedades.

ABSTRACT

Wheat (*Triticum spp.*) is one of the most popular grasses worldwide. Its domestication and importance date back to ancient times. Currently, its production in Mexico is lower than current demand, with a decrease in planted area and yield, which further aggravates the problem year after year for the flour industry. The objective



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

of this study was to evaluate eleven wheat varieties during the Autumn-Winter (AW) cycles in the AW 16-17, 17-18, 18-19, 19-20, 20-21, 21-22, and 22-23 seasons. The environments were used for three sowing dates (FSA, FSB, and FSC), and three irrigation schedules were two, three, and four. The variables evaluated were days to heading (DE), days to maturity (DM), plant height (AP), and grain yield (RG). Data were subjected to ANOVA using the GLM procedure of the SAS® system. Main effects and their interactions were evaluated for the factors cycle, environment, genotype, and repetition. Comparisons of means were performed using the Tukey test (HSD, $\alpha = 0.05$). The most outstanding results in RG were in the Cisne F2016 and Elia M2016 genotypes of the 11 varieties, respectively. Cisne F2016 maintained higher results in the other variables analyzed compared to Elia M2016. The Faisán S2016 variety presented greater stability in the evaluation environments. According to the genotype-environment interaction, FSB and EUA4R obtained the best performance among environments.

Keywords: *Triticum spp.*; environments; yield; varieties.

INTRODUCCIÓN

El trigo tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia, es uno de los tres cereales más producidos globalmente, junto al maíz (*Zea mays* L.) y el arroz (*Oryza sativa* L.) más ampliamente consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad (Estrada *et al.*, 2014). En México, la superficie cosechada de trigo en el año agrícola 2020 se ubicó en 561.3 miles de hectáreas, lo que significó un decremento anual de 4.3%. Así, se produjeron 2.99 millones de toneladas (mdt), es decir, 7.9% menos que en el año agrícola previo. Por tipo de grano, 60.1% del trigo correspondió al tipo panificable y 39.9% al tipo de grano cristalino. México es deficitario en trigo panificable y excedentario en trigo cristalino (FIRA, 2021). El Bajío contribuye con el 28.3% de la producción nacional de trigo (*Triticum spp.*), debido a su ubicación geográfica y a las condiciones ambientales que favorecen la obtención de los más altos rendimientos en el país (Solís *et al.*, 2018). La fecha de siembra es una de las decisiones más importantes que el productor de trigo debe tomar en cada inicio del ciclo agrícola, sobre todo cuando se trata de producción de semilla, por lo que deberá considerar diversos factores que afectan directa e indirectamente el potencial de rendimiento de la variedad a utilizar (Noriega *et al.*, 2019). El principal problema en la región es la escasez de agua, ya que, en el estado de Guanajuato, principal productor de trigo de la zona, los niveles de extracción son insostenibles para las fuentes hídricas actualmente explotadas. Alrededor de 4,000 hm³ de agua se extraen de los acuíferos del estado, que tienen una recarga anual de aproximadamente 2,800 hm³, de ahí el déficit de poco más de 1,000 hm³ (Flores *et al.*, 2020). Este déficit provoca reducciones de 2 a 3 metros por año, lo que ha sido, desde hace tiempo, causa de



efectos económicos negativos directos en la producción agrícola (Caldera *et al.*, 2020). El riego restringido, aplicando una cantidad menor de agua de riego a la requerida, se ha reconocido como una técnica viable para el ahorro de agua en futuros escenarios de escasez hídrica (Zhao *et al.*, 2019). En México la producción de trigo ha tomado relevancia en los últimos años debido al incremento poblacional el cual aumentó la demanda en su consumo y por lo cual se busca implementar estrategias que mejoren la producción y logren un mayor rendimiento, desafortunadamente los costos de producción elevados, las variedades poco resistentes, los factores bióticos y abióticos, la disponibilidad del agua de riego, deficiencias nutrimentales del cultivo entre otros; resultan problemas importantes para la producción de trigo reduciendo considerablemente los rendimientos de trigo. El objetivo de este trabajo fue evaluar características agronómicas y rendimiento de 11 variedades de trigo (*Triticum spp* L.) bajo seis ambientes (fechas de siembra y calendarios de riego).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante los ciclos de Otoño – Invierno (IO) los ciclos de OI 16-17, 17-18, 18-19, 19-20, 20-21, 21-22 y 22-23. Se evaluaron 11 variedades de trigo (*Triticum spp* L.). Los ambientes fueron en tres fechas de siembra, y tres calendarios de riego que fueron de dos riegos (0-55 días), tres calendarios (0-45 y 75 días), cuatro riegos (0-45-75 y 100 días), la fecha de siembra del 15 de noviembre (FSA), la fecha de siembra de 15 de diciembre (FSB) y la fecha de siembra del 15 de enero (FSC), en las fechas de siembra fue un calendario de cinco riegos programados desde los 0, 35, 65, 85, 105 días.

Los experimentos fueron establecidos bajo el diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones por ambiente. La siembra se hizo a una densidad de 120 kg ha⁻¹. La parcela experimental y útil, fueron dos surcos 3 m de largo sembrados a doble hilera, separados a 75 cm lo que es 4.5 m². La dosis de fertilización 240-60-00, la mitad de nitrógeno y todo el P₂O₅ a la siembra y el resto del nitrógeno en el primer riego de auxilio. Las fuentes empleadas fueron sulfato de amonio con 20.5% de N, y para fósforo microesenciales. Las malezas de hoja angosta se controlaron con Topik 24EC® a los 28 días del riego de siembra y las de hoja ancha con Estarane a los 22 días y Esteron 47® a los 34 días. La cosecha se realizó con una cosechadora adaptada para parcelas experimentales, cuando el grano alcanzó un contenido de humedad entre 12 y 14%.

Las variedades de estudio fueron: Cortazar S94, Urbina S2007, Maya S2007, Bárcenas S2002, Ibis M2016, Alondra F2014, Faisán S2016, Salamanca S75, Luminaria F2012, Cisne F2016 y Elia M2016.

Las variables evaluadas durante el desarrollo del cultivo fueron:



Altura de planta (AP): se midió en centímetros desde el cuello de la base de la planta, hasta la espiguilla terminal.

Días a espigamiento (DE): se cuantifico en días, a partir del riego de siembra y hasta que el 50% de las plantas de cada parcela experimental tuvieron las espigas expuestas.

Días a madurez fisiológica (DM): días transcurridos del riego de siembra al momento en que el 50% de espigas y pedúnculos de las plantas presentaron un color dorado.

Rendimiento (RG): en gramos por parcela y se transformaron a kg ha⁻¹.

Los datos fueron sometidos a ANOVA utilizando el procedimiento GLM del sistema SAS®. Se evaluaron los efectos principales y sus interacciones para los factores ciclo, ambiente, genotipo y repetición. Las comparaciones de medias se realizaron mediante la prueba de Tukey (HSD, $\alpha = 0.05$). Se hizo énfasis en la interacción GxE, sobre el rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observa que en las variables de días a espigamiento, días a madurez, altura de planta y rendimiento se mostraron diferencias altamente significativas en los factores, ciclos, ambientes, genotipos, ambiente por genotipo, ciclo por genotipo, ambiente por genotipo. En la interacción de ciclo por ambiente y genotipo se mostraron diferencias altamente significativas en días a espigamiento, y rendimiento, y significativas en altura de planta.

Cuadro 1. Cuadrado medios de los análisis de varianza de las variables de estudios de seis ambientes.

FV	GL	CM DE	CM DM	CM AP	CM RG
CICLO	6	2457.36 **	2982.32 **	2251.22 **	151287782 **
AMB	5	5819.75 **	18027.56 **	4989.76 **	192075530 **
GEN	10	420.78 **	103.09 **	2377.52 **	20915237 **
REP	2	53.18	242.51	118.29	3446849
CICLO*AMB	30	280.53 **	1183.36 **	471.09 **	12852278 **
CICLO*GEN	60	13.72 **	12.95 **	37.91 **	836182 **
AMB*GEN	50	6.43 **	4.74 **	26.85 **	1437421 **
CICLO*AMB*GEN	300	3.88 **	3.23	16.51 *	461903 **
Error	922	2	2.9	14.12	271638
Total	1385				
CV		1.96	1.37	4.43	9.51
Media		73.76	124.17	84.87	5477.74



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

FV = fuente de variación; GL= grados libertad; GEN = genotipos; REP = repeticiones; DE = días a espigamiento; AP= altura de planta; DM = días a madurez; RG = rendimiento en kg ha⁻¹; C.V. = coeficiente de variación; *= diferencias significativas; **= diferencias altamente significativas.

En la prueba de comparación de medias de la evaluación del cultivo de trigo a través de siete ciclos se muestra en el Cuadro 2, donde variable DE y AP en el ciclo R17-18 denota que afecto de forma positiva en el rendimiento, esto puede deberse que en dicho ciclo el clima se presentó en temperaturas más óptimas para el desarrollo del cultivo de trigo, por otro lado, en el ciclo R21-22 se muestra un bajo rendimiento, esto expresa un efecto respecto al clima ya que la temperatura fue mayor y por lo tanto el desarrollo del cultivo se vio afectado.

Cuadro 2. Comparaciones de medias de los ciclos.

CICLOS	DE	DM	AP	RG
R16.17	71.98 d	124.01 e	80.90 e	5861 c
R17.18	77.10 a	125.01 d	90.72 a	6759 a
R18-19	76.68 a	127.44 b	82.44 d	5340 d
R19-20	74.20 c	128.13 a	85.73 c	5237 d
R20-21	74.70 b	125.68 c	87.52 b	6163 b
R21-22	66.74 e	116.58 g	83.40 d	4880 e
R22.23	74.87 b	122.32 f	83.33 d	4102 f
DHS	0.42	0.5	1.11	154.78

DE = días a espigamiento; AP= altura de planta; DM = días a madurez; RG = rendimiento en kg ha⁻¹; DSH=diferencia significativa honesta.

En la prueba de comparación de medias de la evaluación del cultivo de trigo a través de los ambientes muestra se muestra en el cuadro número 3, donde las variables DE, DM Y AP fueron mayores en la FSA, pero el rendimiento que obtuvo no fue el mayor, por otro lado, la FSE obtuvo un menor resultado en DE, el EUA2R en DM y FSB en AP. La FSB dio como resultado ser el ambiente con mejor rendimiento en kg ha⁻¹, mientras que EUA4R presento un resultado menor en rendimiento.

Cuadro 3. Comparaciones de medias de los ambientes.

FS	DE	DM	AP	RG
FSA	79.45 a	135.99 a	90.75 a	5868 b
FSB	75.69 b	126.19 c	86.86 b	6402 a
FSC	64.41 e	110.55 f	77.55 d	4694 d
EUA2R	73.35 d	120.49 e	81.45 c	4097 e
EUA3R	74.95 c	121.32 d	86.58 b	5534 c
EUA4R	74.66 c	130.45 b	86 b	6268 a
DHS	0.38	0.45	0.99	138.49

FS= Fechas de siembra y numero de riegos; DE = días a espigamiento; AP= altura de planta; DM = días a madurez; RG = rendimiento en kg ha⁻¹; DSH=diferencia significativa honesta.



La prueba de comparación de medias de la evaluación del cultivo de trigo a través de los ambientes se muestra en el cuadro número 4, donde Urbina S2007 presento un mayor resultado en DE, Elia M2016 en DM y Alondra F2014 en AP, mientras que Maya S2007 y Luminaria F2012 presentaron los menores resultados respectivamente. En cuanto a rendimiento de grano Cisne F2016 presento los mejores resultados en kg ha⁻¹ por otro lado la variedad Luminaria F2012 fue la menor de todas.

Cuadro 4. Comparaciones de medias de las variedades.

Variedad	DE	DM	AP	RG
(1) Cortazar S94	71.5 f	123.17 e	80.27e	5418 de
(2) Urbina S2007	75.7 a	124.1 cd	88.51 abc	5330 ef
(5) Maya S2007	71.3 f	123.98 cd	82.19 d	5137 fg
(7) Barcenaz S2002	73.6 c	124.6 bc	81.16 de	5540 cde
(8) Ibis M2016	75.5 a	124.8 ab	87.7 bc	5804 ab
(11) Alondra F2014	74.3 b	123.81 de	89.57 a	5616 bcd
(15) Faisan S2016	74.3 b	124.98 ab	88.73 ab	5882 bc
(16) Salamanca S75	75.8 a	125.14 b	81.51 de	5060 g
(24) Luminaria F2012	71.3 f	122.43 f	77.58 f	4676 h
(25) Cisne F2016	72.2 e	123.49 de	89.26 ab	6001 a
(34) Elia M2016	75.3 a	125.33 a	86.99 c	5984 a
DHS	0.58	0.69	1.52	211.88

DE = días a espigamiento; AP= altura de planta; DM = días a madurez; RG = rendimiento en kg ha⁻¹; DSH=diferencia significativa honesta.

El análisis de varianza mostró un efecto del ambiente altamente significativo ($p<0.01$) con un 65.6 % de la variación de la suma de cuadrados del total (SCT) (Cuadro 5). El factor ambiente fue altamente significativo ($p<0.01$) registrando 77.4% de la SCT. La interacción genotipo-ambiente fue altamente significativa ($p<0.01$), obteniendo 5.8% de la SC. Los genotipos fueron altamente significativos ($p<0.01$), obteniendo 16.8% de la SCT. El modelo AMMI mostró los CP no presentaron diferencias altamente significativas ($p<0.01$).

En investigaciones previas se observaron diferencias significativas ($p<0.01$) entre ambientes, genotipos, en la IGA y en la CP1; la contribución de esta última a la IGA varió de 54 a 63%; por lo que los autores concluyeron que esta metodología fue eficiente para explicar los efectos aditivos y no aditivos asociados a la estructura de tratamientos representados en el biplot, cuando asignaron al rendimiento al eje X y a la CP1 al eje Y (Crossa, 1990).



Cuadro 5. Análisis de varianza de la interacción genotipo por ambiente

FV	GL	SC	%SC
AMB	5	960377652 **	77.4
GEN	10	209152370 **	16.8
AMB*GEN	50	71871080 **	5.8
CP1	14	6733156	65.6
CP2	12	1858450	18.1
CP3	10	1149982	11.2
CP4	8	367313	3.6
CP5	6	158396	1.5
CP6	4	0	0
Residuales	1320	1739380863	0

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; %SC = porcentaje de la suma de cuadrados; AMB = ambientes; GEN = genotipos; CP = componente principal.

La interpretación de los resultados del análisis AMMI se facilitó con la representación gráfica (gráfico biplot), en el mismo espacio de genotipos evaluados y ambientes. En el eje de las abscisas (X) de la figura se lee el rendimiento de grano de los genotipos y ambientes. La línea perpendicular a este eje indica el rendimiento medio. Así, a la izquierda del eje de las X's se grafican las entradas con menor rendimiento y a la derecha se localizan los genotipos y ambientes de mayor rendimiento. De acuerdo a esta información los genotipos Cisne F2016 (25) y Elia M2016 (34) obtuvieron el mayor rendimiento seguido por y por la variedad Ibis M2016 (8); en cambio, la línea expresó los rendimientos más bajos Luminaria F2012 (24). La estabilidad fenotípica del rendimiento ha tenido varias interpretaciones, siendo dos de ellas la biológica y la agronómica. La biológica hace referencia cuando el genotipo presenta una mínima variación a través de los ambientes, denotando así un rendimiento constante en cualquier condición de la producción. La agronómica hace referencia cuando existe una mínima interacción genotipo x ambiente, está asociado a la pretensión de obtener un incremento del rendimiento en respuestas para su evaluación, con una amplia variedad de condiciones para la obtención de genotipos estables (Rodríguez *et al.*, 2011). La FSA fue la que obtuvo el mayor rendimiento al igual que la FSB, mientras que la FSC registró el menor rendimiento.

Los genotipos con valores del CP1 >0, responden positivamente (se adaptan bien) a ambientes que tienen valores del CP1 >0 (esto es, su interacción es positiva), pero responden negativamente a ambientes que tienen valores del CP1 <0. Lo contrario se aplica para los genotipos que tienen valores del CP1 <0 (Samonte *et al.*, 2005). Por otro lado, los genotipos más estables, con valores de CP1 bajos o cercanos a cero, fueron las variedades Cortazar S94 (1), Urbina S2007 (2), Faisán S2016 (15) y Bárcenas S2002 (7) destacando Faisán



S2016 ya que su rendimiento fue el más alto de todas las variedades con mayor estabilidad, lo que indica que es un material que rinde bien en todos los ambientes. La variedad Luminaria F2012 (24) junto con los EUA2R Y EUA3R fueron los que más aportaron al primer eje de la interacción, siendo más inestables.

Con relación a los ambientes, *Yan et al.* (2000) señala que aquellos que exhiben entre ellos un ángulo menor a los 90° tienen la cualidad de clasificar a los genotipos de una manera semejante, caso que se presentó entre la FSA y FSB por lo que en un momento determinado se puede eliminar uno de ellos sin perder precisión en los resultados, contribuyendo a una disminución de costos y esfuerzos en la recolección de la información; sin embargo, los que forman un ángulo cercano a 90° no guardan relación en la forma de ordenar los genotipos (EUA3R y EUA4R), mientras los que tienen un ángulo cercano a los 180° tienden a ordenar de manera inversa los genotipos, dificultando la selección por ser tan contrastantes, caso que se observa en los ambientes de la FSC Y FSB, así como EUA2R y EUA4R. Por la longitud de los vectores los ambientes que mejor discriminaron a los genotipos en la evaluación fueron EUA2R y FSB, esto de acuerdo con Kempton (1984).

En la figura se puede también observar que se tienen mayores rendimientos con un calendario de tres riegos sembrado en fechas óptimas que siembras en fechas tardías con un calendario de cinco riegos.

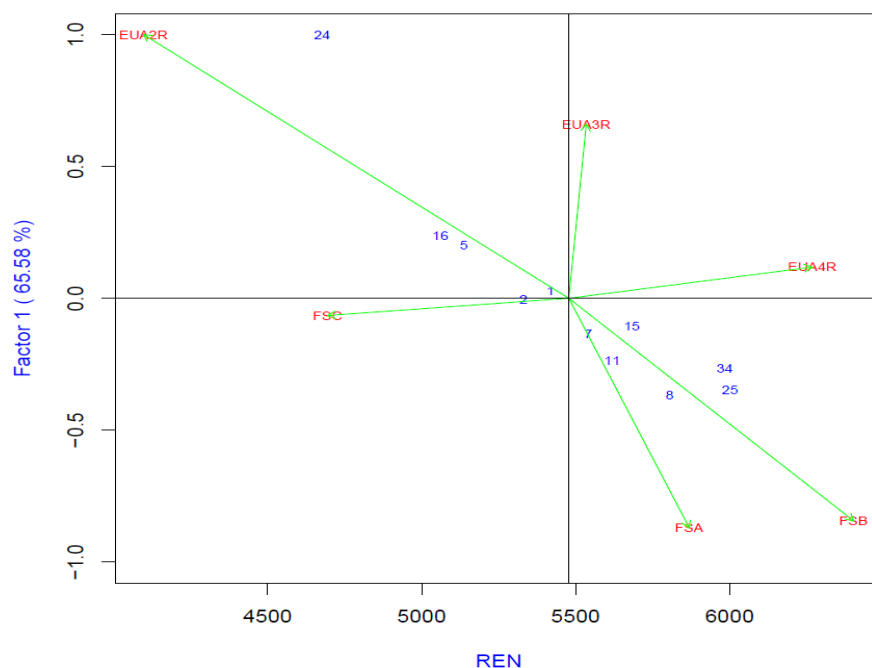


Figura 1. Biplot de rendimiento de grano de 11 genotipos evaluados en diferentes ambientes.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CONCLUSIONES

Los genotipos Cisne F2016 (25) y Elia M2016 (34) obtuvieron el mejor rendimiento de las 11 variedades respectivamente. Cisne F2016 mantuvo resultados mayores en cuanto a las demás variables analizadas en comparación de Elia M2016. La Variedad Faisán S2016 obtuvo los mayores rendimientos de todas las variedades que presentaron mayor estabilidad en los ambientes de evaluación. Es notable que las nuevas variedades mantienen un rendimiento superior que materiales anteriores a estas. De acuerdo con la interacción genotipo ambiente la FSB y EUA4R obtuvieron el mejor rendimiento entre ambientes, mientras que EUA2R tuvo un registro de un rendimiento inferior de todos los ambientes. La FSA fue igual o superior a la media y también la más inestable. Los ambientes que mejor discriminaron a los genotipos en la evaluación fueron la FSB y EUAR4.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caldera OAR; Tagle ZD; Mazabel DG (2020). Guanajuato: crónica del cambio institucional en su gestión del agua. In Caldera OAR, Tagle ZD. (compls.), Agua en El Bajío guanajuatense. Universidad de Guanajuato: Guanajuato, México. 33–64.

Crossa J (1990). Statistical analysis of multilocation trials. Adv. Agron. 44:55-85

Estrada-Santana DC; Martínez-Gallardo JC; Iglesias-González LD; Paz-Arauz ED (2014). Caracterización agronómica y económica del Trigo (*Triticum aestivum*) variedad Jupateco, en la comunidad La Colmena, Jinotega, Nicaragua. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/303312567_Caracterizacion_agronomica_y_economica_del_Trigo_Triticum_aestivum_variedad_Jupateco_en_la_comunidad_La_Colmena_Jinotega_Nicaragua

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (2021). El Trigo. Panorama Agroalimentario Dirección de investigación y Evaluación Económica y sectorial. <https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=90263>

Flores CH; Delgado-Galván X; Mora RJ (2020). Aspectos prioritarios en la gestión de los acuíferos en el Bajío de Guanajuato. In Caldera OAR, Tagle ZD. (compls.), Agua en El Bajío guanajuatense. Primera edición. Universidad de Guanajuato: Guanajuato, México. 85–105. https://www.researchgate.net/publication/348339191_Agua_en_el_bajio_guanajuatense

Kempton RA (1984). The use of biplots in interpreting variety by environment interactions. *Journal of Agricultural Sciences* 103 123-135.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Noriega- Carmona MA; Cervantes-Ortiz F; Solís-Moya E; Andrio-Enríquez E; Rangel-Lucio A; Rodríguez-Pérez G; Mendoza-Elos M; García-Rodríguez JG (2019). Efecto de la Fecha de Siembra sobre la Calidad de Semilla de Trigo en el Bajío, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 42(4) [chrome-extension://efaidnbmnnnbcapjpcgclclefinmk aj/https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v42n4/0187-7380-rfm-42-04-00375.pdf](https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v42n4/0187-7380-rfm-42-04-00375.pdf)

Rodríguez-González RE; Ponce-Medina JF; Rueda-Puente EO; Avendaño-Reyes L; Paz Hernández J J; Santillano-Cazares J; Cruz-Villegas M. Interacción genotipo-ambiente para la estabilidad de rendimiento en trigo en la región de Mexicali, B.C., México *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14(2), 543-558.

Samonte SOPB; Wilson LT; McClung AM; Medley JC (2005). Targeting cultivars onto rice growing environments using AMMI and SREG GGE biplot analysis. *Crop Sci*. 45: 2414-2424.

Solís-Moya E; Hurta-Espino J; Pérez-Herrera P; Villaseñor-Mir HE; Ramírez-Ramírez A; Ledesma-Ramírez L (2018). 4179» ELIA M2016 Nueva variedad de trigo harinero de gluten medio fuerte para riego restringido para el Bajío. Biblioteca Digital del INIFAP. https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/_Content?/=4179

Yan WL; Hunt A; Sheng Q; Szlavniks Z (2000). Cultivars evaluation and mega-environment investigation based on GGE biplot. *Crop Sci*. 40:597-605.

Zhao J; Xue Q; Hao B; Marek TH; Jessup KE; Xu W; Colaizzi PD (2019). Yield determination of maize hybrids under limited irrigation. *Journal of Crop Improvement* 33 (3): 410–427. <https://doi.org/10.1080/15427528.2019.1606129>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

COMPONENTES DE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBADA EN EL BAJÍO DE MÉXICO

José Gómez Espinoza^{*1,2}; Alfredo Josué Gámez-Vázquez¹; María Guadalupe Gómez Espinoza³; Anabel Flores Lee⁴;
Miguel Ángel Guzmán Altamirano⁵; Miguel Ángel Avila-Perches¹

¹INIFAP, Campo Experimental Bajío, Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Km. 6.5, C.P. 38010, Celaya, Guanajuato, México.

²Departamento de Posgrado, TecNM-Roque, Carretera, Juventino Rosas - Celaya Km.8, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México.

³Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Politécnica de Pénjamo. Carretera Irapuato-La Piedad km 44, predio El Derramadero, Pénjamo, Guanajuato, México CP 36921, ⁴Departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Instituto Tecnológico Superior de Abasolo, Cuitzeo de los Naranjos CP 36976, Abasolo Gto. ⁵Departamento de Ingeniería Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México/Instituto-Tecnológico superior de Irapuato, carretera Irapuato-Silao km 12.5, Col. El Copal, Irapuato, Guanajuato MÉXICO aperchesm@yahoo.com.mx

RESUMEN

El rendimiento de cebada se ve afectado por diferentes variables, como lo puede ser el ambiente dentro del cual hoy en día las altas temperaturas llegan a afectar el rendimiento, por lo cual es importante evaluar los componentes de rendimiento que afectan a este. La producción de cebada en México se ve reflejada en dos ciclos, primavera-verano y otoño-invierno, donde la producción durante el 2023 fue de 832,037 t. En este estudio se evaluaron diez genotipos de cebada en condiciones de riego durante el ciclo 2022-2023 donde se usaron 10 genotipos de cebada: cinco de dos hileras en la espiga: VE1, VE2, VE3, Metcalfe y Explorer, las tres primeras experimentales y las dos últimas son variedades extranjeras. Además, cinco de seis hileras: VE7 (experimental), Alina, Estelar, Esperanza, materiales liberados por el INIFAP y Doña Josefa. Donde se analizaron en análisis de correlación y, además, se evaluó por medio de un análisis por factores. Los resultados demuestran que existe una correlación positiva dentro de algunas variables agronómicas como lo puede ser peso volumétrico, peso de mil granos entre otras. Sin embargo, se observó que existe correlación negativa con proteína, a medida que esta aumenta el rendimiento disminuirá, lo mismo sucede con semillas por espiga. Se pudo concluir que existe variación genética entre las líneas y variedades de cebada por lo cual es de suma importancia evaluar la correlación que existe entre las variables analizadas y de esta manera determinar cuáles llegan a tener un efecto positivo/negativo con el rendimiento.

Palabras clave: Cebada, rendimiento, componentes de rendimiento, material genético.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

ABSTRACT

Barley yield is affected by different variables, such as the environment, where high temperatures currently affect yield, so it is important to evaluate the yield components that affect it. Barley production in Mexico is reflected in two cycles, spring-summer and fall-winter, with production during 2023 reaching 832,037 t. In this study, ten barley genotypes were evaluated under irrigated conditions during the 2022-2023 cycle. 10 barley genotypes were used: five two-row varieties: VE1, VE2, VE3, Metcalfe, and Explorer, the first three experimental, and the last two are foreign varieties. In addition, five six-row varieties: VE7 (experimental), Alina, Estelar, Esperanza, and materials released by INIFAP and Doña Josefa. These variables were analyzed using correlation analysis and factor analysis. The results demonstrate a positive correlation between some agronomic variables, such as volumetric weight and thousand-grain weight, among others. However, a negative correlation was observed with protein; as protein increases, yield decreases, and the same is true for seeds per ear. It was concluded that genetic variation exists between barley lines and varieties, so it was of utmost importance to evaluate the correlation between the variables analyzed and thus determine which ones have a positive or negative effect on yield.

Keywords: Barley, yield, yield components, genetic material.

INTRODUCCIÓN

El rendimiento de cebada hoy en día se puede ver afectado por diferentes factores como lo puede ser las condiciones ambientales durante el cultivo de cebada. Si bien, el rendimiento se puede ver afectado también lo puede ser la calidad del grano y sus compuestos bioactivos. Las altas temperaturas que se han presentado a lo largo de los últimos años, las cuales han sido elevadas, en el caso de la temperatura en particular las temperaturas más elevadas durante el llenado de grano reducen el peso del grano hasta en un 30% dependiendo del cultivar. Esto dependerá de la variedad de cebada que se use. Por lo tanto, es importante cuantificar los efectos del estrés por calor en los cultivares de cebada, así como cuantificar el efecto que tienen el mismo en la calidad del grano (Rasel, 2017). La cebada es uno de los cultivos con mayor importancia en el mundo, teniendo así que, durante el año 2022 con una producción total de 156,837,140 t. Así mismo, esta producción se ve reflejada en cinco zonas específicas las cuales se nombran a continuación según su valor de producción de cebada; Europa, Asia, América, Oceanía y África (FAO, 2022). En México, durante el 2023 se sembraron alrededor de 297,444 ha con cebada y se obtuvieron 832,037 t, que se manejan en dos épocas. En el ciclo primavera-verano en temporal se sembraron 244,984 ha aproximadamente, mientras que durante el ciclo otoño-invierno se establecieron cerca de 52,460 ha en riego. En nuestro país, el principal estado productor



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

de este cereal es Guanajuato con alrededor de 143,505 t que representan el 17.2% de la producción nacional (SIAP, 2023).

La cebada (*Hordeum vulgare* L) Es uno de los cereales cultivados más antiguos y ha desempeñado un importante papel en el desarrollo humano debido a que su grano tiene varios usos. Actualmente, dos terceras partes de la producción mundial de cebada se utilizan como forraje, cerca de una tercera parte para maltería y aproximadamente 2% para consumo humano. En México, por el contrario, la producción de cebada se utiliza mayormente para la producción de cerveza (>60%); mientras que el resto es para forraje (34%) y producción de semilla (2%). Sin embargo, Las características genéticas y el manejo agronómico son variables que pueden controlarse, pero algunas propiedades del suelo y lluvia son factores incontrolables, que resultan determinantes para obtener un buen rendimiento y una buena calidad de grano para malta (Gómez-Mercado, 2009). Por otro lado, La calidad de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) es un carácter bastante complejo, debido a que es bastante complejo pues abarca diferentes complejidades como lo puede ser la calidad física del grano o también se ven influenciadas por enzimas sintetizadas durante la germinación (Thomas, 1996). La herencia en los caracteres de calidad de cebada es de tipo cuantitativo y es influida por varios aspectos como o son el genotipo, ambiente y sobre todo la interacción genotipo ambiente lo que lo hace un gran complejo de estudios debido a la gran variación que se pudieran presentar (Sparrow, 1971). Para esto es importante mencionar que el análisis de correlación indica que mide la relación que existe entre la variable dependiente (Y) y la variable independiente (X), ya que se interpreta como el incremento que sufre la variable independiente para lo cual es de suma importancia evaluar lo importante de las variables conforme al rendimiento. Por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar la asociación de características agronómicas con el rendimiento de cebada en El Bajío, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en las parcelas experimentales del (CEBAJ) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Carretera Celaya San Miguel de Allende Kilómetro 6.5, Celaya, Guanajuato. Cuyas condiciones geográficas son los 101° 48' 55'' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich y a los 20° 31' 24'' de latitud norte, su altura sobre el nivel del mar es de mil 752 mts. La temperatura máxima es de 25.5°C y la mínima es de 16°C, la media anual es de 20.85°C, su clima oscila entre semiseco y semicálido, con una precipitación pluvial promedio de 575.3 mm anuales. Se encuentra ubicado en el reino Neotropical en la región Xerofítica mexicana y en las provincias denominadas como Mesa Central y Eje



Neovolcánico. En condiciones de riego durante el ciclo 2022-2023 donde se usaron 10 genotipos de cebada: Se evaluaron 10 genotipos de cebada, cinco de dos hileras en la espiga: VE1, VE2, VE3, Metcalfe y Explorer, las tres primeras experimentales y las dos últimas son variedades extranjeras. Además, cinco de seis hileras: VE7 (experimental), Alina, Estelar, Esperanza, materiales liberados por el INIFAP y Doña Josefa (D. Josefa) genotipo liberado por el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX). Los datos de las variables obtenidas se analizaron estadísticamente con el programa SAS 9.4 (SAS Institute®, EUA) con un análisis de correlación de Pearson, además de un análisis de correlación por factores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los promedios obtenidos (datos no mostrados) los mayores rendimientos de grano presentaron en Alina (7.66 t ha^{-1}), VE3 (7.44 t ha^{-1}) Y Esperanza con (7.28 t ha^{-1}), mientras que el material que obtuvo los menores rendimientos fue Estelar (5.49 t ha^{-1}) mostrando diferencia significativa entre los materiales genéticos. Por otro lado, para el caso de peso de mil semillas los mejores materiales fueron VE1 y VE3 (45 y 44.2 g) respectivamente. Además, para peso volumétrico el material VE3 Y VE2 fueron los materiales con mayor peso pues obtuvieron valores de 65.8 y $65.5 \text{ (kg hL}^{-1}\text{)}$. Sin embargo, para la evaluación semillas por espiga los materiales que presentaron valores más altos fueron Esperanza (47.6) y Doña Josefa (46.8) siendo estadísticamente iguales, sin embargo, es importante señalar que estos materiales son de dos hileras, debido a esto el material que presentó el menor número de semillas por espiga fue VE3 pues es un material de dos hileras y eso puede influir en esta variable. El mayor número de espigas por metro cuadrado se presentó en Metcalfe ($520 \text{ (kg hL}^{-1}\text{)}$). Además, la mayor longitud de espiga se presentó en Prunella, ambos materiales de dos hileras los cuales tuvieron un porte de planta promedio puesto que la mayor altura de planta se presentó en VE3 con una altura de 92.8 cm , mientras que el material que presentó la menor altura fue Esperanza con apenas 71.60 cm . Es importante señalar que también se evaluaron características químicas, como lo fue, el contenido de almidón donde Prunella, material extranjero, de dos hileras presentó el mayor contenido con 64.5% , además, se evaluó, el contenido de proteína, donde los valores oscilaron entre 11.78 (Doña Josefa) y 13.80 (VE7). Es importante señalar que los materiales evaluados son malteros por lo que es importante buscar que su contenido de proteína sea bajo.

En la evaluación la correlación de Pearson se puede determinar que el RG se correlaciona de manera positiva con el peso de mil granos, almidón, altura de planta, longitud de espiga ($P \leq 0.05$) y peso volumétrico ($P \leq$



0.001). El número de espigas/m² contribuye al rendimiento de cereales de grano pequeño, debido al efecto aditivo del número de macollos que muestran ciertas variedades de cebada (Castañeda-Saucedo *et al.*, 2009). Sin embargo, tuvo correlación negativa con proteína donde se presentó un caso de interdependencia negativa; es decir, que en lo que uno aumentó el otro se redujo, esto se puede deber probablemente al efecto de fuente demanda de carbohidratos durante el llenado de la semilla. El peso de mil granos esta correlacionado con peso volumétrico, altura de planta y longitud de espiga, mientras que presento una correlación negativa con proteína y semillas por espigas. Mientras que el peso volumétrico presenta correlación positiva con almidón, la altura de la planta y la longitud de la espiga, pero esta variable se ve afectada la proteína y el número de espigas por metro cuadrado puesto que a medida que estas variables aumentan el peso volumétrico del grano disminuirá. Para proteína si hubo diferencia significativa en las correlaciones, sin embargo, la correlación es negativa con las variables en el número de granos por espiga almidón y la altura de la planta. Mientras que el número de granos por espigas se ven afectadas por el número de espigas por metro cuadrado, la altura de planta y la longitud de la espiga.

Cuadro1. Análisis de correlación de Pearson de los caracteres evaluados y su relación de interdependencia entre variables evaluadas.

10	RG	PMG	PVOL	PROT	NG/ESP	ESP/m ²	ALMI	AP	LE
RG	1	0.298*	0.330**	-0.406**	0.139	0.153	0.319**	0.324**	0.256*
PMG		1	0.434**	-0.072	-0.504**	0.235*	0.217*	0.533**	0.378**
PVOL			1	-0.133	-0.148	0.105	0.419**	0.356*	0.290*
PROT				1	-0.277*	0.076	-0.791**	-0.015	0.066
SEM/ESP					1	-0.381**	0.077	-0.276*	-0.254*
ESP/m ²						1	-0.026	0.163	0.220*
ALMI							1	0.152	0.049
AP								1	0.290*
LE									1

RG= Rendimiento de grano, PMG= Peso de mil granos, PVOL= Peso Volumetrico, PROT= Proteína, SEM/ESP= Semillas por espiga
ESP/m²= Espigas por metro cuadrado, ALMI= Almidón, AP=Altura de planta, LE= Longitud de espiga

En las variables evaluadas (Figura 1), se observaron cuatro patrones de respuesta diferentes, dentro de los cuales se puede observar que existe una correlación positiva en cuanto a rendimiento y peso volumétrico esto debido a que a manera de que aumente el rendimiento será mayor, lo mismo sucedió en el análisis de correlación de Pearson, sin embargo, con esto corroboramos que efectivamente la correlación entre estas variables es muy buena. La correlación positiva entre el rendimiento de grano y todos los componentes del rendimiento es una indicación de que todos los componentes del rendimiento contribuyen al rendimiento tanto



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque

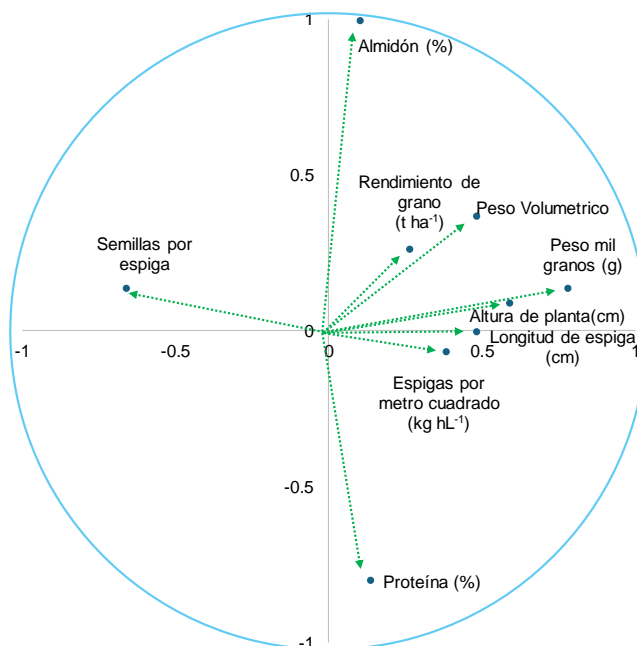


**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

como se observó que algunos de los componentes del rendimiento no eran significativos en su contribución (Madic et al., 2009). Para el caso del almidón se ve más fuerte la correlación en este análisis puesto que puesto que a medida que el rendimiento aumente esta ve afectado favorablemente. Lo mismo sucede con la altura de planta, la longitud de espiga y espigas por metro cuadrado. Donde en el caso de esta última tiende a ser más baja la correlación, sin embargo, recordemos que en el análisis de correlación de Pearson no existía significancia por lo cual es de suma importancia analizar los dos tipos de correlaciones y de esta manera reducir el error y hacer un análisis más preciso.

Ahora bien, si observamos el comportamiento de proteína, se ve afectado por los tres patrones de respuesta restantes que se presentan en el plano, pues a medida que el rendimiento aumenta este disminuirá, sin embargo. Si el rendimiento es menor, esto debido a varios factores bióticos o abióticos es contenido de proteína aumentara. Sí bien, al ser materiales malteros debemos considerar estas variables para obtener los resultados deseados. Además, no solo el rendimiento afecta la proteína, esta también se ve afectada por el porcentaje de almidón el cual, a medida que aumente el nivel de proteína disminuirá, o viceversa a medida que disminuya este aumentara. Por otro lado, el número de granos por espiga es otra de las variables que afectan la proteína, el efecto negativo no es tan fuerte como en el caso de almidón, pero si es importante considerar que a medida que este disminuya el contenido de proteína aumentara, por lo cual es importante manejar materiales con buen numero de granos por espiga, sin embargo en el caso de los materiales de dos hileras esta variable se ve afectada, debido a que al tener menor numero de hileras el numero de granos por espiga disminuirá, aunque la limitante hoy en día es que la industria maltera está buscando materiales de dos hileras debido a que son granos mas homogéneos y de esta manera se ve más estable el porcentaje de germinación al momento del malteo.



CONCLUSIONES

Con respecto a las pruebas realizadas, es de suma importancia considerar los componentes que más influyen en la expresión del rendimiento pueden llegar a utilizarse como referencia son peso volumétrico, peso de mil granos, altura de planta, longitud de espiga debido a que se encontraron diferencias significativas por lo cual que existe variación genética entre las líneas y variedades de cebada por lo cual es fue de suma importancia evaluar la correlación que existe entre las variables analizadas y de esta manera determinar cuáles llegan a tener un efecto positivo/negativo con el rendimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castañeda-Saucedo MC; López-Castañeda C; Colinas-de León MT; Molina J; Hernández A (2009). Rendimiento y calidad de la semilla de cebada y trigo en campo e invernadero. *Interciencia* 34(4):286-292.
- FAO (2022). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QI>
- Gómez Mercado RO (2009). Estimation of malting barley (*Hordeum vulgare* L.) yield by the FAO method. *Agricultura técnica en México*, 35(1): 13-23.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Madić M; Paunović AS; Knežević D; Zečević V (2009). Rendimiento de grano y componentes del rendimiento de dos hileras. Cultivares y líneas de cebada de invierno. *Acta Agriculturae Serbica*, 14, 17-22.

Rasel RM (2017). Grain filling patterns of barley as affected by high temperature stress. *Journal of Bangladesh Agricultural University*, 15(2), 174-181. doi:0.3329/jbau.v15i2.35059

SIAP (2023). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Obtenido de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Sparrow D (1971). Genetics of quality-malting. Washington State University Press, Pullman, Washington, USA., 559-574.

Thomas WW (1996). Quantitative trait loci and malting quality characters in a spring barley cross. *Crop Sci.*, 265-273.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CULTIVO DE PAPAYA EN INVERNADERO EN EL TECN-M-ROQUE

Camilo Velázquez Castro¹, Francisco Chablé Moreno², Estéfana Alvarado Bárcenas², Juan Héctor Balderas Can²,
Rodrigo Ramírez Rodríguez², Paulino Vega Rodríguez²

¹Estudiante de la carrera de Hidrológicas TecNM-Roque, ²Docentes del TecNM-Roque, carr. Celaya-JR, km.8, CP. 38110, Celaya,
Guanajuato. mail de correspondencia: fchable4oct@hotmail.com

RESUMEN

En este ensayo se presenta el efecto de la fertilización orgánica y química en el desarrollo vegetativo y productivo en papaya, establecidas en el invernadero en el TecNM-Roque. Esta fruta posee propiedades nutricionales, como alto contenido de fibra dietaria, compuestos antioxidantes, vitaminas, minerales y enzimas que favorecen la función del sistema digestivo. El experimento se estableció en un diseño completamente al azar con 5 tratamientos, empleando fertilización química y orgánica. Los parámetros evaluados: altura de planta, diámetro del tallo, número de frutos, peso frutos a cosecha (9-12 meses), longitud y diámetro de frutos, días a madurez. Los resultados del ANAVA a los 75 y 95 ddt, se obtuvo en la altura de la planta y diámetro del tallo y número de flores por planta, presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$), la comparación de medias indica que la fertilización química y el lixiviado de lombriz favorecieron estas variables. En la etapa productiva todas las variables evaluadas presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$); el número de frutos se vio favorecida con la fertilización química y la adición de lixiviado al 20%. El mayor peso de a los 270 ddt se obtuvo con la aplicación de lixiviado al 10 y 20% en ambos casos se mantuvo hasta los 360 días de corte de fruta. La maduración de las frutas se observó con el lixiviado en ambas concentraciones y esta fue más rápida. La utilización de lixiviado de lombriz favoreció la producción de papaya.

Palabras clave: Fertilización, Rendimiento, Floración, Frutos, Lixiviado, Humus.

ABSTRACT

This essay **presents** the effect of organic and chemical fertilization on the vegetative and productive development of papaya grown in a greenhouse at TecNM-Roque. This fruit possesses nutritional properties such as high dietary fiber, antioxidants, vitamins, minerals, and enzymes that support digestive function. The experiment was conducted in a completely randomized design with five treatments, using chemical and organic fertilization. The parameters evaluated included: plant height, stem diameter, number of fruits, fruit weight at



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

harvest (9-12 months), fruit length and diameter, and days to maturity. ANAVA results at 75 and 95 DAT were obtained for plant height, stem diameter, and number of flowers per plant. These showed statistically significant differences ($P \leq 0.05$). Comparison of means indicated that chemical fertilization and earthworm leachate favored these variables. During the productive stage, all variables evaluated showed highly significant differences ($P \leq 0.01$); fruit set was favored by chemical fertilization and the addition of 20% leachate. The highest fruit weight at 270 DAT was obtained with the application of 10% and 20% leachate in both cases, and this was maintained up to 360 days after fruit harvesting. Fruit ripening was observed more rapidly with both concentrations of leachate. The use of worm leachate favored papaya production.

Keywords: *Fertilization, Yield, Flowering, Fruits, Leachate, Humus*

INTRODUCCIÓN

La papaya es un fruto originario del sureste de México, Filipinas y Centroamérica (Koul *et al.*, 2022). Es una fruta tropical de las más consumidas en el mundo (Aguilar *et al.*, 2019), México ocupa el cuarto lugar por su producción mundial (FAOST, 2021) con 1,135,000 t, del cual el se exporta 203, 170 t a 15 países en el mundo que representa el 17 % de la producción nacional (SIAP, 2023; Aguilar *et al.*, 2019). La variedad más dominante es la Maradol, que presenta cierta vulnerabilidad (Álvarez-Hernández *et al.*, 2024), pero de las más comerciales (Muñoz, 2011). Existen variedades como la amarilla, cera y mamey, con desventajas para el transporte. La producción se concentra en los estados de Guerrero, San Luis Potosí, Jalisco, Tamaulipas, Tabasco, Baja California Sur, Campeche, Estado de México, Morelos, Nayarit, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa y Yucatán que aportan en la producción de papaya (SADER, 2024), en el 2022, se cosecharon 19 698 ha, donde destacan Veracruz, Colima, Michoacán, Oaxaca, Chiapas y Guerrero (SIAP, 2023), este cultivo se puede establecer en invernadero, que es una estrategia clave para optimizar su crecimiento y calidad.

La fertilización es esencial para incrementar los rendimientos en los cultivos (Álvarez-Hernández *et al.*, 2011); Aguilar *et al.* (2019) aplicó la fórmula 18-46-00 donde especifica el empleo de 60+230+100 g/planta en tres fechas; pero señalan que el uso indiscriminado ha provocado serios problemas de contaminación (Quiñones *et al.*, 2012), por lo que se ha optado en alternativas, como son los productos de origen orgánico o inoculantes biológicos. En Guanajuato este cultivo no se establece de manera comercial, no existe información al empleo de N, P, K, menos aún del empleo de fertilización orgánica para la producción de papaya. Con relación a N (Reddy *et al.*, 1990; Escamilla *et al.*, 2003) reportan que adelanta la floración e incrementa la producción de frutos, mencionan que 250 g por planta al año de nitrógeno es la dosis óptima para tener una producción de



56.640 t ha⁻¹ en un periodo de 12 meses; por otra parte Werner (1992) en un rango de 50 a 150 kg ha⁻¹ de N, incrementó en forma lineal la producción en papaya. La aplicación de la fórmula en la variedad Maradol 258-200-280, mejora los rendimientos de fruta (Escamilla et al., 2003; Bueno et al., 2004) que se comportaron superiores a la fertilización orgánica y a la foliar. Los micronutrientes se sugieren en las siguientes cantidades: Fe de 2 a 10 kg; Mn de 4 a 6 Kg; Zinc, de 4 a 12 kg; Cu de 0.5 a 4 kg; Bo de 1 kg a 3.5 kg; Mo hasta 0.5 kg las cantidades por ha. Existen propuestas de fertilización orgánica (abonos orgánicos + biofertilizantes) pueden incrementar la producción de papaya (Castañeda *et al.*, 2023); la materia orgánica (compostas, lombricompostas, lixiviados), aportan al suelo beneficios, incrementa la producción de papaya (Rodríguez *et al.*, 2011). Existen resultados que al utilizar lombricomposta estimuló el crecimiento de las plantas de papaya (Maruchi *et al.*, 2008), el uso fertilización química en mezcla con citricomposta en papaya Maradol, alcanzaron una altura de 191.2 cm, diámetro de tallo de 10.2 cm, y con 40.6 frutos por plantas en Cuba. El cultivo de la papaya en El Bajío de Guanajuato en invernadero representa una alternativa e influir en la calidad del fruto. El objetivo de esta investigación es determinar, dosis de fertilización química y orgánica en condiciones de invernadero en la producción de papaya.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en el TecNM/Instituto Tecnológico de Roque, el cual se ubica en el km 8 carret. Celaya-JR, Guanajuato, con ubicación geográfica de las coordenadas 20 581452, -100 826203, a una altura promedio de 1765 msnm con temperatura media anual de 18°C y precipitación media anual de 600 a 800 mm, Celaya se ubica la parte Central de Guanajuato donde y esta se caracteriza por corresponder a suelos de tipo vertisol, con altos contenidos de arcilla y a la zona de más baja altitud del estado de Guanajuato FAO-UNESCO (INEGI, 1991).

La semilla de la variedad Maradol fue adquirida en Home Depot (HortaFlor), para asegurar una germinación eficiente las semillas se colocaron en una solución fungicida de Metacaptan fluable (Metaxiclolo+Captan), al 1% (p/v), durante 3 minutos, de donde se extrajeron y dejó secar al medio ambiente. Previamente se habían preparado el sustrato de Peat moos® humedeciéndole con agua, hasta llevarla a capacidad de campo, donde se procedió al llenado de las charolas de unicel, donde se colocaron una semilla por cada cavidad de la charola de 98 cavidades.

La siembra se estableció el 26 de febrero de 2023, la emergencia inicio a los 21 dds (21 de marzo – 26 de marzo), el riego se aplicó en las charolas de germinación fue con una regadera manual en forma diaria, se



aplicó 4-5 L por charola. Después de los 21 días se inició la emergencia de la plántula, se dejó transcurrir otros 20 días, estas se transfirieron a vasos de unicel (1 L), donde se mantuvo hasta una altura de 15-20 cm, finalmente se transfirieron a bolsas negras (3 kg) hasta los 30 a 40 cm de altura, durante esta fase se dieron riegos continuos en forma diaria o cada tercer día dependiendo de las condiciones ambientales. El trasplante de plántulas jóvenes al invernadero fue a los 150 después de la emergencia y con 6-10 hojas, y con una altura de 30 a 40 cm, para se realizó cajetes de 40 cm de largo, ancho y profundidad, colocando en el fondo de cada cepa una cantidad 4 kg de estiércol composteado.

Después del trasplante se instaló el riego por goteo con un gasto de 8 L de agua por planta cada tres días, el establecimiento del sistema de goteo con un caudal de 90 L/h por gotero por un tiempo determinado de 20 min (30 L/pp), el suministro hídrico se aumentó de acuerdo al tamaño de la planta, la reinstalación del sistema de riego por microaspersión con un caudal de 160 L/h.

Los tratamientos evaluados fueron: 1) Fertilización orgánica (el humus lombriz 25 kg por planta), 2) Lixiviado de lombriz al 10%, 3) lixiviado de lombriz al 20%, 4) fertilización química 430-280-350, 5) Fertilización química y lixiviado al 20%. El control de plagas pulgón y araña roja se ha realizado con Cymbush (\pm)-Alfa-Ciano-3-fenoxibencil (\pm)-cis, trans-3-(2,2-diclorovinil)-2,2- dimetil ciclopropano carboxilato) y Malathion (Dietil (dimetoxifosfinotioilto) succinato) en dosis de 0.7 ml y 1.5 ml por L de agua, se realizó la fumigación en el momento del inicio de la presencia los insectos. El diseño experimental fue completamente al azar con cinco tratamientos y 7 plantas por cada tratamiento, dando un total de 35 unidades experimentales; las variables evaluadas fueron: Altura de planta (AltPI), Diámetro de tallo (DiáTa), Número de flores (NoFlo), Número de frutos (NoFru), diámetro de fruto (DiáFru), Longitud de fruto amarrado (LonFruAm), Número frutos 9 meses (NoFru9m), Longitud de fruta 9 meses (LonFru9m) Diámetro de frutas 9 meses (DiáFru9m), Días a inicio de maduración de fruta (DilnMaFru), Número de frutos a 12 meses, Peso de fruta 12 meses (PeFru12m). El análisis estadístico fue mediante un ANAVA con el paquete estadístico SAS (v 9.1) para Windows y los tratamientos que arrojaron diferencias estadísticas se aplicó una prueba de comparación de medias Tukey (α 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 75 días después del trasplante (ddt), las variables de altura de planta y diámetro de tallo presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$), destacando el tratamiento de fertilización química como el más adecuado alcanzando (132.29 cm de altura y 7.38 cm de diámetro de tallo). Este comportamiento coincide con



lo observado por Hernández *et al.* (2011), quienes señalan que la aplicación de nitrógeno en etapas tempranas favorece el desarrollo vegetativo, resultados que no coinciden con Aguilar *et al.* (2019), quienes señalan que en genotipos de papaya empleando fertilizantes químicos, orgánicos y biológicos, no encontraron diferencias estadísticas en la altura ni en diámetro de tallo a los 125 ddt, en cultivo a campo abierto.

En este ensayo se observó además que el tratamiento 4 (lixiviado de lombriz 10%) hasta este momento de muestreo eran las plantas con menor altura con valor promedio de 101.2 cm, mientras que el empleo del tratamiento 4 (430-280-350) de la fertilización química se obtuvo la mayor altura con 132.2 cm en promedio. En el diámetro del tallo el mejor tratamiento fue el que correspondió al de la fertilización química; sin embargo, todos los tratamientos se agrupan en un solo grupo estadístico, el de menor valor promedio corresponde al tratamiento 3 (lixiviado de lombriz 20%) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05) de plantas de papaya a los 75 dds en el ciclo (V-O, 2023) establecida en el TecNM-Roque.

Descrip	Trat	AltPI	DiáTa	NoFru	NoFlo	DiáFru	LongFruAm
430-280-350	4	132.29 a	7.38 a	7.42 a	14.00 a	1.38 a	2.98 a
Humus	1	123.35 ab	6.98 ab	5.28 a	12.42 a	1.21 a	2.40 a
FQ+LL20%	5	118.29 ab	6.54 ab	6.00 a	12.00 a	1.24 a	3.10 a
LL 10%	2	101.24 b	6.40 ab	6.00 a	16.42 a	0.97 a	2.57 a
LL 20%	3	121.14 ab	6.05 b	6.42 a	17.42 a	1.24 a	2.64 a

Los valores promedios en la misma columna con las mismas letras son estadísticamente iguales, DiáTa = Diámetro de tallo (cm), AltPI = Altura de planta (cm), NoFru = Número de frutos (promedio), NoFlo = Número de flores (promedio), DiáFru= Diámetro de frutos (cm), LongFru= Longitud de frutos (cm).

Los datos analizados a los 95 ddt, el ANAVA mostraron que el diámetro de tallo (DiáTa) y el número de flores (NoFlo) arrojaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$). La comparación de medias (Tukey α 0.05) determinó que el empleo de la fertilización química promovió el DiáTa, y el menor grosor del tallo corresponde a los tratamientos 3 y 5 ambos casos con lixiviado de lombriz al 20% pero el último con la interacción de la fertilización química (Cuadro 2). Resultados que no coinciden con Aguilar *et al.* (2019), quienes al evaluar fertilización química, orgánico y biológico no encontró diferencias estadísticas a los 125 días después del trasplante, pero los genotipos se comportaron de manera diferente productivamente.

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05) de plantas de papaya a los 95 dds en el ciclo (V-O, 2023) establecida en el TecNM-Roque.

Descripción	Trat	Valores medios					
		AltPI	DiáTa	NoFru	NoFlo	DiáFru	LongFruAm
430-280-350	4	151.00 a	9.25 a	13.42 a	15.71ab	3.30 a	7.52 a



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Humus	1	139.29 a	8.65 ab	10.14 a	15.71 ab	3.07 a	6.48 a
LL 10%	2	137.14 a	8.05 ab	13.85 a	18.57 a	2.74 a	7.27 a
LL 20%	3	133.00 a	7.72 b	10.42 a	15.42 ab	3.47 a	7.47 a
FQ+LL20%	5	131.86 a	7.68 b	14.28 a	14.01 b	3.25 a	2.64 a

Los valores promedios en la misma columna con las mismas letras, son estadísticamente iguales, 430-280-350 = Fertilización química (unidades de NPK), Humus = Dosis de 25 kg planta, LL10% = Lixiviado de lombriz 10%, LL 20% = Lixiviado de lombriz al 20%, FQ+LL20% = Fertilización química + Lixiviado de lombriz al 20%, DiáTa = Diámetro de tallo (cm), AltPl = Altura de planta (cm), NoFru = Número de frutos (μ), NoFlo = Número de flores (μ), DiaFru = Diámetro de frutos (cm), LongFru = Longitud de frutos amarrados (cm).

Los datos analizados de las variables de rendimiento a los 270 ddt, el ANAVA arrojaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$). La comparación de medias (Tukey $\alpha 0.05$) se determinó que el empleo de la fertilización química promovió el DiáTa, y el menor grosor del tallo corresponde a los tratamientos 3 y 5 ambos casos con lixiviado de lombriz al 20% pero el último tratamiento con la interacción de la fertilización química (Cuadro 3).

Cuadro 3. Prueba de comparación de medias (Tukey $\alpha 0.05$) de plantas de papaya a los 270 y 360 dds en el ciclo (I-O, 2023/2024) establecida en el TecNM-Roque.

Descripción	Trat	Valores promedios					
		NoFRu9m	PeFru9m	LonFru9m	DiámFru9m	DilnMaFru	NoFru12m
430-280-350	4	39.14 a	1995.0 c	19.85 c	16.57 ab	279.00 a	10.14 bc
FQ+LL20%	5	35.57 ab	2031.6 c	25.14 b	14.71 bc	214.85 c	14.57 a
LL 10%	3	29.14 bc	3128.0 a	40.00 a	18.14 a	224.14 c	14.57 a
Humus	1	27.42 bc	1044.0 c	21.57 c	13.14 c	252.71 c	6.42 c
LL 20%	2	25.00 c	2675.0 b	37.14 a	19.71 a	214.85 c	12.85 ab

Los valores promedios en la misma columna con las mismas letras, son estadísticamente iguales, FQ+LL20% = Fertilización química más lixiviado de lombriz 20%, LL 10% = Lixiviado de lombriz al 10%, LL % = Lixiviado de lombriz al 20%, NoFRu9m = Número de frutos a los 9 meses después del trasplante (μ), PeFru9m = Peso de fruto a los 9 meses ddt (μ), LonFru9m = Longitud de fruta a 9 meses ddt (μ en cm), DiámFru9m = Diámetro de fruta a 9 meses ddt (μ), DilnMaFru = Días a inicio de maduración de fruta ddt (μ), NoFru12m = Número de frutos a los 12 meses (μ) y PeFru12m = Peso de frutas a los 12 meses (μ).

El desarrollo del cultivo de la papaya en condiciones de invernadero en la región de El Bajío Guanajuatense es un cultivo prometedor, aunque en este ensayo se obtuvieron rendimientos aceptables de hasta 35 a 48 kilogramos por planta, no se puede dejar pasar por desapercibido la presencia del ataque de mosquita blancas y arañas rojas como plagas potenciales que afectan drásticamente la producción de la fruta. Las aplicaciones de fertilización química y orgánica son relevantes en este resultado, existen daños por la presencia de insectos y enfermedades que ponen en riesgo estos resultados. Las condiciones climáticas como las bajas temperaturas es un factor que limita seriamente la productividad. Durante la fase de producción a los 270 y 360 ddt, se identificaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en todas las variables productivas evaluadas. A los 9 meses, el mayor peso promedio por fruto (3128 g) y mayor longitud (40 cm) se logró con el tratamiento de lixiviado al 10%, seguido del lixiviado al 20%. Este hallazgo valida la afirmación de Rodríguez et al. (2011), quienes destacaron que la aplicación de materia orgánica líquida mejora la calidad de la fruta; pero que contrasta con Escamilla et al., (2003) quienes establecieron que la fertilización química fue superior a la orgánica



y a la foliar. Sin embargo, a los 12 meses, la combinación de lixiviado al 20% con fertilización química incrementó el número de frutos (14.57 por planta), aunque con menor peso unitario (1562.1 g), indicando un posible compromiso entre cantidad y tamaño.

Además, se observó que los tratamientos con aplicación de lixiviado aceleraron el inicio de la maduración, a diferencia de la fertilización química que tendió a prolongarla. Este fenómeno puede relacionarse con la presencia de compuestos bioactivos en el lixiviado, como hormonas naturales y microorganismos beneficiosos, que estimulan la actividad fisiológica de la planta (Acevedo y Pire, 2004). En estudios de Aguilar *et al.* (2019), no coinciden con los resultados de la evaluación de genotipos, al obtener diferencias por genotipo evaluado. Finalmente, aunque los resultados en invernadero son alentadores (rendimientos de hasta 48 frutos por planta), se destaca que la presencia de plagas como mosquita blanca y araña roja también afectó el desarrollo del cultivo, lo cual resalta la necesidad de integrar el manejo orgánico con prácticas fitosanitarias efectivas, lo mismo que la temperatura afecta drásticamente la floración y el desarrollo de la fruta en la época invernal.



Figura 1. Producción de papaya evaluando tratamientos orgánicos y químicos en el invernadero del TecNM-Roque: a) humus lombriz, b) Lixiviado de lombriz al 10%, c) Lixiviado de lombriz al 20%, d) fertilización química 430-280-350, e) Fertilización química y lixiviado al 20%.

En estudios realizados por (Aguilar *et al.*, 2019) de altura planta y diámetro de tallo no obtuvieron diferencias estadísticas en dos variedades evaluadas, en esta investigación los resultados son coincidentes dado que los tratamientos aplicados de fertilización química y orgánica fueron después del trasplante; sin embargo, la altura de la planta de la variedad Maradol 170 cm a los 150 ddt, superando la altura de planta por Aguilar *et al.* (2019). En la investigación realizada por (Aguilar *et al.*, 2019) en cuanto a diámetro de fruto, se tuvo coincidencia en los resultados. Los resultados del presente trabajo muestran que el uso combinado de fertilización química (430-280-350) y lixiviado de lombriz (al 10% y 20%) tiene un efecto positivo significativo en el desarrollo vegetativo y productivo de la papaya variedad Maradol. Existe poca información de fertilización en papaya



Maradol, Hernández *et al.* (2011) señala que la etapa de crecimiento demanda N y posteriormente P y K (aunque los microelementos son esenciales en este frutal), el descenso temperatura (9-12°C), reduciendo la cantidad de fruta por planta, además de retardar la maduración y el contenido de grados Brix se reduce, la fruta producida durante la época invernal es dura e insípida, por lo que se requiere más tiempo de permanencia en la planta.

CONCLUSIONES

La variedad maradol se desarrolló vegetativa y reproductivamente adecuadamente en el invernadero.

A los 75 días después del trasplante se observó que la fertilización química y la aplicación de humus de lombriz favorecieron la altura de la planta y el diámetro de tallo en las plantas de papaya.

A los 95 ddt el diámetro del tallo numéricamente la fertilización química fue superior al mostrar un mayor desarrollo, mientras que el número de flores la aplicación del lixiviado de lombriz incremento el número de flores por plantas, la aplicación de lixiviado al 20% con la mezcla de fertilización química fueron los de menor valor.

El número de fruto en promedio por planta se obtuvieron en mayor cantidad con el uso de la fertilización química y con la adición de lixiviado de lombriz al 20%.

En el peso del fruto a los 270 se observó que la aplicación de lixiviado al 10 y 20% favoreció esta variable, comportamiento que se observa hasta los 360 días de corte de fruta.

El inicio de la maduración de las frutas se observó que con el empleo de fertilización química se prolongó por más tiempo, mientras que cuando se empleó la aplicación en forma líquida la maduración de las frutas fue más rápida.

La utilización de lixiviado de lombriz en ambas concentraciones favoreció la producción de papaya.

Las temperaturas bajas de época invernal afectan la calidad de la fruta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez-Hernández JC; Castillo-Martínez CR; Apaez-Barrios M (2024). Evaluación de líneas seleccionadas de papaya para la conservación de características deseables. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 15(5) e 3723. <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i5.3723>

Álvarez-Hernández JC; Munro-Olmos D (2011). Relación entre el contenido de nitrógeno en peciolo y producción de frutos de papaya. Revista Bio Ciencias. 1(3):18-26.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Aguilar CC; Alcántara JJA; Leyva BS; Ayvar SS; Díaz VGE (2019). Rendimiento y rentabilidad de genotipos de papaya en función de la fertilización química, orgánica y biológica. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10 (3): 575-584.

Bueno-Jaquez JE; Alonso-Pérez A; Volke-Haller V; Gallardo-López F; Ojeda-Ramírez MM; Mosqueda-Vázquez, R (2004). Respuesta del papayo a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un luvisol. *Terra Latinoamericana*, 23: 409-415.

Damasceno JPC; Santana PTN; Gonzaga P M (2018). Estimation of genetic parameters of flower anomalies in papaya. *Crop breeding and applied biotechnology*. 18(1):9-15. <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332018v18n1a2>

Escamilla, García, JL.; Saucedo V, C.; Martínez, D.Ma. T.; Martínez, G.Á.; Sánchez, G. P.; Soto H. R. M. (2003). Fertilización orgánica, mineral y foliar sobre el desarrollo y la producción de papaya cv. Maradol. *Terra Latinoamericana*, 21 (2): 157-166.

FAOSTAT (2021). Estadísticas de la producción mundial de papaya. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

Hernández, C. A; Lugo, A, A., Ovando, C, M.E. (2011). Manual del paquete tecnológico de altos rendimientos en el cultivo de la papaya maradol para el estado de Morelos. Folleto para productores No. 57. 47 p.

Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. (s.f.). Proyecto de innovación y transferencia de tecnología de la papaya operado por el Cuerpo Académico Desarrollo Rural y Manejo Sustentable de Agroecosistemas, línea de investigación: Sociedad y desarrollo. Dr. Ernesto Castañeda Hidalgo (2023) <https://www.voaxaca.tecnm.mx/proyecto-de-innovacion-y-trasferencia-de-tecnologia-de-la-papaya-operado-por-el-cuerpo-academico-desarrollo-rural-y-manejo-sustentable-de-agroecosistemas-linea-de-investigacion-sociedad-y-desarrollo/>

Koul B; Pudhuval B; Sharma C; Kumar A; Sharma V; Yadav D; Jin JO (2022). Carica papaya L.: A Tropical Fruit with Benefits beyond the Tropics. *Diversity* 2022, 14, 683. <https://doi.org/10.3390/d14080683>

Maruchi AE; Tornet QY; Ramos RR; Farrés AE; Aranguren GM; Rodríguez MD (2008). Caracterización y evaluación de dos híbridos de papaya en Cuba. *Agríc. Téc. Méx.* 34(3):333-339.

Martin-Mex R; Nexticapan-Garcéz A; Herrera-Tuz R; Vergara-Yoisura S; Larqué-Saavedra A (2018). Efecto positivo de aplicaciones de ácido salicílico en la productividad de papaya (Carica papaya). *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 3(8):1637-1643.

Muñozcano RM (2011). Producción de plántulas y establecimiento de nueva variedad de papaya. Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, AC. Fundación Produce Sinaloa AC. Sinaloa. México. 6 p.

Rodríguez MA; Rodríguez NA; Dibut ÁB; Arozarena DN; Lino A; Aile de la CV; Rodríguez MA; Martínez A; Montero L; García M X; Rodríguez J (2011). Manejo agroecológico de la nutrición de papaya “Maradol roja” en



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

plantaciones de ciclo corto. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. Habana, Cuba. 10 p.

SADER (2024). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. México. <https://www.gob.mx/agricultura>

SIAP (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Atlas agroalimentario. 1ra. Ed. Ciudad de México. 231 p.

SIAP (2023). Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. SAGARPA. México. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar-comanuar.html>

Quiñones AEE; Hernández AE; Rincón EG; Ferrera CR (2012). Interacción de hongos micorrízicos arbusculares y fertilización fosfatada en papaya. *Terra Latinoam.* 30(2):165-176.

Quiñones AEE; López PL; Hernández AE; Ferrera CR; Rincón EG (2014). Simbiosis micorrízica arbuscular y fuentes de materia orgánica en el crecimiento de *Carica papaya* L. *Interciencia.* 39(3):198-204.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

PECUARIA



Y la abeja incesante, trabaja las horas necesarias en el día
Y cada vez que una flor abre y una abeja la visita,
Para acariciar los pétalos, para trasladar el polen
Donde se transporta la vida, la continuidad de la forma genuina.
Ellas se deleitan con el néctar, que a cambio
De esa historia de amor perfecta, nos proporciona el fruto y la semilla,
Producto del acto íntimo y silencioso, sin besar ni hablar, sin abrazar ni jurar, este amor le da vida al mundo.
Remembranzas del corazón, reconoce del amor de la abeja y la flor innata.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

EVALUACIÓN DE MÉTODO DE CRÍA DE ZÁNGANOS DE *Aphis mellifera* DE COLMENAS PADRE, DEL SEMEN DE SUB-ESPECIE DE ALTO RENDIMIENTO

Jorge Guadalupe Arce Ramírez¹; José Gonzalo Díaz de León Tobias², Francisco Chablé Moreno³, Estéfana Alvarado Bárcenas³, Georgette Guadalupe Arce Aguado⁴, Rubén Alberto Arce Aguado⁴

¹Apicultor de Celaya; ²Responsable de fruticultura SDAYR Guanajuato; ³Docentes del TecNM-Roque, ⁴Auxiliar de apiarío.

RESUMEN

Las abejas son agentes importantes en la polinización de la Frambuesa. El objetivo del ensayo fue de producir zánganos con progenitores machos de alta recolección de polen 2024, se seleccionaron por el tercer par de patas, la prensa de polen (corbícula) durante su reproducción de agosto a octubre. De los zánganos progenies F1, adaptados a la región, se seleccionaron fenotípica por la calidad del semen de los zánganos F1. Se seleccionaron 30 zánganos procedentes de tres colmenas distintas. El trabajo se desarrolló en la comunidad del rancho Gasca en Celaya, en San Antonio de los morales y 18 de marzo en Villagrán. De las colmenas seleccionadas los zánganos deben presentar abundante cantidad de bellos en tórax en el quinto tergito abdominal, mansedumbre, capacidad de colecta de polen. Para la reproducción de zánganos se indujo a las abejas reinas a la postura en las celdas ex profeso para el desarrollo del zángano. En la parte central del panel se realizó una abertura de un radio de 6 cm, entre franja de miel y polen por debajo del cabezal del marco criador, su alimentación por parte de la nodriza en estado de larva y que las obreras construyan las celdas con las dimensiones para la crianza de los zánganos. A los 24 días de nacimiento del zángano se capturaron a su regreso a la colonia, colocando un bloqueo de su entrada con excludor, después de su captura, se sometieron a un cambio de presión atmosférica, en una bolsa de plástico jumbo con oxígeno, para inducirlos a defecar y se trasladaron al laboratorio, en la primera hora se realizó la extracción del semen. Se obtuvieron tres dosis de 10 micro litros de semen, colectado por colmena se inseminaron tres abejas reinas vírgenes. Una vez fecundadas estas se colocan en una cámara identificada con número de registro, en su núcleo donde nació la progenie, para que sean recibidas a las nodrizas y reinas se alimenten y se acondicionan. Ya aceptada su postura se pasan a una cámara de cría a 10 marcos para su evaluación en campo. Colocando su trampa de polen para la evaluación de colecta de polen.

Palabras clave: *Aphis mellifera*, cruza, inseminación artificial, prensa de polen (corbícula)

ABSTRATC



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Bees are important agents in raspberry pollination. The objective of this study was to produce drones with male parents with high pollen collection. They were selected for their third pair of legs, the pollen press (corbicula), during their reproduction from August to October. From the F1 progeny drones, adapted to the region, they were phenotypically selected for the presence of pollen presses and the semen quality of the F1 drones was evaluated. Thirty drones were selected from three different hives. The work was carried out in the community of Rancho Gasca in Celaya, in San Antonio de los Morales, and in Villagrán on March 18th. Drones from the selected hives must have abundant hairs on the thorax of the fifth tergite, be tame, and have pollen-collecting capacity. For drone reproduction, queen bees were induced to lay eggs in cells specifically designed for drone development. In the central part of the honeycomb, a 6-cm-radius opening was made between a honey and pollen strip below the head of the brood frame. The bees were fed by the nurse bee in the larval stage, and the workers were required to construct cells with the dimensions necessary for drone rearing. Twenty-four days after the drone's birth, they were captured upon their return to the colony, blocking their entrance with an excluder. After capture, they were subjected to a change in atmospheric pressure, in a jumbo plastic bag with oxygen, to induce them to defecate and were transferred to the laboratory. In the first hour, semen extraction was performed. Three doses of 10 microliters of semen were obtained, collected from each parent hive, and three virgin queen bees were inseminated. Once fertilized, they are placed in a chamber identified with a registration number, in their nucleus where the progeny was born, so that they are received by the nurses and queens, fed and conditioned. Once their position is accepted, they are transferred to a 10-frame brood chamber for field evaluation. Their pollen trap is then placed for pollen collection evaluation.

Keywords: *Aphis mellifera*, crosses, artificial insemination, pollen press (corbicula)

INTRODUCCIÓN

La producción de zánganos es una técnica que se requiere para la fecundación de las abejas reina de la especie (*Aphis mellifera* L.), su multiplicación masiva se realiza en criaderos certificados de abejas reina (NOM – SAG/GAN-2015). La apicultura en Guanajuato es generadora económica importante, al emplear a 28,100 personas (SADER, 2023); además de generar una producción de núcleos de abejas, propóleos, cera, apitoxina, polen y miel, favorece la economía con aproximadamente \$2,278,810 (miles de pesos), resultado de su productividad (SADER, 2020). En Guanajuato existe la asociación de 550 de productores de miel (INIFAP, 2016), el cual aporta con el 0.76 % de la producción nacional con 37,000 colonias permitiendo producir 431 t anual, ocupa el lugar 21 de los estados productores de miel (CIATEJ, 2016).



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Actualmente en el estado de Guanajuato, no cuenta con criaderos certificados de abejas reina de mejoramiento y selección especializada de los zánganos, no se seleccionan progenies con características deseadas, ni banco de semen de progenitores seleccionados por región y temporada. Los criaderos certificados se encuentran en los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Cuernavaca. Los productores de abejas reina, pone especial atención a la cría del zángano. El 50% del éxito de la selección se debe a la producción de machos con alto vigor, por ello se requiere de buenas prácticas del apiario, evaluación de progenies en producción de miel y polen.

El apiario se puede establecer en varios municipios del estado de Guanajuato, donde se han detectado poblaciones de zánganos con características genotípicas y fenotípicas deseables. Las progenies a seleccionar deben alcanzar rendimientos de 25 kg promedio por colmena, comúnmente solo se logran 18 kg (Corona Apicultores, 2015; 2017). Estas características se pueden obtener mediante la inseminación artificial (INIFAP, 2008); técnica que se basa en la selección de los zánganos sanos y criados cuidadosamente, sin malformaciones morfológicas libres de parásitos, al eclosionar contienen todo el esperma con el que fecundan las reinas vírgenes (Baer 2005). La reina se insemina con esperma fresco para mantener una alta tasa de producción de huevos (1,500 - 2,000) por día en la estación más productiva (Corona, Apicultores, 2019), de los cuales un 10 -15% se utilizan en la cría de zánganos; los huevos ovipositados en celdas del zángano y por partenogénesis se desarrolla la cría, son criados por las abejas nodrizas, en el centro de nido de cría se marca el cabezal y se numera para su control de nacimientos, Los cuales al nacer y transcurrido 24 días, en alcanzar su madurez sexual, están listos para fecundar la reina con semen fresco una sola vez, estas deben almacenar y mantener vivo el espermatozoide en la espermatéca (Corona Apicultores, 2019). Los espermatozoides de las abejas melíferas son células largas y filamentosa con extremos cónicos, con una longitud de 250 -270 micrómetros y un ancho de 0.7 micro y contiene una cabeza muy estrecha y el centriolo y el flagelo que le permite la movilidad. Su estructura se basa en aminoácidos y enzimas (GACETA, 2022). La longevidad de los zánganos es de 20-40 días (Page y Peng 2001). Un zángano al nacer pesa entre 190.67 y 200.13 mg; una abeja pesa en promedio (100 mg) y la reina (250 ± 20 mg), alcanza su madurez sexual entre los 12 y 15 días después de su aceptación en el núcleo y puede aparearse hasta los 8 a 15 días de vida. Los zánganos son sensibles a estrés por antibióticos, pesticidas, estrés por frío y calor, el Fripónil, impacta en la fertilidad de los zánganos (GACETA, 648).

El semen se colecta y libre de contaminación se emplea para fecundar a las reinas seleccionadas. La apicultura en Guanajuato se requiere: repoblar los apiarios, establecer reinas de selección, aplicar métodos de crianza,



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

manejo de progenies en los productores, realizar un banco de progenies en el estado, fortalecimiento de tecnología a la producción apícola. Por ello es objetivo del presente trabajo consiste en la cría especializada de los zánganos de la especie *mellifera* adaptadas al estado de Guanajuato y obtener progenie de alta capacidad de producción polen en Berry.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló en Rancho El Cuervo en la unidad pecuaria: INO-PEC-GTO-11-0544, La comunidad San Antonio de los Morales en Villagrán, Guanajuato, la comunidad de 18 de marzo, municipio de Villagrán Guanajuato, con Coordenadas geográficas entre los paralelos 20° 36' y 20° 30' de latitud norte; los meridianos 100° 53' y 101° 07' de longitud Oeste, con altura de 1750 msnm; su clima se clasifica como Semicálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (60.55%) y semiseco semicálido (39.45%), con temperatura promedio anual de 18°C, con precipitación pluvial es de 600 milímetros (INEGI, 2020).

La flora de la localidad donde se estableció el apiario fue con de cultivo agrícolas de trigo, maíz y en macrotúneles con presencia de frambuesa (*Rubus idaeus* L.) fresa en macro túnel (*Fragaria vesca* L.), huerta de limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) y en campos con flora silvestre donde predomina la Jarilla Amarilla (*Barkleyanthus salicifolius*) y Mezquite (*Prosopis laevigata*) en la época de primavera, semilleros de alfalfa en mayo. En otoño la floración dominante es el Acahual (*Tithonia tubiformis*), Aceitilla amarilla (*Bidens serrulata*), Cahualillo (*Simsia amplexicaulis*), Pirul (*Schionus molle* L.) en ambas localidades (INIFAP, 2016).

El desarrollo del trabajo consistió en realizar una cavidad de forma circular con un radio de 6-7 cm con de cera de zángano para construcción por las obreras, para inducir a la reina poner huevos de zánganos para su desarrollo larvario. El segundo método se realizó sin poner cera de zángano en la cavidad del bastidor para que las obreras constructoras desarrollaran la elaboración de celdas para el establecimiento de espacios para el desarrollo del zángano; con ello la reina se induce a la postura de huevos para la producción de zángano y su posterior desarrollo. Las colmenas padres libres de antibióticos y tratamientos de acaricidas, libres de estrés por calor y frío, las abejas reinas empleadas para la oviposición y las larvas de los zánganos fueron de selección de fenotípica de colmenas en el año 2024, también la producción de celdas de zángano con una postura de 100 zánganos (nido de cría operculada) en la colmena de los progenitores padres, se introdujeron reinas inseminadas con una producción de 280-320 g de polen promedio recolectado por colmena por semana, evaluadas mediante charolas de trampa modificada (Datos personales, Arce 2024). Las colmenas de abejas adaptadas en la región del apiario de producción de miel, de las tres localidades (18 de marzo, en Villagrán



Guanajuato) y el (Ejido de Gasca del municipio de Celaya) y San Antonio de los morales en Villagrán Guanajuato) se seleccionaron 10 colmenas con abejas de características de abundancia de vellosidades abdominal y contar con prensa del polen o cesto de polen o corbícula en abejas obreras, recolección abundante de polen se utilizó trampas de polen al frente de las colmenas de los progenitores padres (Datos personales Arce, 2024). Esta característica de selección se destaca fue para dar seguimiento a la falta de polinización de frambuesa en rancho 18 de marzo.

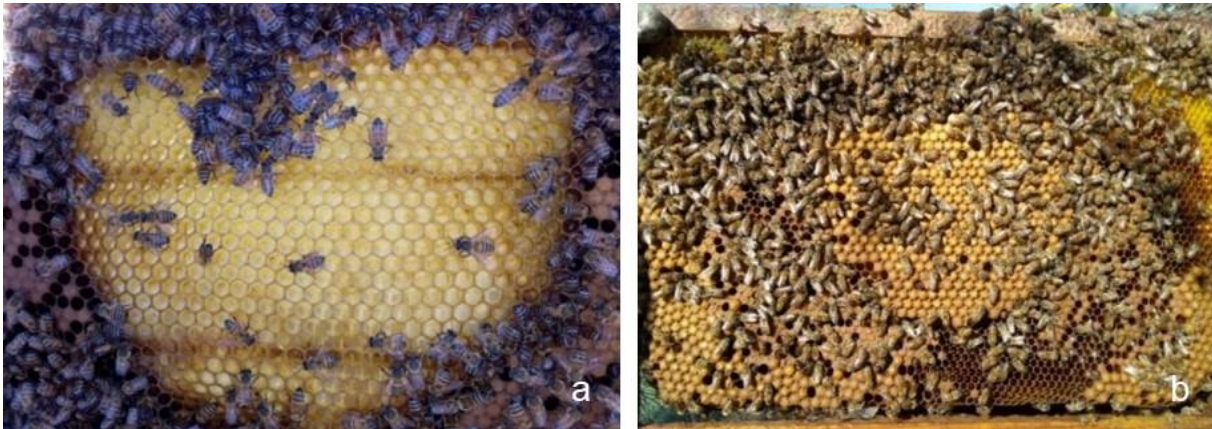


Figura 1. Características generales ovoposición de la reina para la producción de zángano: a) método de colocación de cera estampada de zángano; b) método de cavidad sin cera de estampada.

La producción de zánganos que se adapten a las condiciones ambientales del estado de Guanajuato, requiere de un trabajo de selección, observar el comportamiento de la recolección de polen y esta característica genética se evaluó durante un año, para ello se elaboró un protocolo de la inducción de reina a la postura de huevos en sitios específicos, para que las abejas obreras proporcionaran la alimentación adecuada para el desarrollo de zánganos, sanos y su nacimiento libre de malformaciones.

Los progenitores, con abejas obreras pecoreadoras o acopiadoras se seleccionaron de colonias de obreras con tamaños de patas con prensa de polen (corbícula) colores de tergitos abdominales, con vellosidad en tórax y quinto tergito, último anillo abdominal. Se observó el 30 % almacenamiento (pan de abeja) de polen en cabezal de panal de reserva, de los cuatro contenidos en la colonia. Se evaluó de la localidad de 18 de marzo, Villagrán Guanajuato, localidad de san Antonio de los Morales y Rancho la Chocha Ejido de Gasca, Guanajuato, donde se ubica el criadero instalado, unidad de producción INO-PEC-GTO-11-0918, especie apícola, que cuenta con patio de fecundación de 100 núcleos de fecundación, 10 colmenas padre y 20 criadoras, 10 colmenas madre.



Se recopiló el semen de los zánganos en tubos capilares de 10 microlitros por el método de jeringa Harbo para su extracción. Se utilizó un instrumento, Schley profesional para colocar el tubo capilar, solución salina, desinfectante, guantes de látex, lámpara led, placas de identificación con número para su registro de las colmenas padre, para su etiquetado del semen. La evaluación de la capacidad recolectora de polen se utilizó una trampa de piquera de polen modificada (Figura 5).



Figura 2. Panal de colmenas padres productores de progenitores: a) Progenitor padre adaptado a la región con características de producción de polen. b) pata con prensa de polen.

Durante el trabajo experimental se consideró las progenies que se han seleccionado de 30 ejemplares de cada colmena padre de las tres localidades y se observó caracteres de valor como alta vellosoidad en tórax y 5to tergito de los zánganos. Para obtener una dosis de semen de utilizaron 10-12 ejemplares. La evaluación de tipo cualitativo aplicando una descripción estadística para los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de realizar las cruza de las razas, las abejas obtenidas se colocaron en cámara de cría, para su desarrollo del nido cría, introducción de marco de ceras nuevas, colocación de trampa de polen, para su evaluación. (Progenitores seleccionados) se observó que la selección de las colmenas padre con zánganos bien formados de buen peso y sanos. Las colmenas padre en evaluación presentaron un comportamiento de las obreras, alta alimentación en larvas y un terminado de operculado en el nido de cría de zánganos. Presentaron un desarrollo de marcos criadores de zánganos. No se observó malformación en la eclosión (Figura 3).



Figura 3. Métodos de cría de zángano: a) colocación de cera; b) sin colocación de cera.

Los resultados de los métodos de cría de zánganos, tomando en consideración que las colmenas se indujeron a la producción de los zánganos en los meses de septiembre y octubre de 2024, sin incidencia de ácaros varroa destructor, considerando bajo estrés a la colmena, con cría operculada se produjeron 150 - 200 zánganos por colmena padre (Figura 4).



Figura 4. Características de las progenies: a) Nacimiento de progenie F1, Carniola primer tergito dorado con terminación ligeramente negro en Zánganos, en Hembras 4to y 5to tergito gris, 1ro, 2do y 3er tergito dorados y prensas de polen definidas.

Con la finalidad de evaluar la capacidad de recolección del polen se realizó la colocación de trampas para que las obreras recolectoras de polen hijas de colmenas padre, de la selección F1. Las cuales realizarán la colecta y traslado hasta la trampa colocada en la entrada de la piquera (parte de aterrizaje frontal de la colmena) el cual consistió en el establecimiento del dispositivo al frente de la colmena (Figura 5).



Figura 5. Características de la trampa de polen: a) lámina perforada transversal de desprendimiento de polen de la corbicula, tamiz del polen, charola de recolección y escape de recolectora, b) charola de polen recolectado.

La selección de progenitores para la colecta de semen por parte de los zánganos donadores se realizó mediante coleccionar el polen de las colmenas seleccionadas ubicadas en los macro túneles del cultivo a evaluar. Para determinación de capacidad recolecta se cuantificó las charolas de polen de cada colmena padre obteniendo un 20% a la visita del cultivo de Frambuesa (Figura 5: b)

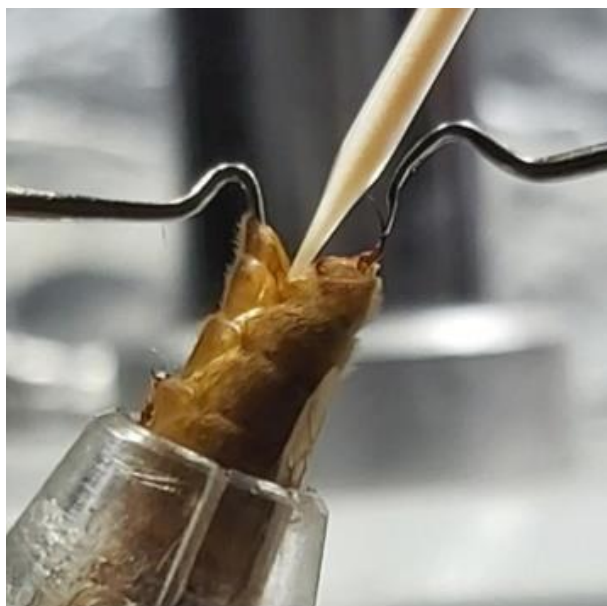


Figura 6. La inseminación de las abejas reinas con semen de los zánganos seleccionados por método de cuantificación de polen.

Para la determinación de la capacidad de madurez sexual de los zánganos, se estimularon de manera circular logrando la emersión parcial en un 20 % y el 80% de emersión total en el endofalo y cuernos amarillos, gracias a la alimentación del polen y néctar natural, la sanidad de la colmena, libres de pesticidas y de estrés, se



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

observó más cantidad de semen de color marmoleado y poco moco. Se logró su fácil extracción del semen en los capilares sin ser necesario la sin centrifugación con solución neutra.

CONCLUSIONES

Se identificaron poblaciones de la especie *mellifera* (Zángano) con alta capacidad productiva. En obreras de F1 con herencia genotípica en vellosidad y prensa de polen (corbicula).

En las colmenas existen caracteres dominantes identificables con capacidad productiva de polen y con rusticidad, mansedumbre y alta capacidad higiénica.

Se logró incrementar la polinización en el cultivo de Frambuesa en condición de macro túnel en un 20 por ciento.

Al momento de la cosecha menor índice de desgranamiento de la fruta.

En el sabor sensorial de la miel, se percibe un toque aromático a frambuesa, tonos suaves y color ámbar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEj4X27vwkncyNmpTebvsGw49tu7Sz_JBXEZmUq3zYZEQwcfao_jwedAE39yj7G8LVbOl6zYxv-lmTr0ZpEmSj_2uDkkvN0vgodzHiAlh81tePs0wF5W7QcQfPrJs6G6kyMUJK53jDs0D8F/s1600/bee_flower_TS2.jpg

<https://sada.org.ar/el-esperma-del-zangano-su-valor-su-calidad-y-sus-afectaciones/>

ACODIHUE (Asociación de Cooperación al Desarrollo Integral de Huehuetenango) (2015). Manual de apicultura. Comisión de Unión Europea, Revisión: Mariano Suasnávar, Gerardo de León, Miguel Angel Guzmán. 37 p. <https://coba.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/MANUAL-BASICO-DE-APICULTURA-I.pdf>

Arce-Ramírez JG (2022). Apicultor con 20 años de experiencias en el manejo de abejas y productor de miel, Celaya, Guanajuato.

Bradbear N (2005). La apicultura y los medios de vida sostenibles. Dirección de Sistemas de Apoyo a la Agricultura Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. ISBN 92-5-305074-8, ISSN 1813-601X

Cobey SW (2009). Inseminación artificial de abejas con Susan Cobey publicado en 7 de enero de 2009 <http://yuobee.com.watch>. <http://culturaapicola.com.ar/fotos/Cobey-jpg>. (Consultado, en Septiembre de 2023).

INEGI (2020). https://inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/11/11044.pdf



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Corona apicultores (2013). Morfología del aparato reproductor del zángano y reproducción. <http://coronaapicultores.blogspot.com/2013/10/morfología-del-aparato-reproductor-del.html>

Corona Apicultores. (s.a.). Razas de abejas. <http://coronaapicultores.blogspot.com/search/label/razas%20de%20abejas>

CIATEJ (Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco) A.C.

Corona Apicultores (2019). Espermoteca algo más que un órgano. http://coronaapicultura.blogspot.Com/2019_08_25_archive.html

Criterios para la diferenciación de razas de abejas. <http://coronaapicultura.blogspot.com/2017/02/criterios-para-la-diferenciacion-de-las.html>

Echazarreta GCA (2018). Apicultura y producción de miel. Contexto social y económico. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. pp. 109-111. Consultado: <https://www.cicy.mx/documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap2/18%20Apicultura%20y%20produccion.pdf>

Gaceta 648 (2022). Órgano de la sociedad argentina de apicultores. <https://sada.org.ar/gaceta-648/>

Harbo, J. (s.a). Responses to Varroa by honey bees. http://resistantbees.com/blog/?page_id1659

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) (2016). Libro técnico Flora nectarífera y polinífera de Guanajuato. Centro De Investigación Regional Centro Campo Experimental Bajío Celaya Gto. México, 156 p.

Ramos DAL (2016). Producción y comercialización de miel y sus derivados en México, Mérida, México.

Rebolledo RR; Guiñez VCG; Araneda DX; Aguilera PA (2008). Estudio comparativo de la producción de miel con una y tres reinas por colmena en la zona de Nueva Imperial, Chile. IDESIA (Chile), 26 (2): 19-2519.

Reyes J; Galarza J; Muñoz R; Moreno A (2018). Diagnóstico territorial y espacial de la apicultura en los sistemas agroecológicos de la Comarca Lagunera. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 5(2): 215-228. <https://doi.org/10.29312/remexca.v5i2.961>

SADER (2023) (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural).



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

SEMILLAS



La semilla contiene el embrión guardado. Entre cotiledones y el endospermo hendido. Un embrión quiescente, que descansa tranquilo, Y cuando el agua llegue y en la tierra acurrucada Me verás salir airosa, portento de planta engalanada Puede vivir en mí, la diversidad escondida. La nueva semilla dorada que se multiplica en cientos de flores coloridas en el paso del devenir ansioso. O en grano sustento de los alimentos deseados. Nada me detiene, la ciencia se ha asfixiado Cada especie tiene secretos, que se guarda para sí, nada de misterios, es la semilla bien tratada, Pero en Roque no se detiene y me consienten demasiado



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE MAÍZ BAJO ENVEJECIMIENTO ACELERADO A 48 Y 72 H

José R. Cañada Peña¹ Luis P. Guevara Acevedo^{2§}, Mariano Mendoza Elos², Luis Ramón Sánchez Rico², María E. Gallardo Rodríguez², Abril de M. Montesinos Bernal²

¹Estudiante de Ingeniería en Agronomía TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. ² TecNM-campus Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. ³TecNM-Roque, Celaya, Gto.

[§]Autor de correspondencia: luis.ga@roque.tecnm.mx

RESUMEN

Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto fisiológico del envejecimiento acelerado en semilla de maíz variedad Roque García Tropical, se llevó a cabo en el laboratorio de Fitosanidad del Instituto Tecnológico Nacional de México campus Roque, se sometieron las semillas a dos tratamientos de envejecimiento acelerado, con duraciones de 48 y 72 h. Para esto, se colocaron 100 semillas sobre una malla metálica en charolas plásticas, a las cuales se les vertió agua hasta la mitad de su capacidad y se introdujeron en una estufa y se mantuvieron ahí durante 48 y 72 h a 60 °C, una vez concluido el proceso de envejecimiento, las semillas se sembraron en una cama de arena, distribuidas en tres surcos de 25 semillas, se regaron cada tercer día, después de la siembra, se monitorearon la emergencia de las plántulas diariamente, se seleccionaron cinco plantas al azar por surco en cada tratamiento, se les realizó un proceso de lavado y secado, y posteriormente se midieron variables como la altura de la planta, la plúmula y la raíz, para el peso fresco, las plantas fueron pesadas en una balanza, después, se separaron en raíz, plúmula, hojas y semilla para pesarse, estas mediciones se repitieron después de 15 días después del primer pesaje. Los resultados indican que las plantas que experimentaron un envejecimiento acelerado a 48 h mostraron valores superiores en las variables evaluadas en comparación con el envejecimiento acelerado a 72 h.

Palabras clave. Viabilidad, vigor, envejecimiento, peso fresco, plantas

ABSTRACT

This work was carried out with the objective of evaluating the physiological effect of accelerated aging at 48 and 72 h in Roque García Tropical variety corn seed. It was carried out in the Phytosanitary laboratory of the Instituto Tecnológico Nacional de México campus Roque. For this, 100 seeds were placed on a metallic mesh on top of



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

plastic trays, to which water was poured up to half of their capacity and they were introduced in an oven and kept there for 48 and 72 h at 60 °C, once the aging process was concluded, the seeds were sown in a bed of sand, distributed in three furrows of 25 seeds, they were watered every third day after sowing, Five plants were randomly selected per furrow in each treatment, they were washed and dried, and then variables such as plant height, plumule and root were measured, for fresh weight, the plants were weighed on a balance, then they were separated into root, plumule, leaves and seed to be weighed, these measurements were repeated after 15 days after the first weighing. The results indicate that plants that underwent accelerated aging at 48 h showed higher values for the variables evaluated compared to accelerated aging at 72 h.

Keywords: *Viability, vigor, aging, fresh weight, plants*

INTRODUCCIÓN

El maíz es un recurso agrícola de gran valor, posicionándose como el tercer cereal de mayor relevancia en el mundo, para 2023, Estados Unidos, China, Brasil y Argentina son los países líderes en producción de maíz a nivel global, con la capacidad de generar el 76% de las exportaciones a nivel mundial (Chavira *et al.*, 2024). Teniendo en cuenta la alimentación humana, específicamente México se sitúa como el octavo productor a escala global y uno de los principales consumidores del producto (García-López *et al.*, 2023). Por lo cual, el cultivo de maíz es el más relevante de la nación y refleja en gran parte la esencia y los desafíos de la agricultura mexicana desde la perspectiva del comercio internacional. El grano de maíz representa el rubro más relevante de las importaciones de bienes agropecuarios del país (González *et al.*, 2010), por lo que la siembra de maíz es crucial para la economía mundial, dado que el grano puede ser utilizado en la alimentación o como forraje para nutrir al ganado. Por ello, en México se cultivan entre 7.5-8 millones de hectáreas para la recolección de grano y 608, 700 para el cultivo de maíz forrajero (García-López *et al.*, 2023), La calidad de la semilla de variedades mejoradas de maíz es crucial para un establecimiento uniforme y rápido del cultivo, además de una elevada productividad (Virgen-Vargas *et al.*, 2016), por lo que la utilización de semillas de alta calidad representa una de las inversiones más lucrativas en la economía de cualquier agricultor, y respalda ampliamente la investigación en métodos apropiados para una semilla de maíz de excelente calidad, también se sabe que la calidad y el rendimiento pueden incrementarse mediante modificaciones en las prácticas de agricultura (García-Rodríguez *et al.*, 2018), teniendo en cuenta que la calidad de las semillas se determina por diversos factores: el genotipo de la planta, las condiciones meteorológicas durante su crecimiento y las tareas culturales llevadas a cabo desde la plantación hasta la recolección, esta se configura a partir de los impactos de sus características genéticas, físicas, fisiológicas y de salud (Hernández *et al.*, 2016), excelente sanidad, viabilidad, vigor, bajo



grado de daño mecánico, tamaño y peso adecuados para una alta uniformidad. La calidad fisiológica es imprescindible para alcanzar una capacidad germinativa significativa. Esta capacidad se refiere a la característica que posibilita a la semilla, tras eliminar la dormancia, germinar en condiciones propicias y producir una nueva planta (García, 2022), la prueba de envejecimiento acelerado es una de las pruebas más sensibles, eficaces y empleadas para evaluar el vigor de la semilla en diversas especies. la calidad fisiológica entre lotes de semilla y predice la capacidad de almacenamiento de las semillas, además de evaluar porcentajes de emergencia en campo de las plántulas bajo condiciones ambientales desfavorables (Fontana *et al.*, 2016), Cuando las semillas están expuestas a estas condiciones, provocamos que la tasa de crecimiento disminuya, se observa un incremento significativo en el deterioro, lo que señala lotes de semilla con bajo vigor, se observa una reducción significativa de la viabilidad tras ser expuesta a estrés por el proceso de envejecimiento (Tunes *et al.*, 2011). Es por ello por lo que el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto fisiológico del envejecimiento acelerado a 48 y 72 h en semilla de maíz variedad Roque García tropical.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el experimento se utilizó la variedad de semilla Roque García Tropical y se llevó a cabo en el laboratorio de Fitosanidad del Instituto Tecnológico Nacional de México campus Roque, la cual fue sometida a dos tratamientos de envejecimiento acelerado con lapsos de 48 y 72 h, para esto se colocaron 100 semillas sobre una malla de metal arriba de charolas de plástico con dimensiones de 27 x 21 x 3 cm, a las cuales se le vertió agua a la mitad de su capacidad, estas fueron introducidas en una estufa (FELISA®) con una temperatura de 60 °C donde se conservaron durante 48 y 72 h, al concluir con el lapso de tiempo, las charolas fueron retiradas y las semillas fueron sembradas en 3 surcos, cada uno con 25 semillas, en una cama de arena, con riegos cada tercer día hasta alcanzar la capacidad de campo, después del día de siembra se contabilizó las plantas que emergieron. En el momento donde la emergencia se mantuvo estable durante tres días seguidos, se seleccionaron 5 plantas al azar por surco de ambos tratamientos, las cuales se lavaron, secaron y posteriormente se midió la altura de la planta, la plúmula y la raíz con una regla (MAPED®), para sacar el peso fresco las plantas seleccionadas fueron pesadas en una balanza de precisión (ADAM®), y después se cortaron la raíz, la plúmula, las hojas y la semilla, se pesaron en la balanza de precisión y se guardaron en bolsas de papel y secadas en una estufa (FELISA®) a 72 °C durante 48 y 72 h, al concluir con el lapso de tiempo requerido las plantas fueron extraídas y nuevamente pesadas, incluyendo cada segmento de manera individual. Las plantas restantes fueron dejadas crecer durante 15 días más para repetir el mismo proceso de medición y pesaje. Con los resultados de cada variable en cada tiempo se realizó un análisis de varianza en un diseño de



bloques al azar con 3 bloques y dos tratamientos, cuando este presento diferencias ($P > 0.05$) se realizó una prueba de medias Tukey usando el programa SAS systems (9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron efectos significativos al 95% de significancia ($Pr > F$) de los tratamientos de envejecimiento acelerado a 48 y 72 h en las variables de altura de planta (0.0451*), peso fresco de la plúmula (0.015*), peso seco de semilla (0.0109*), biomasa de la plúmula (0.0229*), a los 8 días después de siembra, estos valores coinciden con lo reportado por Gonzales *et al.* (2014) quien obtuvo valores significativos en la variable de peso fresco de plúmula, mientras que para Chicaiza & Quevedo (2022) la variable de altura de planta no presento significancia a los 10 días después de la siembra en semilla de maíz, por otro lado, Cervantes-Ortiz *et al.* (2016), al igual que Durán-Hernández *et al.* (2011) coinciden las variables de biomasa de la plúmula y peso seco de la semilla siendo valores significativos en el envejecimiento a 10 días después de siembra en semillas de maíz. También se observaron valores que no presentaron significancia en las variables de longitud de plúmula (0.0960^{ns}), longitud de raíz (0.5930^{ns}), peso fresco de la planta (0.4955^{ns}), peso fresco de la raíz (0.6225^{ns}), peso fresco de la semilla (0.0521^{ns}), peso fresco de las hojas (0.116^{ns}), peso seco de la planta (0.1138^{ns}), peso seco de raíz (0.0717^{ns}), peso seco de hojas (0.1900^{ns}), peso seco de plúmula (0.235^{ns}), biomasa de la planta (0.2616^{ns}), biomasa de la raíz (0.3251^{ns}), biomasa de la semilla (0.3408^{ns}), biomasa de hojas (0.1134^{ns}), para las variables de longitud de raíz y plúmula los valores coinciden con lo reportado por Valle-Moysén *et al.* (2017), quien también obtuvo valores no significativos en el cuarto y séptimo día en Elotes Occidentales, mientras que Gonzales *et al.* (2014) coincidió en las variables de peso fresco de la planta, peso seco de la planta, peso fresco de raíz, peso fresco de semilla, peso fresco de hojas, peso seco de hojas obteniendo resultados no significativos en los tratamientos de 24 y 48 h de envejecimiento acelerado en semilla de maíz, por otro lado se concordó con Durán-Hernández *et al.* (2011), en los resultados de peso seco de raíz, peso seco de plúmula, biomasa de la planta, biomasa de raíz en maíces azules criollos, de acuerdo con Cervantes-Ortiz *et al.* (2016), la biomasa de la semilla y biomasa de las hojas, no presentaron significancia coincidiendo con los resultados obtenidos con las pruebas de envejecimiento acelerado.

Cuadro 1. Efecto del envejecimiento acelerado a 48 y 72 h en la calidad fisiológica de la semilla de maíz a los 8 días después de siembra.

No	Tratamiento	Altura de planta (cm)	Peso fresco plúmula (g)	Peso seco semilla (g)	Biomasa de plúmula (g)
1	Envejecimiento 48 h	13.23 a	0.15 a	0.16 b	0.13 a
2	Envejecimiento 72 h	11.53 b	0.11 b	0.20 a	0.10 b



En el Cuadro 1 presenta los resultados de la longitud y el peso de las plantas que fueron sometidas al envejecimiento acelerado de 48 h y 72 h en el cual se observa que el envejecimiento a 48 h presento los valores más altos en las variables de altura de planta, peso fresco de plúmula, y biomasa de plúmula, a la par con Chacaiza & Quevedo (2022), quienes sus valores más altos fueron los del envejecimiento a 48 h en las variables de altura de planta y peso fresco de plúmula, mientras que a diferencia con Durán-Hernández *et al.* (2011), el peso seco de semilla y la biomasa de la plúmula sus valores más altos son del envejecimiento a 48 h.

Asimismo, para el tratamiento del envejecimiento acelerado, a 15 días posteriores a la primera evaluación, se presentó un nivel de significancia al 99 % en las variables de longitud de raíz (0.0014**), peso fresco de raíz (0.0050**), y biomasa de la raíz (0.0040**), los resultados obtenidos coinciden con Estrada (2023) en las variables de longitud de raíz y peso fresco de raíz son altamente significativas a los 21 días después de siembra en el envejecimiento acelerado de maíz, de igual manera coinciden con Torres (2021) quien presento valores altamente significativos en la biomasa de la raíz a los 75 días después de siembra en cebada. También se observó un nivel de significancia al 95 % en variables como el peso fresco de planta (0.0171*), peso fresco de hojas (0.0448*), peso seco de hojas (0.0359*), biomasa de planta (0.0154*), biomasa de hojas (0.0472*). Estos valores coinciden con lo relacionado por Estrada (2023) en el peso fresco de las plantas, peso fresco de hojas que obtuvo valores significativos a los 21 días después de siembra en el envejecimiento acelerado de maíz. Por otro lado, se obtuvo un valor diferente a lo reportado por Hernández *et al.*, (2020) quien obtuvo un valor altamente significativo en el peso seco de las hojas en plantas de maíz. Mientras que para Torres (2021) la biomasa de la planta obtuvo un valor significativo a los 75 días después de siembra con envejecimiento en cebada, de igual manera para Cervantes-Ortiz *et al.* (2016) quien reporto valores significativos en la biomasa de las hojas a los 15 días después de la siembra en semilla de maíz con envejecimiento acelerado. Aunque también se presentaron valores no significativos en las variables de altura de planta (0.8491^{ns}), longitud de plúmula (0.3495^{ns}), peso fresco de semilla (0.2395^{ns}), peso fresco de plúmula (0.9551^{ns}), peso seco de planta (0.1040^{ns}), peso seco de raíz (0.0569^{ns}), peso seco de semilla (0.8899^{ns}), peso seco de plúmula (0.2987^{ns}), biomasa de la semilla (0.1951^{ns}), biomasa de plúmula (0.9434^{ns}), los resultados son irrelevantes a los reportados por Chacaiza & Quevedo (2022) quienes obtuvieron resultados altamente significativos en las variables de altura de planta y peso seco de planta a los 15 días después de siembra con envejecimiento acelerado, de igual manera no se coincidió con lo reportado con Domínguez-Martínez *et al.* (2024) quien obtuvo valores altamente significativos en la longitud de la plúmula a los 14 días después de siembra en semilla de cebada, por otro lado se coincidió con los reportado por Vitoria & Natera (2007) quien obtuvo valores no significativos en variables de peso fresco de la plúmula, peso seco de la plúmula, mientras que, no coincidió



en la variable del peso seco de la raíz ya que obtuvieron valores significativos en el cultivo de maíz a los 16 días después de siembra en los tratamientos de envejecimiento acelerado, para las variables de biomasa de semilla y biomasa de la plúmula no se coincide con lo reportado por Cervantes-Ortiz *et al.* (2016) quien reporto valores significativos en estas variables a los 15 días después de la siembra en semilla de maíz con envejecimiento acelerado. Por último, no hubo relación con lo reportado por Gonzales *et al.* (2014) que obtuvo valores significativos para el peso fresco y seco de las semillas a los 16 días después de siembra en la semilla de maíz.

Cuadro 2. Efectos del envejecimiento a las 48 h y 72 h en parámetros de crecimiento y peso fresco de la planta de maíz a los 15 días después de siembra

No	Tratamiento	Longitud de raíz (cm)	Peso fresco planta (g)	Peso fresco Raíz (g)	Peso fresco hojas (g)
1	Envejecimiento 48 h	13.46 a	4.46 a	0.80 a	3.34 a
2	Envejecimiento 72 h	10.73 b	3.46 b	0.49 b	2.70 b

En el Cuadro 2 se observan los valores de los tratamientos de envejecimiento acelerado a los 48 h y 72 h a los 15 días después de primera evaluación, en donde se observa que los valores más altos se obtuvieron del envejecimiento a 48 h, longitud de raíz, peso fresco de planta, peso fresco de raíz, peso fresco de hojas, estos resultados coinciden con lo reportado por Estrada (2023) la longitud de raíz y los pesos, el valor más alto lo obtuvo en el envejecimiento a 48 h a los 21 días después de siembra

Cuadro 3. Impacto del Envejecimiento a 48h y 72h en los parámetros de peso seco y biomasa en plantas

No	Tratamiento	Peso seco hojas (g)	Biomasa planta (g)	Biomasa raíz (g)	Biomasa hojas (g)
1	Envejecimiento 48h	0.30 a	4.05 a	0.74 a	3.03 a
2	Envejecimiento 72h	0.24 b	3.11 b	0.45 b	2.45 b

Se observa que los resultados de mayor valor se obtuvieron en el tratamiento de envejecimiento a las 48 h de las variables de peso seco de hojas, peso seco de hojas, biomasa de la planta, biomasa de raíz, biomasa de hojas (Cuadro 3), estos datos obtenidos coinciden con lo reportado por Rivas (2018), quien sus valores más altos se presentan en el envejecimiento a los 48 h esto a los 22 días después de la siembra.

CONCLUSIONES

El envejecimiento acelerado a 48 h potencia el crecimiento inicial y la biomasa de las plántulas de maíz, en contraste con el envejecimiento a 72 horas. Esto señala que un largo período de envejecimiento podría impactar



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

de manera adversa en la calidad fisiológica de la semilla, disminuyendo su habilidad para desarrollarse precozmente. A mayor tiempo de envejecimiento, desmerece sustancialmente la viabilidad de la semilla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Domínguez-Martínez AP; Alejos-de la Fuente JI; Vaquera-Huerta H; Pro-Martínez A; Torres-Hernández G; Iban Mendoza-Pedroza S; Armando Villarreal-González J (2024). Calidad y vigor en semilla de cebada cv. Brennus. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 11.

Cervantes-Ortiz F; Hernández-Esparza J; Rangel-Lucio JA; Andrio-Enríquez E; Mendoza-Elos M; Rodríguez-Pérez, G; Guevara-Acevedo LP (2016). Aptitud combinatoria general y específica en la calidad de semilla de líneas S3 de maíz. Revista fitotecnia mexicana, 39(3): 259-268.

Chavira MEE; Velázquez MRH; García SVG (2024). Potencial de producción para Maíz Blanco (*Zea mays* L.) en México. Semestre Económico, 13(1): 34-44.

Chicaiza-Gómez DA; Quevedo Andino HB (2022). Determinación de la calidad fisiológica de cinco genotipos de semillas de maíz (*Zea mays*) en condiciones de campo y laboratorio.

Durán-Hernández D; Gutiérrez-Hernández GF; Arellano-Vázquez JL; García-Ramírez E; Virgen-Vargas J (2011). Caracterización molecular y germinación de semillas de maíces criollos azules con envejecimiento acelerado. Agronomía mesoamericana, 22(1): 11-20.

Estrada Madrigal Y (2023). Efecto de bioproductos sobre la calidad fisiológica de semillas de dos variedades de maíz (*Zea mays* L.) (Doctoral dissertation, Universidad de Sancti Spiritus "José Martí Pérez").

Fontana A; Pérez VR; Luna CV (2016). Pruebas de envejecimiento acelerado para determinar vigor de semillas de *Prosopis alba* de tres procedencias geográficas. Fave. Sección ciencias agrarias, 15(1), 0-0.

García-Bosmediano EE (2022). Evaluación de características fisiológicas de maíz (*Zea mays*) de cinco colectas (Línea UTC) en el Centro Experimental Salache CEASA-2022.

García-López, D. A., & Hernández, R. A. (2023). Estudio de altas densidades de siembra en la producción de maíz (*Zea mays*) híbrido. Revista Tecnología en Marcha, 36(4): 160-168.

García-Rodríguez JJ; Ávila-Perches MA; Gámez-Vázquez FP; Gámez-Vázquez AJ (2018). Calidad física y fisiológica de semilla de maíz influenciada por el patrón de siembra de progenitores. Revista fitotecnia mexicana, 41(1): 31-37.

González-Estrada A; Alferes Varela M (2010). Competitividad y ventajas comparativas de la producción de maíz en México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 1(3), 381-396.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

González-Rodríguez F; León-Gómez D; Borges-Gómez L; Pinzón-López L; Magaña-Magaña M; Sangines-García R; Urrestarazu-Gavilán M (2014). Envejecimiento acelerado sobre la calidad de semillas de maíz para producir germinados para forraje alternativo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(SPE8): 1487-1493.

Hernández EM; Hernández AM; Contreras AM; Saldaña TM; Velázquez MAJ; Escudero JS; Cué JLG (2020). Evaluación de la calidad física y fisiológica de semilla de maíz nativo. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 17(3), 569-581.

Hernández EM; Hernández AM; Contreras JAM; Saldaña TM; Velázquez MAJ; Escudero JS; Cué JLG (2020). Evaluación de la calidad física y fisiológica de semilla de maíz nativo. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 17(3): 569-581.

Rivas FEN (2018). Efecto de Campos Magnéticos Estáticos aplicados en semillas envejecidas sobre la ontogenia del cultivo de *Lactuca sativa* L (Doctoral dissertation, Universidad Austral de Chile).

Sánchez OI; Pérez-Urria CIE (2014). Maíz (*Zea mays*). <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/ae41001e-474e-4d61-b12f-90f071ff82b1/content>

Torres TMA (2021). Carácter primogenito de stay-green, su estabilidad e importancia en la calidad de cebada imberbe *Hordeum vulgare* (Lineo, 1753) (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).

Tunes LM; Tavares LC; Araujo Rufino C; Fernandes VJ; Acunha TDS; Souza-Albuquerque BA C; Briao Muniz M F (2011). Accelerated aging of onion seeds (*Allium cepa* L.) submitted to saturated salt solution. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 5, 244–250. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2011v5i2.1264>

Valle-Moysén R; Covarrubias-Prieto J; Ramírez-Pimentel JG; Aguirre-Mancilla CL; Iturriaga de la Fuente G; Raya-Pérez, JC (2017). Osmoacondicionamiento de semilla de maíz pigmentado (*Zea mays* L.) Bofo y Celaya. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(5): 1073-1086.

Virgen-Vargas J; Zepeda-Bautista R; Avila-Perches MA; Espinosa-Calderón A; Arellano-Vázquez JL; Gámez-Vázquez AJ (2016). Producción y calidad de semilla de maíz en Valles Altos de México. *Agronomía Mesoamericana*, 191-206.

Vitoria H; Natera JRM (2007). Relación de la calidad fisiológica de semillas de maíz con pH y conductividad eléctrica. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 39(2): 91-100.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

MICROORGANISMOS PROMOTORES DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE BRÓCOLI

José Gómez Espinoza^{1,2*}; Miguel Ángel Ávila Perches¹; Alfredo Josué Gámez Vázquez¹; Anabel Flores Lee⁴; María Guadalupe Gómez Espinoza³; Ahuiztolt de Jesús Joaquín Ramos²,

¹INIFAP, Campo Experimental Bajío, Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Km. 6.5, C.P. 38010, Celaya, Guanajuato, México.

²Departamento de Posgrado, TecNM-Roque, Carretera, Juventino Rosas - Celaya Km.8, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México.

³Universidad Politécnica de Pénjamo. Carretera Irapuato-La Piedad km 44, predio El Derramadero, Pénjamo, Guanajuato, México CP

36921, ⁴Departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Instituto Tecnológico Superior de Abasolo, Cuitzeo de los

Naranjos CP 36976, Abasolo Gto. * ahuiztolt.jr@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El brócoli pertenece a la familia de las *Crucíferas* y al género *Brassica oleraceae* L. var. *Itálica*, es originario del Mediterráneo Oriental (Asia Menor, Líbano, Siria, etc.) y aunque se conocía en Europa, su cultivo fue introducido a México en la década de los noventa. Guanajuato obtiene más del 50 % de la producción nacional en México; sin embargo, es importante asegurar una germinación de semillas mayor al 85 %. El objetivo de este trabajo evaluar el potencial de siete cepas para mejorar el establecimiento de plántulas de brócoli en invernadero y determinar los efectos sobre la producción de la planta con las cepas seleccionadas. Para lo cual se usaron siete microorganismos aislados de microbiomas silvestres que se sembraron en agar SNA y a los siete días se obtuvieron las esporas con una solución de Tween 20. Las semillas fueron desinfectadas y sumergidas en una solución de 1×10^8 esporas de las cepas seleccionadas. Los resultados indican que para la variable de plántula el tratamiento MT3 fue el mejor. Así mismo, se pudo concluir que el microorganismo denominado MT3 tuvo una mejor respuesta como promotor de crecimiento vegetal en comparación con los demás tratamientos incluyendo los testigos.

Palabras clave: brócoli (*Brassica Oleracea* L. var. *Itálica*), microorganismos, microbiomas, germinación.

ABSTRACT

Broccoli belongs to the *Cruciferae* family and the genus *Brassica oleraceae* L. var. *Italica*. It is native to the Eastern Mediterranean (Asia Minor, Lebanon, Syria, etc.). Although it was first discovered in Europe, its cultivation was introduced to Mexico in the 1990s. Guanajuato accounts for more than 50% of Mexico's national



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

production; however, it is important to ensure seed germination rates greater than 85%. The objective of this study was to evaluate the potential of seven strains to improve broccoli seedling establishment in greenhouses and determine the effects of the selected strains on plant production. Seven microorganisms isolated from wild microbiomes were plated on SNA agar, and spores were obtained seven days later using a Tween 20 solution. The seeds were disinfected and immersed in a 1×10^8 spore solution of the selected strains. The results indicate that the MT3 treatment was the best for the seedling variable. It was also concluded that the microorganism called MT3 performed better as a plant growth promoter compared to the other treatments, including the controls.

Keywords: *broccoli (Brassica Oleracea L. var. Italica), microorganisms, microbiomes, germination.*

INTRODUCCIÓN

El brócoli pertenece a la familia de las *Crucíferas* y al género *Brassica oleracea*, es originario del Mediterráneo Oriental (Asia Menor, Líbano, Siria, etc.) y aunque se conocía en Europa, el brócoli fue introducido a México como cultivo comercial en la década de los noventa (Rocha y Cisneros, 2019). Es una de las hortalizas muy nutritiva con alto contenido de vitamina C, B2 (riboflavina), provitamina A, potasio y fósforo (SIAP, 2022). El brócoli posee alto contenido de agua hasta un 90% de su composición (Centeno-Rodríguez *et al.*, 2017). La producción en México para el año 2022 fue de 632, 258 t. Guanajuato es el principal estado productor con 412,826 t se obtiene el 65.3 % del volumen nacional (SIAP, 2022).

El uso de microorganismos del suelo es esencial en la sostenibilidad de los ecosistemas y actualmente se ha ampliado, lo que incluye el evaluarlos como promotor de la germinación de semillas. Éstos actúan como principales agentes impulsores del ciclo de nutrientes y mejoran la eficiencia de su absorción por las semillas y plantas (Becquer, 2019). Los mecanismos por los que los microorganismos promotores de crecimiento vegetal ejercen efectos positivos sobre las plantas son numerosos; sin embargo, se pueden mencionar la fijación de nitrógeno y la solubilización del fósforo. Además, pueden asociarse a la producción de fitohormonas y la protección contra hongos patógenos (Moraga-Suazo y Opazo, 2016). Uno de los aspectos importantes es que en algunos casos llegan a romper la latencia en algunas semillas y por consecuencia incrementan el porcentaje de germinación (Terry *et al.*, 2005). Por lo cual el objetivo del presente trabajo fue evaluar el potencial de siete cepas para mejorar el establecimiento de plántulas de brócoli en invernadero y determinar los efectos sobre la producción de la planta con las cepas seleccionadas.



MATERIALES Y MÉTODOS

Las cepas se recuperaron de plantas silvestres del estado de Guanajuato. Las cuales una vez aisladas, se seleccionaron morfológicamente y de esta manera se optó por siete cepas identificadas con las siguientes abreviaturas y así mismo se especifica de donde fueron aislados; MR1-B (Tejido de nopal, *Opuntia spp*), MT3 (Tejido de nopal, *Opuntia spp*), 22 (Flor de Venenosilla, *Asclepias linaria*), 17 (Raíz de Venenosilla, *Asclepias linaria*), MR6 (Rizosfera de nopal, *Opuntia spp*), 1 (Tejido de Sangregado, *Jatropha dioica* Sessé ex Cerv.) y 7 (Raíz de Sangregado, *Jatropha dioica* Sessé ex Cerv.), que se conservan en condiciones adecuadas en el edificio de Posgrados en el Instituto Tecnológico de Roque.

Evaluación en invernadero de las cepas seleccionadas: Se evaluaron siete cepas inoculadas con una dosis de 1×10^8 Unidades Formadoras de colonias (UFC) y dos testigos; superior (Ácido giberélico) inferior (agua). Para la primera etapa se inocularon las semillas y se pusieron en inmersión durante cinco horas, después se sembraron en las charolas de germinación con sustrato peat most y vermiculita en proporción 3:1 y se incubaron en la cámara de germinación la cual estaba aislada de luz durante 72 horas a una temperatura de 27°C. Para después transferirse al invernadero.

Se evaluó la germinación y velocidad de emergencia: Se realizaron conteos diarios del número de semillas germinadas, considerando semillas con la radícula brotada. Se tomaron datos a partir del cuarto día de siembra hasta el día 15 donde se expresaron los resultados en porcentaje. Posteriormente, se hizo la toma de datos de longitud de tallo (LT), longitud de raíz (LR) y diámetro de tallo (DT) y área foliar: se midió la circunferencia de la planta, se utilizó el programa Image J (Imaje J), donde en cada una de las fotos se tomó como referencia un vernier, para establecer una escala (1 cm) y de esta manera se redujo el error de medición. Además, se analizó el peso seco, para lo cual, se secaron las plántulas en un horno a una temperatura de 75°C por 72 horas, posteriormente se hizo la toma de datos los cuales se expresaron en gr/planta. Las evaluaciones se hicieron en tres diferentes fechas; a los 20, 25 y 35 días después de la siembra. El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Ubicado en Celaya, Gto.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (cuadrados medios) para estos parámetros (Cuadro 1) nos indica que en los tratamientos de las variables de plántula en invernadero AF, LT, DT, hubo diferencias altamente significativas y se indica que para las variables DR.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables de plántula en invernadero a los 20 días.

F.V.	G.L.	AF	LT	DT	L R
TRAT	8	5.2307 **	5.9232**	0.0039 **	8.0171 *
Error	52	0.5002	0.2430	0.0004	1.7527
CV (%)	----	20.5	9.2	10.8	1.7

* indica significancia estadística al nivel 0.05 de probabilidad; ns indica no significativo; AF=área foliar, LGT=longitud de tallo, DT=diámetro de tallo y LR=longitud de raíz.

Cuadro 2. Comparación de Medias del análisis de las variables de plántula en invernadero a los 20 días de siembra.

Tratamiento	Germinación (%)	AF (cm ²)	LT (cm)	DT (cm)	LR (cm)
MR1-B	41.6 e	4.93 abc	5.71 c	0.23	11.06 ab
MT3	90.0 a	6.09 a	7.59 a	0.29 a	12.33 a
AGUA	66.6 c	4.42 bcd	5.40 c	0.18 e	10.37 b
22	53.3 d	5.53 ab	6.83 ab	0.20 cde	11.91 ab
17	65.0 c	3.56 cd	5.70 c	0.21 bcd	10.46 b
MR6	61.6 c	4.28 bcd	5.95 bc	0.20 cde	10.79 ab
1	80.0 b	3.92 bcd	5.85 c	0.19 de	10.84 ab
AG	81.6 b	3.51 cd	5.13 c	0.22 bc	10.51 b
7	61.6 c	3.06 d	5.31 c	0.24 b	10.87 ab

Medias con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales. (Diferencia Mínima Significativa, DMS P=0.05. Para las variables área foliar (AF), longitud de tallo (LGT), diámetro de tallo (DT) y longitud de raíz (DR).

Según en la comparación de medias (DMS, P=0.05) (Cuadro 2), para tratamientos de las variables de plántula en invernadero; área foliar (AF), longitud de tallo (LGT), diámetro de tallo (DT), diámetro de raíz (DR), peso seco (PS) y Germinación (%). Los resultados indican que para la variable de AF el tratamiento MT3 se podría postular como el mejor al igual que en LT, DT, DR donde todos los tratamientos son iguales excepto el tratamiento siete el cual es estadísticamente diferente respecto a los demás. Por lo cual para el análisis del día 20 en invernadero el tratamiento MT3 estadísticamente es el mejor.

Cuadro 3. Comparación de Medias día 25 del análisis de varianza para las variables de plántula en invernadero.

Tratamiento	AF(cm ²)	LGT (cm)	DT (cm)	LR (cm)
MR1-B	3.68 bc	6.67 b	0.215 bc	8.75 ab
MT3	5.10 a	7.89 a	0.257 a	10.76 a
AGUA	3.70 bc	5.73 cd	0.208 bc	8.70 ab
22	3.05 c	5.40 d	0.184 c	8.65 ab
17	4.15 b	6.03 bcd	0.224 ab	9.27 ab



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

MR6	3.95 b	6.44 bc	0.197 bc	8.17 b
1	3.93 b	6.00 bcd	0.216 bc	9.03 ab
AG	3.13 c	5.30 d	0.187 c	8.73 ab
7	3.53 bc	5.50 d	0.185 c	10.18 ab

Medias con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales. (Diferencia Mínima Significativa; (DMS) $P=0.05$). Para las variables área foliar (AF), longitud de tallo (LGT), diámetro de tallo (DT) y Longitud de raíz (DR).

Según en la comparación de medias (DMS, $P=0.05$) (tabla 3), para tratamientos de las variables de plántula en invernadero; área foliar (AF), longitud de tallo (LGT), diámetro de tallo (DT), diámetro de raíz (DR), peso seco (PS) y Germinación (%). Da acuerdo a los resultados de los análisis del día 25 en AF, LGT y DT el tratamiento MT3 fueron estadística fue mejor que los demás tratamientos, sin embargo en DR los tratamientos que son estadísticamente diferentes son; MT3 Y MR6 en el cual MT3 es el mejor según el análisis de varianza.

Cuadro 4. Comparación de Medias día 35 del análisis de varianza para las variables de plántula en invernadero.

Tratamiento	AF (cm ²)	LGT (cm)	DT (cm)	LR (cm)
MR1-B	4.9380 abc	5.7140 c	0.23633 b	11.0690 ab
MT3	6.0997 a	7.5977 a	0.29800 a	12.3343 a
AGUA	4.4233 bcd	5.4047 c	0.18833 e	10.3700 b
22	5.5310 ab	6.8363 ab	0.20633 cde	11.9163 ab
17	3.5617 cd	5.7067 c	0.21933 bcd	10.4647 b
MR6	4.2800 bcd	5.9597 bc	0.20700 cde	10.7977 ab
1	3.9240 bcd	5.8510 c	0.19733 de	10.8450 ab
AG	3.5113 cd	5.1373 c	0.22667 bc	10.5110 b
7	3.0617 d	5.3170 c	0.24100 b	10.8710 ab

Medias con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales. (Diferencia Mínima Significativa; (DMS) $P=0.05$). Para las variables área foliar (AF), longitud de tallo (LGT), diámetro de tallo (DT) y Longitud de raíz (DR).

La comparación de medias (DMS, $P=0.05$) (tabla 4) para tratamientos de las variables de plántula en invernadero; área foliar (AF), longitud de tallo (LGT), diámetro de tallo (DT), diámetro de raíz (DR) y Germinación (%), los resultados indican que el tratamiento MT3 fue el mejor para todas las variables antes mencionadas, en el caso del tratamiento siete para las variables de AF mientras que LGT fue el MT3, en el tratamiento agua para la variable DT fue el de menor respuesta, para el tratamiento AG solamente en la variable DR presento un menor resultado. Para germinación, existe diferencia significativa entre los tratamientos para lo cual el mejor tratamiento fue el MT3 con un 90% de germinación superando los controles los cuales estuvieron por debajo de lo que se indica en la etiqueta del producto y el tratamiento más bajo fue el de MR1-B.



En la Figura 1 se muestra la velocidad de emergencia, donde se logra observar un efecto positivo pues a partir del día 4 después de la siembra empezaron a germinar las semillas con los tratamientos; sin embargo, el tratamiento que destaco fue el MT3, teniendo 54 semillas germinadas lo cual podemos corroborar con el análisis de varianza donde se presenta un 90% de germinación, por lo que supera a los demás tratamientos. Comparando los resultados obtenidos con los de Can Chulim *et al.* (2014), donde el autor evaluó la germinación y el crecimiento de plántulas en diferentes etapas por lo cual podemos determinar que en el caso del tratamiento MT3 se superó a los que el autor establece.

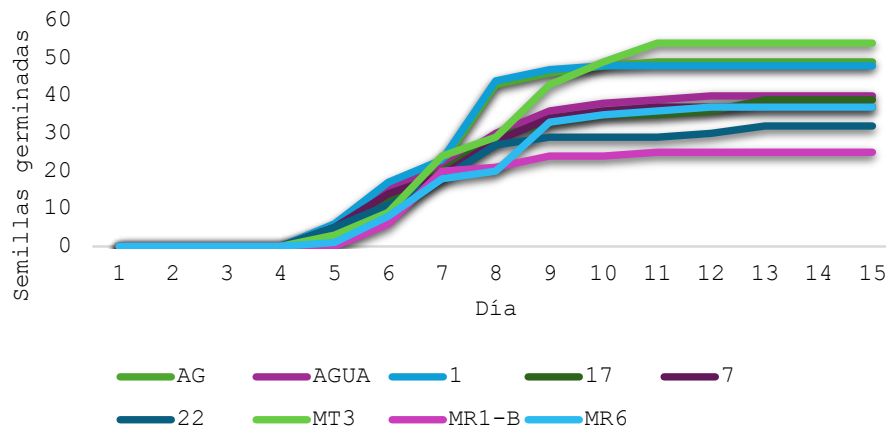


Figura 1. Índice de velocidad de emergencia.

CONCLUSIONES

Las pruebas realizadas en invernadero, para el caso de plántula, se concluyó que la cepa (aislado) denominado MT3 tuvo una mejor respuesta como microorganismo promotor de crecimiento, superó a los demás tratamientos puesto que tuvo mayor área foliar que los demás tratamientos, raíces más grandes y con ello una mejor absorción en nutrientes tenido así un tallo más grueso y grande. Además, mejoro el tiempo de germinación en las semillas de brócoli.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

- Becquer, C.-J. (2019). effect of the inoculation of beneficial microorganisms and quitomax on *Cenchrus ciliaris* L, under condition of agricultural drought. . *pastos y forrajes*, 42(1), 39-47. Retrieved from [https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path\[\]=2089](https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path[]=2089)
- Centeno-Rodríguez, M. A., Gómez-Salazar, J., & Ceron-García, A. (2017). Efecto del Tratamiento termico de compuestos bioactivos y propiedades fisicoquimicas en brocoli. *Jovenes de la ciencia*, 3(2), 6.
- Moraga-Suazo, P., & Opazo, A. Z. (2016). Evaluation of *Trichoderma* spp. and *Clonostachys* spp. Strains to Control *Fusarium circinatum* in *Pinus radiata* Seedlings. *Chilean journal of agricultural research*, 412-417. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392011000300011>
- Rocha, I. J., & Cisneros-Reyes, Y. D. (2019). La producción de brócoli en la actividad agroindustrial en México y su competitividad en el mercado internacional. *Acta universitaria multidisciplinary scientific Journal* , 29, 13. doi:<https://doi.org/10.15174/au.2019.2156>
- SIAP (2022). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Retrieved from Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: https://www.google.com/search?q=SIAP&rlz=1C1CHBF_esMX1050MX1050&og=SIAP&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyDggAEEUYJxg5GIAEGloFMg0IARAUgK8BGMcBGIAEMgclAhAAGIAEMgclAxAAGLED_GIAEMgcl_BBAAGIAEMgYIBRBFGDwyBggGEEUYPDIGCAc_QRRg80gEIMjMwNmowajeoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- Rocha IJE; Cisneros-Reyes YD (2019). La producción de brócoli en la actividad agroindustrial en México y su competitividad en el mercado internacional. *Acta universitaria*, 29, e2156. Epub 11 de septiembre de 2020. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2156>
- Terry E; Leyva A; Díaz MM (2005). Uso combinado de microorganismos benéficos y productos bioactivos como alternativa para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Cultivos Tropicales*, 26(3): 77-81. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193216156014>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

VIGOR DE SEMILLA DE MAÍZ *Zea mays* SOMETIDA A ENVEJECIMIENTO ACELERADO

Fernando Linares Gasca¹, Luis P. Guevara Acevedo^{2,1}, Cesar E. Rico Ramírez¹, Daniel Rodríguez Mercado², Francisco Cervantes Ortiz², María Victoria Rodríguez García²

¹Estudiante de Ingeniería en Agronomía TecNM-Roque, Carretera Celaya-Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato.

²TecNM-Roque, Carretera Celaya-Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. ¹Autor de correspondencia:

luis.ga@roque.tecnm.mx

RESUMEN

Este estudio se realizó en el Tecnológico Nacional de México, campus Roque, el cual tuvo como objetivo comparar el envejecimiento de semilla de maíz a 48 y 72 h utilizando la variedad Roque Elotero 2023 ♀, se colocaron 100 semillas en una malla metálica y esta sobre una charola de plástico con la mitad de agua y se sometieron a una temperatura de 72°C durante 48 y 72 h, pasado ese lapso de tiempo se sembraron 3 surcos por tratamiento y en cada surco se colocaron 25 semillas, se regaron a capacidad de campo cada 3 días y se monitoreo hasta la estandarización, después, se muestrearon 5 plántulas por surco de cada tratamiento para medir la longitud de planta, longitud de raíz y longitud de plúmula. Las plántulas se cortaron en raíz, plúmula, hojas y se pesó peso fresco cada parte en una balanza analítica. Cada una de las partes se colocaron en bolsas de papel de manera individual y se introdujeron en la estufa a 72°C por 48 y 72 h, una vez pasado el lapso se pesaron en seco todos los parámetros. Las plantas restantes se dejaron crecer durante 15 días para realizar el mismo proceso y poder comparar los datos obtenidos por ambos tratamientos. Destacando así que el tratamiento de envejecimiento 48 h tuvo los valores más altos en todas de las variables evaluadas en comparación con el tratamiento de envejecimiento a 72h.

Palabras clave: *Biomasa, viabilidad, vigor, calidad fisiológica, plúmula, envejecimiento.*

ABSTRACT

This study was conducted at the Tecnológico Nacional de México, Roque campus, with the objective of comparing the aging of corn seed at 48 and 72 h using the Roque Elotero 2023 ♀ variety. 100 seeds were placed on a metal mesh and this was placed on a plastic tray with half of water and were subjected to a temperature of 72°C for 48 and 72 h. After this period of time, 3 furrows were sown per treatment and 25 seeds



were placed in each furrow, watered at field capacity every 3 days and monitored until standardization, after this period of time, 3 furrows per treatment were sown and 25 seeds were placed in each furrow, watered at field capacity every 3 days and monitored until standardization, then, 5 plants per furrow of each treatment were sampled to measure plant length, root length and plumule length. Seedlings were cut into root, plumule and leaves and each part was weighed fresh weight on an analytical balance. Each of the parts were individually placed in paper bags and placed in the oven at 72°C for 48 and 72 h, after which all parameters were weighed dry. The remaining plants were left to grow for 15 days to carry out the same process and compare the data obtained for both treatments. Thus, the 48 h aging treatment had the highest values in all the variables evaluated in comparison with the 72 h aging treatment.

Keywords: Biomass, viability, vigor, physiological quality, plumule, aging.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es uno de los cereales más importantes a nivel global y desempeña un papel fundamental como alimento esencial para animales ya sea producido en forraje como alimentos balanceados y también en humanos en diferentes alimentos, gracias a su alto valor nutritivo además es una planta monocotiledónea ampliamente cultivada en todo el mundo y constituye un alimento fundamental en la dieta de miles de poblaciones (Faostat, 2010). El manejo del cultivo del maíz (*Zea mays*) se puede llegar a dar en diferentes maneras u formas de acuerdo al contexto social, económico y ambiental en el que se encuentre según (Sánchez, 2004) su gestión implica una serie de prácticas agronómicas que deben llevarse a cabo de manera secuencial, desde antes de la siembra hasta la cosecha. Por su parte (Damián *et al*, 2004) enfatizan que tanto la planta como su manejo son factores que pueden modificarse, mientras que elementos como el clima y el suelo, que no pueden alterarse, influyen en el aumento de los rendimientos. Además, el manejo de la planta está vinculado a diversas condiciones del productor. Para Vitoria (2007) la producción de germinado de maíz representa una fuente clave de forraje alternativa para la alimentación animal, especialmente durante períodos de sequía. Además, la calidad de las semillas es un factor fundamental para aumentar el peso fresco total. Esta calidad se refiere a la integridad de las estructuras y los procesos fisiológicos necesarios para conservar su viabilidad. Durán *et al*. (2011) menciona que el envejecimiento acelerado provoca el deterioro de la semilla de manera similar al proceso natural y es la prueba de vigor más utilizada en semillas comerciales, además el crecimiento inicial de las plántulas no ocurre uniformemente en semillas con dos tratamientos de envejecimiento y variedad. Además, Gonzales (2022) indica que la manera en que se evalúa la capacidad de germinación, junto con la resistencia de las semillas a diversas condiciones adversas, muestra que las semillas con



características desfavorables experimentan dificultades en el crecimiento inicial de las plántulas. De esta manera el presente trabajo se realizó con la finalidad de comparar el vigor de la semilla de maíz de la variedad Roque Elotero 2023 ♀, a 48 y 72 h de envejecimiento acelerado

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México, campus Roque. Para alcanzar el objetivo, se empleó la variedad de maíz Roque Elotero 2023 ♀, bajo dos tratamientos: uno con un envejecimiento acelerado a 48 h y otro acelerado a 72 h. Para los tratamientos de envejecimiento acelerado de 48 h y 72 h, se colocaron 100 semillas de la variedad en estudio en un recipiente de plástico a la mitad de agua con medidas de 28 x 21 x 3 cm, en una malla metálica y encima de esta las 100 semillas y expuesto en una estufa (FELISA®) a 60°C durante 24 horas. Una vez transcurrido este tiempo, tanto del lote de semillas con envejecimiento acelerado de 48 h y 72 h fueron sembrados en camas de arena en 3 surcos y en cada surco 25 semillas. Inmediatamente después de la siembra, se realizó el primer riego, continuando con riegos cada tercer día a capacidad de campo. Desde la siembra, se monitoreó diariamente la emergencia hasta que los valores se estabilizaron. A los 7 días después de siembra, se seleccionaron cinco plantas de cada surco pertenecientes a ambos tratamientos para su análisis. Se midió la plúmula con una regla (MAPED®), así como la raíz y la altura de la planta. Posteriormente, se disectó la raíz, la plúmula y las hojas utilizando tijeras (Pelikan®) y se pesaron en una balanza analítica (ADAM), la estufa (FELISA®) se calibró a 72°C, y las muestras fueron colocadas en bolsas de papel, cada una conteniendo una planta completa con sus partes previamente separadas. Se introdujeron un total de 15 bolsas en la estufa durante 48 horas. Al finalizar este periodo, se extrajeron las muestras y se repitió el procedimiento de pesaje para obtener resultados. Las plantas restantes se dejaron crecer por un periodo de 15 días dds para repetir las mediciones y pesajes, con el propósito de comparar los efectos entre el tratamiento de envejecimiento acelerado a 48 h y a 72 h.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados arrojados del análisis de varianza muestran que las variables, peso fresco semilla (0.9601^{*}) y biomasa de raíz (0.9864^{*}) presentan una significancia al 95% (Pr>Fr), comparado con (Sefoarca, 2003) quien obtuvo valores similares para peso fresco semilla (0.8802^{*}) en tratamiento de emergencia de semilla de maíz. A su vez las variables longitud de raíz (0.0486^{ns}), altura de planta (0.8752^{ns}), peso fresco plúmula (0.0889^{ns}), peso fresco hojas (0.7863^{ns}), peso seco planta (0.9199^{ns}), peso seco raíz (0.8428^{ns}), peso seco semilla



(0.3137^{ns}), peso seco plúmula (0.1508^{ns}), peso seco hoja (0.0776^{ns}), biomasa planta (0.7627^{ns}), biomasa semilla (0.3100^{ns}), biomasa plúmula (0.7142^{ns}), biomasa hoja (0.7151^{ns}) comparado con (moya, 2000) quien no encontró diferencias significativas en las variables biomasa semilla y biomasa plúmula y para la variable biomasa hoja (0.9678^{ns}) en un tratamiento de envejecimiento de dos variedades de maíz.

Cuadro 1. Efecto de envejecimiento acelerado a 48 h y 72 h de semillas de maíz variedad Roque elotero ♀ 2023 en la calidad fisiológica a los 7 días después de siembra.

No	Tratamiento	Peso Fresco Planta (g)	Peso Fresco Raíz (g)	Peso Seco Semilla (g)	Biomasa Raíz (g)
1	Envej Acelerado 48 h	15.62 a	1.54 a	0.20 b	1.18 a
2	Envej Acelerado 72 h	10.88 b	1.04 b	0.34 a	0.78 b

El tratamiento de envejecimiento acelerado a 48h mostró los valores más altos para las variables peso fresco planta (15.62 g), peso fresco raíz (1.54 g), y biomasa raíz (1.18 g) estos valores comparados con (López *et al*, 2004) quien obtuvo que un valor menor de (215.69 mg) para la variable biomasa raíz en un tratamiento de semilla de maíz envejecida a 48 h y en la variable peso fresco de planta obtuvo un valor menor de (223.84 mg) en tratamiento de envejecimiento acelerado a 48 h.

Mientras que el tratamiento de envejecimiento acelerado a 72 h mostró el valor más alto para la variable peso seco semilla (0.34 g), en comparación con Aristizábal y Álvarez, (2006) los cuales en un tratamiento de envejecimiento de semillas de maíz obtuvieron valores similares para las variables peso fresco de planta (12.34 g) y para la variable peso seco semilla obtuvieron un valor mayor (0.39 g).

Los valores arrojados a los 15 días de la siembra de semillas de maíz Roque Elotero 2023 ♀ de los dos tratamientos de envejecimiento acelerado a 48 h y 72 h mostraron que para las variables altura de planta (0.9748*) y peso seco plúmula (0.9894*) obtuvieron una significancia al 95% (Pr>Fr) estos valores comparados con Salinas *et al*, (2001) quienes encontraron valores con un significancia al 95% (Pr>Fr) en las variables altura de planta (0.9648*) y peso seco de plúmula (0.9786*) en un tratamiento de envejecimiento a 48 h.

Mientras que para las variables longitud de raíz (0.6815^{ns}), peso fresco planta (0.8602^{ns}), peso fresco raíz (0.1705^{ns}), peso fresco semilla (0.7019^{ns}), peso fresco hojas (0.7128^{ns}), peso seco planta (0.0360^{ns}), peso seco raíz (0.7224^{ns}), peso seco plúmula (0.9894^{ns}), biomasa planta (0.5934^{ns}), biomasa raíz (0.1837^{ns}), biomasa hojas (0.7636^{ns}) no se encontraron diferencias significativas, estos valores en comparación por los obtenidos con



Tofiño *et al*, (2006) mostro que no encontraron diferencias para las variables peso seco planta, peso seco raíz, peso seco de plúmula y peso fresco de semilla, en un tratamiento de envejecimiento de semillas, además (Flores, 2004) en las variables longitud raíz , peso fresco raíz y peso fresco hojas tampoco encontró diferencias significativas en un tratamiento de envejecimiento en semillas de maíz a 48 h.

El Cuadro 2 muestra que los valores del tratamiento de envejecimiento acelerado a 48 h arrojó los valores más altos para las variables altura de planta (15.54 cm) y peso fresco planta (13.29 g) en comparación con el tratamiento de envejecimiento acelerado a 72 h que arroja los valores menores comparados con Navarro & Pérez, (2009) quien en un tratamiento de vigor de semillas de envejecimiento a 48 h encontró valores similares para la variable altura de planta (13.54cm), y para peso fresco planta obtuvo un valor menor (8.23g).

Cuadro 2. Efecto de envejecimiento acelerado 48hr y 72hr de semillas de maíz variedad Roque elotero ♀ 2023 en la calidad fisiológica a los 15 días después de siembra.

Núm.	Tratamiento	Altura de planta (cm)	Peso fresco planta (g)
1	Envejecimiento Acelerado 48h	15.54 a	13.29 b
2	Envejecimiento Acelerado 72h	0.02 b	0.04 a

CONCLUSIONES

En base a los datos obtenidos nunca es recomendable sembrar con semilla envejecida debido a que las altas temperaturas y las horas a las que se encuentra expuesta reducen el vigor de la semilla, por lo tanto, se recomienda sembrar con una buena calidad de semilla que este dentro de su periodo de viabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aristizábal LM; Álvarez LP (2006). Los efectos del nivel de vigor de la semilla pueden persistir e influenciar el crecimiento de la planta, la uniformidad de la plantación y la productividad. *Agronomía*. 14(1):17-24.
- Damián M; Ramírez B; Gil A; Gutiérrez N; Aragón A; Mendoza R; Paredes J; Damián T; Almazán A (2004). Apropiación de tecnología agrícola: Características técnicas y sociales de los productores de maíz de Tlaxcala. BUAP. Puebla. 295 p.
- Durán HD; Gutiérrez HG; Arellano VJ; García RE; Virgen VJ (2011). Caracterización molecular y germinación de semillas de maíces criollos azules con envejecimiento acelerado. *Agron. Mesoam*. 22(1):11-20.
- Faostat (2010). Producción. Cultivos de maíz. 2009. Dirección de Estadística.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Gonzales JF (2022). Evaluación del efecto en la germinación y acumulación temprana de materia seca de fungicida derivado de Estrobilurina en Maíz. (*Zea mays*). (Tesis) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila.

Lopez SJA; Castro NS; Trejo L, C; Mendoza CMC; Ortiz CJ (2004). Biomasa acumulada e intercambio gaseoso en maíz proveniente de semilla de diferente tamaño bajo humedad favorable y restringida: Revista Internacional de Botánica Experimental 2004: 243-248.

Moya (2000). Comportamiento de algunas variables que caracterizan la biomasa de asociaciones de maíz con leguminosas. XII Seminario Científico. XII Seminario Científico (pp.121). La Habana, Cuba: INCA, UNAH

Navarro BM; Febles PGJ (2009). Manual metodológico: evaluación del vigor de las semillas a través de indicadores del crecimiento y el desarrollo inicial. June, 50.

Salinas AR; Yoldjian AM; Craviotto RM; Bisaro V (2001). Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 36(2): 371–379.

Sánchez H (2004). Manual tecnológico del maíz amarillo duro y de buenas prácticas agrícolas en Huaura. IICA. ISBN: 92-90-39-617-2. Lima, Perú. 139 p.

Tofiño A; Fregene M; Ceballos H; Cabal D (2006). Regulación de la biosíntesis del almidón en plantas terrestres: perspectivas de modificación. Acta Agronómica 55(1):1-17.

Vitoria H (2007). Relación de la calidad fisiológica de semillas de maíz con pH y conductividad eléctrica. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. 39(2):91-100.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

ENVEJECIMIENTO ACELERADO A 48 Y 72 H EN MAICES AVANZADOS DEL ITR

Cesar Emilio Rico Ramirez¹, Luis P. Guevara Acevedo², Fernando Linares Gasca¹, María Eugenia Gallardo Rodríguez²,
Ricardo Yáñez López², Sarahyt Santamaría González Figueroa³

¹Estudiante de ingeniería en agronomía TecNM-Roque, Carretera Celaya-Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato.

²TecNM-Roque, Carretera Celaya-Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. ³Campo Experimental Bajío- INIFAP.

Carretera Celaya- San Miguel de Allende km 6.5. Celaya, Guanajuato, México. CP. 38110. ¹Autor de correspondencia:

luis.ga@roque.tecnm.mx

RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico Nacional de México campus Roque, con el objetivo de evaluar el efecto del envejecimiento acelerado en semillas de maíz variedad "Roque 2021". Se sometieron semillas a un envejecimiento acelerado a 60°C durante 48 y 72 h, utilizando bandejas plásticas llenada a la mitad de su capacidad y sobre la charola una malla con 100 semillas. Posteriormente, las semillas fueron sembradas en camas de arena, estableciendo tres bloques experimentales con 25 semillas por tratamiento. Se realizaron mediciones tras la emergencia estandarizada y a los 15 días después de la siembra. Se evaluaron variables como longitud de raíz, longitud de plúmula, altura de la planta, peso fresco y seco de diferentes estructuras y biomasa total. Los resultados indicaron que el tratamiento de envejecimiento acelerado a 72 h presentó los valores más altos en todas las variables evaluadas, superando al tratamiento de 48 h. A los 15 días, el tratamiento de 72 h mantuvo esta tendencia, mostrando mayores valores en todas las variables evaluadas, lo que sugiere que un mayor tiempo de envejecimiento acelerado favorece ciertas características fisiológicas. Al comparar ambos tratamientos, se encontró que el envejecimiento acelerado a 72 h favorece el crecimiento inicial y la acumulación de biomasa en mayor medida que el tratamiento de 48 h.

Palabras clave. *Envejecimiento acelerado, germinación, vigor, biomasa, viabilidad, deterioro*

ABSTRACT

This study was carried out at the Instituto Tecnológico Nacional de México campus Roque, with the objective of evaluating the effect of accelerated aging on corn seeds variety "Roque 2021". Seeds were subjected to accelerated aging at 60°C for 48 and 72 h, using plastic trays filled to half their capacity and on top of the tray



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

a mesh with 100 seeds. Measurements were taken after standardized emergence and 15 days after sowing. Variables such as root length, plumule length, plant height, fresh and dry weight of different structures and total biomass were evaluated.

The results indicated that the accelerated aging treatment at 72 h presented the highest values in all the variables evaluated, surpassing the 48 h treatment. At 15 days, the 72 h treatment maintained this trend, showing higher values in all the variables evaluated, suggesting that a longer accelerated aging time favors certain physiological characteristics. When comparing both treatments, it was found that accelerated aging at 72 h favored initial growth and biomass accumulation to a greater extent than the 48 h treatment.

Keywords. *Accelerated aging, germination, vigor, biomass, viability, deterioration*

INTRODUCCIÓN

La calidad de la semilla es un factor clave en la producción agrícola, ya que influye directamente en la germinación y el desarrollo de las plántulas. Esta calidad comprende aspectos genéticos, fitosanitarios, físicos y fisiológicos, los cuales determinan su potencial de germinación y crecimiento posterior (Mbora *et al.*, 2019). Entre las herramientas más utilizadas para evaluar la calidad se tienen la prueba de germinación estandar, aunque su utilidad puede complementarse con la determinación del vigor, ya que este factor permite predecir con mayor precisión el comportamiento de la semilla en campo (Copeland & McDonald, 2012).

En este contexto, la Asociación Oficial de Análisis de Semilla ha definido las pruebas de vigor como una herramienta fundamental para determinar el potencial fisiológico de las semillas. Estas pruebas permiten identificar diferencias significativas entre lotes con niveles de germinación similares, clasificar las semillas en distintos niveles de vigor y prever su desempeño en condiciones de campo, transporte y almacenamiento. Para ello, se emplean pruebas de estrés, que evalúan la germinación tras la exposición a condiciones adversas (Association Official Seed Analysis, 2014). No obstante, la falta de estandarización en los métodos utilizados para distintas especies ha llevado a la aplicación de períodos de exposición que, en algunos casos, generan niveles de estrés más severos que los experimentados por las semillas en su manejo y siembra (Lima *et al.*, 2006).

En todos los cultivos propagados por semillas, una emergencia rápida y uniforme de las plántulas en campo influye directamente en la homogeneidad, el rendimiento y la calidad del producto final al momento de la cosecha. En este sentido, el uso de semillas de alta calidad es un factor determinante para cualquier sistema agrícola (Marcos-Filho, 2015). La calidad de una semilla se compone de cuatro aspectos fundamentales:



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

genético (pureza varietal), físico (daño mecánico y presencia de material extraño), sanitario (patógenos presentes) y fisiológico (capacidad de germinación y vigor). La tecnología de semillas ha evolucionado con el objetivo de mejorar las pruebas utilizadas para evaluar el potencial fisiológico de las semillas, proporcionando información confiable sobre su desempeño en campo (Elías, 2018).

El vigor de la semilla se define como el conjunto de características que le permiten desarrollar plántulas normales de manera rápida y uniforme en diversas condiciones ambientales. Está directamente relacionado con la capacidad de la semilla para llevar a cabo sus funciones fisiológicas esenciales y completar su ciclo biológico. Sin embargo, esta capacidad puede deteriorarse con el tiempo debido al envejecimiento fisiológico, un proceso que inicia desde la maduración de la semilla y continúa durante su cosecha, procesamiento y almacenamiento. La velocidad de deterioro dependerá del genotipo, el tiempo de almacenamiento y las condiciones ambientales durante estos procesos (ISTA, 2016).

Por ello, conocer el vigor de un lote de semillas proporciona información valiosa sobre su desempeño en campo y su estabilidad en almacenamiento. Para evaluar el vigor, se han desarrollado diversos métodos, entre ellos la prueba de frío, el envejecimiento acelerado, la medición de la conductividad eléctrica, la prueba de tetrazolio y la evaluación del crecimiento de plántulas en un periodo determinado. En particular, el envejecimiento acelerado se ha convertido en una herramienta clave para estudiar las bases fisiológicas y genéticas del vigor, permitiendo establecer estrategias para mejorar la calidad de las semillas y optimizar su manejo en la producción agrícola (Zhou *et al.*, 2020).

Finalmente, es importante considerar que la calidad de las semillas, al igual que la de otros productos biológicos, es un estado dinámico que tiende a deteriorarse con el tiempo. Cada tipo de semilla posee un período finito de viabilidad, el cual está determinado por las condiciones de almacenamiento y conservación. Este concepto es análogo al de vida anaquel en alimentos, donde se define el tiempo en que un producto puede mantener sus características de calidad y seguridad bajo condiciones específicas (Salinas-Hernández *et al.*, 2007). Por tal motivo el objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad fisiológica de la semilla de maíz variedad Roque 2021 mediante diferentes tiempos de exposición (48 y 72 h), con el fin de determinar su vida de anaquel, resistencia de almacenamiento, capacidad de germinación y vigor bajo condiciones controladas, permitiendo así saber el grado de deterioro de la semilla y su viabilidad a lo largo del tiempo, proporcionando información clave para su manejo, conservación y almacenamiento en óptimas condiciones.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en las camas de arena del Instituto Tecnológico Nacional de México, campus Roque (TecNMR). Se emplearon semillas de maíz de la variedad "Roque 2021", sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado durante 48 y 72 h antes de ser sembradas en camas de arena. Para dicho proceso, se colocaron 100 semillas en bandejas plásticas de 28x21x3 cm, cubiertas con una malla metálica y el recipiente llenado con agua hasta la mitad de su capacidad. Posteriormente, se mantuvieron en una estufa a 60°C (FELISA®) por 48 y 72 h, según el tratamiento.

Para la siembra de cada tratamiento, se establecieron tres bloques experimentales, cada uno con 25 semillas. Tras la siembra, se realizó un seguimiento diario del porcentaje de emergencia. Una vez que se estandarizó la emergencia, se seleccionaron y extrajeron cinco plantas por surco de cada tratamiento. En este punto, se midió la longitud de raíz, plúmula y altura total de la planta utilizando una regla de 30 cm (Barrilito®). Luego, las plantas fueron separadas en diferentes partes (raíz, semilla, plúmula y hojas) para determinar su peso seco, utilizando una balanza analítica (Adam®). Posteriormente, las muestras se colocaron en bolsas de papel cartón y fueron introducidas en una estufa previamente calentada a 70°C por 48 h (Felisa®). Al finalizar este período, se realizó un nuevo pesaje para determinar el peso seco final.

Este procedimiento se repitió para un segundo muestreo a los 15 días de ambos tratamientos, registrando tanto el peso seco como el peso fresco. Finalmente, los datos obtenidos de cada variable fueron sometidos a un análisis de varianza y, en caso de encontrar diferencias significativas ($p > 0.05$), se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey. Todo el análisis estadístico fue llevado a cabo mediante el programa SAS System (9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza muestran que los tratamientos evaluados presentaron efecto significativo al 95% de significancia en las variables ($Pr > Fr$) longitud de raíz (0.0448*) y biomasa de semilla (0.2722*). Morales (2014) en su estudio evaluación de calidad física y fisiológica de la semilla de tres variedades de frijol, encontró valores similares, demostrando significancia (9.06*) para la variable longitud de raíz.



Mientras que las variables longitud de plúmula (0.6266^{ns}), altura (0.0958^{ns}), peso fresco de la planta (0.2012^{ns}), peso fresco de la raíz (0.6149^{ns}), peso fresco de la semilla (0.4040^{ns}), peso fresco de la plúmula (0.2361^{ns}), peso fresco de la hoja (0.2806^{ns}), peso seco de la planta (0.3316^{ns}), peso seco de la raíz (0.7183^{ns}), peso seco de la semilla (0.3202^{ns}), peso seco de la plúmula (0.1111^{ns}), peso seco de la hoja (0.7371^{ns}), biomasa de la planta (0.0991^{ns}), biomasa de la raíz (0.4802^{ns}), biomasa de la plúmula (0.2722^{ns}) y biomasa de la hoja (0.2516^{ns}), no presentaron diferencia significativa. Siendo contrario a lo reportado por Molina y colaboradores (2007) para las variables peso seco de hojas (0.28^{**}) y peso seco de raíz (0.22^{**}); encontrando diferencia significativa en calidad fisiológica en semillas de maíz con diferencias estructurales.

Cuadro 1. Efecto del envejecimiento acelerado a 48 y 72 h de la semilla de maíz Roque 2021 en la calidad fisiológica de la semilla a los siete días después de siembra.

Trat.	Tratamiento	Longitud Raíz (cm)	Biomasa Semilla (g)
1	Envejecimiento Acelerado	7.82 b	0.15 b
2	Envejecimiento Acelerado	12.80 a	0.22 a

En el Cuadro 1 se observa que el tratamiento de envejecimiento acelerado a 72 h de la semilla de maíz variedad Roque 2021 presento los mayores valores para las variables longitud de raíz (12.80 cm) y biomasa de semilla (0.22 g), mientras que para el de 48 h fue el que menores valores presentó.

Para la variable longitud de raíz (15.30 cm) Magdaleno- Hernández y colaboradores (2020) en la evaluación de la calidad física y fisiológica de semilla de maíz nativo sostiene lo obtenido mostrando mayor vigor con este tratamiento a 72 horas de exposición.

Los valores recabados 15 días después de que se estandarizo la semilla con envejecimiento acelerado a 48 y 72 h de la variedad Roque 2021, presentaron efectos altamente significativos en las variables ($Pr > Fr$) peso fresco de la hoja (0.0064^{**}) y biomasa de la hoja (0.0072^{**}). Vásconez *et al.*, (2021) quienes mencionan que la variable biomasa de la hoja (25.94^{*}) presentó significancia entre sus tratamientos en la producción de biomasa en cultivos de maíz.

Se observo efecto al 95% de significancia de los tratamientos en las variables altura (0.0318^{*}), peso fresco de la planta (0.0182^{*}), peso fresco de la raíz (0.0116^{*}), peso seco de la planta (0.0382^{*}), biomasa de la planta (0.0257^{*}) y biomasa de la raíz (0.0268^{*}) se observaron efectos significativos al 95% de significancia en los tratamientos de las variables. Esto difiere con lo reportado por Álvarez y colaboradores (2011) el cual menciona que para las variables altura (20.35^{**}) y peso seco de la planta (24249.01^{**}) presentaron diferencias altamente



significativas en la investigación relación entre pruebas de calidad fisiológica de semillas de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) con el establecimiento en almácigo. Mientras que para las variables longitud de plúmula (0.7275^{ns}), longitud de raíz (0.3844^{ns}), peso fresco de la semilla (0.7025^{ns}), peso fresco de la plúmula (0.4578^{ns}), peso seco de la raíz (0.0967^{ns}), peso seco de la semilla (0.9575^{ns}), peso seco de la plúmula (0.0520^{ns}), peso seco de la hoja (0.1891^{ns}), biomasa de la semilla (0.5889^{ns}) y biomasa de la plúmula (0.6205^{ns}), los tratamientos no tuvieron efecto sobre estas variables. Al respecto, Presa-Figueroa y colaboradores (2016) en un estudio titulado calidad fisiológica en líneas endogámicas de maíz para el bajo coincide con lo obtenido para las variables peso seco de raíz (0.0048^{ns}) y peso seco de plúmula (15093.1^{ns}), pero desacuerda con la variable longitud de plúmula (2.27^{**}).

Tal que a los 15 días, como se observa en el Cuadro 2, el envejecimiento acelerado a 72 h siguió la misma tendencia que en el primer muestreo, mostrando los mayores valores obtenidos en todas las variables sobre el tratamiento de 48 h, tales como, altura (39.45 cm), peso fresco de la planta (4.26 g), biomasa de la planta (3.81 g), biomasa de la raíz (0.82 g) y biomasa de las hojas (2.98 g), siendo así el tratamiento 2 de envejecimiento acelerado a 72 h el más efectivo para estas variables.

Cuadro 2. Efecto del envejecimiento acelerado a 48 y 72 h de la semilla de maíz Roque 2021 en la calidad fisiológica de la semilla a los 15 días después de siembra.

N°	Tratamiento	Alt. (cm)	Peso Fresco Planta(g)	Peso Fresco Raíz (g)	Peso Fresco Hoja(g)	Peso Seco Planta(g)	Biomasa Planta (g)	Biomasa Raíz (g)	Biomasa Hoja (g)
1	Envejecimiento Acelerado	32.447 b	3.44 b	0.76 b	2.46 b	0.36 b	3.08 b	0.66 b	2.20 b
2	Envejecimiento Acelerado	39.453 a	4.26 a	0.94 a	3.27 a	0.45 a	3.81 a	0.82 a	2.98 a

Gonzales *et al.*, (2014), reportan similitud respecto a lo obtenido en este trabajo para la variable altura (40.02 cm) con el tratamiento de envejecimiento acelerado a 72 h en el estudio sobre la calidad para producir germinados para forraje.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CONCLUSIONES

El envejecimiento acelerado a 72 h en la semilla de maíz variedad Roque 2021 mostró mejores resultados para las variables en estudio que el envejecimiento a 48 h, pero no es recomendable para mejorar la producción, sino para evaluar la calidad y resistencia de la semilla en almacenamiento. Se recomienda evitar periodos prolongados de almacenamiento, ya que la viabilidad de la semilla disminuye con el tiempo, como se observó en esta variedad de maíz.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Álvarez Medina A; Martínez Solís J; Rodríguez Pérez JE; Peña Ortega MG (2011). Relación entre pruebas de calidad fisiológica de semillas de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) con el establecimiento en almácigo. Revista Chapingo. Serie horticultura, 17(SPE2), 57-62.
- Association official seed analysis (AOSA). (2014). Seed vigour-testing handbook. Lincoln, USA. AOSA. 88pp.
- Copeland L; McDonald M (2012). Principles of Seed Science and Technology. Springer Science & Business Media. 467pp.
- Elías S (2018). The importance of using high quality seeds in agriculture systems. Agri Res & Tech: Open Access J 15(4): 1-2
- González Rodríguez F; León Gómez D; Borges Gómez L; Pinzón López L; Magaña Magaña M; Sangines García R; Urrestarazu Gavilán M (2014). Envejecimiento acelerado sobre la calidad de semillas de maíz para producir germinados para forraje alternativo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(SPE8): 1487-1493.
- International Seed Testing Association (ISTA). (2005). International rules for testing. Bassrrdorf, CH-Switzerland.
- International Seed Testing Association (ISTA). (2016). International RulesSeed Testing. Zurich. Suiza.
- Lima C; Athanázio J; Bellettini N (2006). Germinação e vigor de sementes de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) submetidas ao envelhecimento acelerado. *Semina: Ciências Agrárias* (27), 159-170.
- Magdaleno-Hernández E; Magdaleno-Hernández A; Mejía-Contreras A; Martínez-Saldaña T; Jiménez-Velázquez MA; Sánchez-Escudero J; García-Cué JL (2020). Evaluación de la calidad física y fisiológica de semilla de maíz nativo. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 17(3): 569–581.
- Marcos-Filho J (2015) . Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Sci. Agric.* 72 (4): 363-374.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Mbora A; Schmidt L; Angaine P; Meso M; Omondi W; Ahenda J; Lilleso JPB; Mwanzia JM; Mutua NA; Mutua Wangu R; Jamnadass R (2009). Tree seed quality guide. World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya. 28pp.

Molina Moreno JC; Pérez de la Cerda FDJ; Carballo Carballo A; Santacruz Varela A; Hernández Livera A (2007). Calidad fisiológica en semillas de maíz con diferencias estructurales. Agricultura técnica en México, 33(1), 53-61.

Morales Morales, D. A. (2014). Evaluación de la calidad física y fisiológica de la semilla de tres variedades de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris*).

Presa-Figueroa MI; Andrio-Enríquez E; Rivera-Reyes JG; Mendoza-Elos M; Cervantes-Ortíz F (2016). Calidad fisiológica en líneas endogámicas de maíz para el Bajío. Biotecnología y Sustentabilidad, 1(1): 125-125.

Salinas-Hernández RM; González-Aguilar GA; Pirovani ME; Ulín-Montejo F (2007). Modelación del deterioro de productos vegetales frescos cortados. Universidad y Ciencia 23(2): 183-196.

Vásconez Montúfar GH; Caicedo Acosta LA; Véliz Zamora DV; Sánchez Mora FD (2021). Producción de biomasa en cultivos de maíz: Zona central de la costa de Ecuador. Revista de Ciencias Sociales (Ve), XXVII(3): 417-431.

Zhou YS; Zhou L; Wang D; Wu H; Cheng X; Du E (2020). Regulate seed vigor in rice. Journal of Integrative, Plant Biology 62(4): 470-486.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

PONENCIAS MAGISTRALES



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA
TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DE FERTILIDAD INTEGRAL EN EL BAJÍO



Resultados de investigación de fertilidad integral en El Bajío


Juan Francisco Buenrostro Rodríguez, Andrés Mandujano Bueno, José Socorro Nieto Ruiz, Jelle Van Loon, Simón Fonteyne, Oorou Ganni Mariel Guerra, Amador Aguillón Aguillón, Bladimir Bernabe Hernández, Pablo Maya Valle, Fernando Sierra Cuevas, Luis Angel Melendez Martinez, Juan Pablo Elias Valerio, Jose Jacobo Arellano Arandas, Salvador Ramos Cuellar, Diana Beatriz Rubio Pérez, Flor Atlixqueño Palomares, Arturo Javier Ortiz García

Celaya, Guanajuato, 12 de mayo de 2025



Introducción

Impacto de la fertilización en la producción agrícola:

 FIRA <small>FIDECOMIS INSTITUTOS EN RELACION CON LA AGRICULTURA</small>	Sistema de costos agrícolas Resumen de costos Guanajuato		Cultivo: MAÍZ Zona: AGENCIAS DE GUANAJUATO Modalidad: Tradicional		Ciclo: PV - 2025 Tecnología: BMF Estatus: Autorizado																																																																																																																																																																																																			
<table><tr><th colspan="4">Costos</th></tr><tr><th>Concepto</th><th>Finan.</th><th>No finan.</th><th>Total</th></tr><tr><td>PREPARACIÓN DEL TERRENO</td><td>\$5,900</td><td>\$0</td><td>\$5,900</td></tr><tr><td>SIEMBRA</td><td>\$10,300</td><td>\$0</td><td>\$10,300</td></tr><tr><td>FERTILIZACIÓN</td><td>\$15,365</td><td>\$0</td><td>\$15,365</td></tr><tr><td>RIEGOS</td><td>\$4,650</td><td>\$0</td><td>\$4,650</td></tr><tr><td>CONTROL DE PLAGAS, MALEZAS Y ENF</td><td>\$6,676</td><td>\$0</td><td>\$6,676</td></tr><tr><td>COSECHA, SELECCIÓN Y EMPAQUE</td><td>\$4,200</td><td>\$0</td><td>\$4,200</td></tr><tr><td>COMERCIALIZACIÓN</td><td>\$3,197</td><td>\$0</td><td>\$3,197</td></tr><tr><td>DIVERSOS</td><td>\$2,310</td><td>\$0</td><td>\$2,310</td></tr><tr><td>Total:</td><td>\$52,598</td><td>\$0</td><td>\$52,598</td></tr></table>			Costos				Concepto	Finan.	No finan.	Total	PREPARACIÓN DEL TERRENO	\$5,900	\$0	\$5,900	SIEMBRA	\$10,300	\$0	\$10,300	FERTILIZACIÓN	\$15,365	\$0	\$15,365	RIEGOS	\$4,650	\$0	\$4,650	CONTROL DE PLAGAS, MALEZAS Y ENF	\$6,676	\$0	\$6,676	COSECHA, SELECCIÓN Y EMPAQUE	\$4,200	\$0	\$4,200	COMERCIALIZACIÓN	\$3,197	\$0	\$3,197	DIVERSOS	\$2,310	\$0	\$2,310	Total:	\$52,598	\$0	\$52,598	<table><tr><th colspan="12">Desglose mensual de los costos financieros</th></tr><tr><th>Mar-2025</th><th>Abr-2025</th><th>May-2025</th><th>Jun-2025</th><th>Jul-2025</th><th>Ago-2025</th><th>Sep-2025</th><th>Oct-2025</th><th>Nov-2025</th><th>Dic-2025</th><th>Ene-2026</th><th>Feb-2026</th></tr><tr><td>\$5,900</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td></tr><tr><td>\$0</td><td>\$10,300</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td></tr><tr><td>\$0</td><td>\$6,600</td><td>\$0</td><td>\$4,335</td><td>\$3,000</td><td>\$680</td><td>\$750</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td></tr><tr><td>\$0</td><td>\$1,550</td><td>\$1,550</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td></tr><tr><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$2,676</td><td>\$1,025</td><td>\$2,975</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td></tr><tr><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$4,200</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td></tr><tr><td>\$3,197</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td></tr><tr><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td></tr><tr><td>\$2,310</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td></tr><tr><td>\$11,407</td><td>\$18,450</td><td>\$4,226</td><td>\$6,910</td><td>\$5,975</td><td>\$680</td><td>\$750</td><td>\$4,200</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td><td>\$0</td></tr></table>										Desglose mensual de los costos financieros												Mar-2025	Abr-2025	May-2025	Jun-2025	Jul-2025	Ago-2025	Sep-2025	Oct-2025	Nov-2025	Dic-2025	Ene-2026	Feb-2026	\$5,900	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$10,300	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$6,600	\$0	\$4,335	\$3,000	\$680	\$750	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$1,550	\$1,550	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$2,676	\$1,025	\$2,975	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$4,200	\$0	\$0	\$0	\$0	\$3,197	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$2,310	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$11,407	\$18,450	\$4,226	\$6,910	\$5,975	\$680	\$750	\$4,200	\$0	\$0	\$0	\$0
Costos																																																																																																																																																																																																								
Concepto	Finan.	No finan.	Total																																																																																																																																																																																																					
PREPARACIÓN DEL TERRENO	\$5,900	\$0	\$5,900																																																																																																																																																																																																					
SIEMBRA	\$10,300	\$0	\$10,300																																																																																																																																																																																																					
FERTILIZACIÓN	\$15,365	\$0	\$15,365																																																																																																																																																																																																					
RIEGOS	\$4,650	\$0	\$4,650																																																																																																																																																																																																					
CONTROL DE PLAGAS, MALEZAS Y ENF	\$6,676	\$0	\$6,676																																																																																																																																																																																																					
COSECHA, SELECCIÓN Y EMPAQUE	\$4,200	\$0	\$4,200																																																																																																																																																																																																					
COMERCIALIZACIÓN	\$3,197	\$0	\$3,197																																																																																																																																																																																																					
DIVERSOS	\$2,310	\$0	\$2,310																																																																																																																																																																																																					
Total:	\$52,598	\$0	\$52,598																																																																																																																																																																																																					
Desglose mensual de los costos financieros																																																																																																																																																																																																								
Mar-2025	Abr-2025	May-2025	Jun-2025	Jul-2025	Ago-2025	Sep-2025	Oct-2025	Nov-2025	Dic-2025	Ene-2026	Feb-2026																																																																																																																																																																																													
\$5,900	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0																																																																																																																																																																																													
\$0	\$10,300	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0																																																																																																																																																																																													
\$0	\$6,600	\$0	\$4,335	\$3,000	\$680	\$750	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0																																																																																																																																																																																													
\$0	\$1,550	\$1,550	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0																																																																																																																																																																																													
\$0	\$0	\$2,676	\$1,025	\$2,975	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0																																																																																																																																																																																													
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$4,200	\$0	\$0	\$0	\$0																																																																																																																																																																																													
\$3,197	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0																																																																																																																																																																																													
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0																																																																																																																																																																																													
\$2,310	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0																																																																																																																																																																																													
\$11,407	\$18,450	\$4,226	\$6,910	\$5,975	\$680	\$750	\$4,200	\$0	\$0	\$0	\$0																																																																																																																																																																																													
<table><tr><th colspan="4">Hasta 160,000 UDIS</th></tr><tr><th>Ministración</th><th>Fecha</th><th>Financiable</th><th>Crédito</th><th>Aportación</th><th>Intereses</th><th>No Financ.</th><th>Total</th></tr><tr><td>1</td><td>Mar-2025</td><td>\$29,857</td><td>\$26,871</td><td>\$2,986</td><td>\$3,762</td><td>\$0</td><td>\$33,618</td></tr><tr><td>2</td><td>May-2025</td><td>\$22,741</td><td>\$20,467</td><td>\$2,274</td><td>\$2,345</td><td>\$0</td><td>\$25,086</td></tr><tr><td></td><td></td><td>\$52,598</td><td>\$47,337</td><td>\$5,260</td><td>\$6,107</td><td>\$0</td><td>\$58,705</td></tr></table>			Hasta 160,000 UDIS				Ministración	Fecha	Financiable	Crédito	Aportación	Intereses	No Financ.	Total	1	Mar-2025	\$29,857	\$26,871	\$2,986	\$3,762	\$0	\$33,618	2	May-2025	\$22,741	\$20,467	\$2,274	\$2,345	\$0	\$25,086			\$52,598	\$47,337	\$5,260	\$6,107	\$0	\$58,705	<table><tr><th colspan="4">Mayor a 160,000 UDIS</th></tr><tr><th>Crédito</th><th>Aportación</th><th>Intereses</th><th>No Financ.</th><th>Total</th></tr><tr><td>\$23,885</td><td>\$5,971</td><td>\$3,344</td><td>\$0</td><td>\$33,200</td></tr><tr><td>\$18,193</td><td>\$4,548</td><td>\$2,085</td><td>\$0</td><td>\$24,826</td></tr><tr><td>\$42,078</td><td>\$10,520</td><td>\$5,429</td><td>\$0</td><td>\$58,026</td></tr></table>				Mayor a 160,000 UDIS				Crédito	Aportación	Intereses	No Financ.	Total	\$23,885	\$5,971	\$3,344	\$0	\$33,200	\$18,193	\$4,548	\$2,085	\$0	\$24,826	\$42,078	\$10,520	\$5,429	\$0	\$58,026	<table><tr><th colspan="2">Etapas</th><th colspan="2">del</th><th colspan="2">al</th></tr><tr><th>Siembra</th><th>Abz - 2025</th><th>Jun - 2025</th><th>Oct - 2025</th><th>Dic - 2025</th><th>2026-01-31</th></tr><tr><td>Cosecha</td><td>Oct - 2025</td><td>Dic - 2025</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Vencimiento</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Rendim. Prob. (ton/ha)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>12.00</td></tr><tr><td>Precio Prob. (\$/ton)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>\$5,763</td></tr><tr><td>Ingreso Prob. (\$/ha)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>\$69,156</td></tr></table>				Etapas		del		al		Siembra	Abz - 2025	Jun - 2025	Oct - 2025	Dic - 2025	2026-01-31	Cosecha	Oct - 2025	Dic - 2025				Vencimiento						Rendim. Prob. (ton/ha)					12.00	Precio Prob. (\$/ton)					\$5,763	Ingreso Prob. (\$/ha)					\$69,156																																																																																								
Hasta 160,000 UDIS																																																																																																																																																																																																								
Ministración	Fecha	Financiable	Crédito	Aportación	Intereses	No Financ.	Total																																																																																																																																																																																																	
1	Mar-2025	\$29,857	\$26,871	\$2,986	\$3,762	\$0	\$33,618																																																																																																																																																																																																	
2	May-2025	\$22,741	\$20,467	\$2,274	\$2,345	\$0	\$25,086																																																																																																																																																																																																	
		\$52,598	\$47,337	\$5,260	\$6,107	\$0	\$58,705																																																																																																																																																																																																	
Mayor a 160,000 UDIS																																																																																																																																																																																																								
Crédito	Aportación	Intereses	No Financ.	Total																																																																																																																																																																																																				
\$23,885	\$5,971	\$3,344	\$0	\$33,200																																																																																																																																																																																																				
\$18,193	\$4,548	\$2,085	\$0	\$24,826																																																																																																																																																																																																				
\$42,078	\$10,520	\$5,429	\$0	\$58,026																																																																																																																																																																																																				
Etapas		del		al																																																																																																																																																																																																				
Siembra	Abz - 2025	Jun - 2025	Oct - 2025	Dic - 2025	2026-01-31																																																																																																																																																																																																			
Cosecha	Oct - 2025	Dic - 2025																																																																																																																																																																																																						
Vencimiento																																																																																																																																																																																																								
Rendim. Prob. (ton/ha)					12.00																																																																																																																																																																																																			
Precio Prob. (\$/ton)					\$5,763																																																																																																																																																																																																			
Ingreso Prob. (\$/ha)					\$69,156																																																																																																																																																																																																			

Actualmente, la fertilización ocupa alrededor del 30 % del total de costo de producción de maíz y trigo.





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Objetivos de la presentación

Objetivo general:

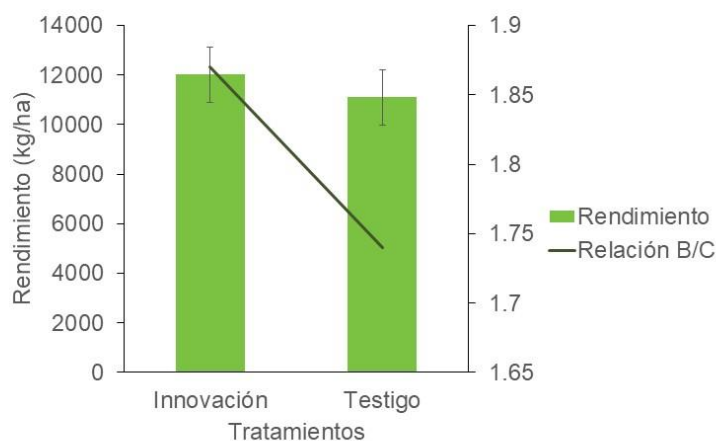
Compartir los últimos resultados de investigación que ha realizado el Hub Bajío y sus colaboradores en fertilidad integral realizados en El Bajío en el cultivo de maíz.



CIMMYT



Resultados



CIMMYT





Resultados

Optimizar fertilización base

Nutriente	Innovación	%	Convencional	%
N	68	100%	78.1	100
P	45	100%	44.2	90
K	29	100%	16.6	60
Mg	0.14	80%	0	0
S	18	30%	5.3	10
Zn	4.1	90%	1.7	20
Fe	1.8	90%	0.63	20
Mn	1.4	40%	1.21	20%
B	0.4	40%	0	0

Módulos: Análisis de suelo o mapas de fertilidad
Productores: Mezclas prediseñadas por proveedores



Resultados

Optimizar Nitrógeno

Módulo	Innovación kg N ha ⁻¹	Convencional kg N ha ⁻¹	Diferencia kg N ha ⁻¹
San Miguel Octopan	124	184	60
San José Agua Azul	150	184	34
San Miguel el Alto	163	184	21
El Granjenal	158	184	26
Camino al Toro	138	180	42
Pedro Escobedo	175	184	9
Promedio	151	183	32
Kg de urea	329	399	70
San José de las Pilas	145	92	-53

En 85% de los casos el sensor recomendó menos nitrógeno que con el manejo convencional.
En 15% recomendó más. En el 100% de los casos se logró mayor rendimiento.





Resultados

Resumen comparación

Tratamiento	Costos directos	Rendimiento (kg)	Precio venta (\$)	Ingreso bruto(\$)	Utilidad bruta (\$)	Relación B/C
Innovación	34,186.05	11,649.21	5.39	62,896.52	28,710.46	1.87
Convencional	33,278.79	10,715.82	5.39	57,834.35	24,555.56	1.74
Diferencia	907.26	933.40	-	5,062.16	4,154.90	0.13
Porcentaje	2.73	8.71	-	8.75	16.92	7.64

Tratamiento	Costos directos	Rendimiento (kg)	Precio venta (\$)	Ingreso bruto(\$)	Utilidad bruta (\$)	Relación B/C
Innovación	34,186.05	11,649.21	5.39	62,896.52	28,710.46	1.87
FIRA	48,336.00	12,000.00	5.39	64,680.00	16344.00	1.74
Diferencia	-14,149.95	-350.79	-	1,783.48	12,366.46	0.13
Porcentaje	-29.27	-2.92	-	-2.76	75.66	7.66



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620



Resultados

- En un esquema de fertilidad integral, la integración de análisis de suelo y sensor GreenSeeker permite aplicar dosis más precisas de nutrientes, con lo que se reduce costos de producción y contaminación ambiental por exceso de fertilizantes.
- En promedio la productividad del maíz se incrementó 8.71% y su relación B/C 7.65% en comparación con la implementación de prácticas convencionales.
- La información obtenida ofrece evidencia práctica para recomendar este enfoque de manejo de la fertilidad como estrategia técnica, económica y ambientalmente viable.



CIMMYT



EFFECTO DE LA DOSIS DE FOSFORO SOBRE RENDIMIENTO DE GRANO DE MAÍZ



Efecto de la dosis de fósforo sobre rendimiento de grano de maíz



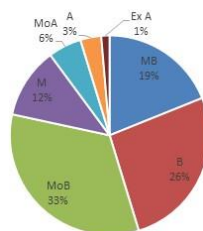
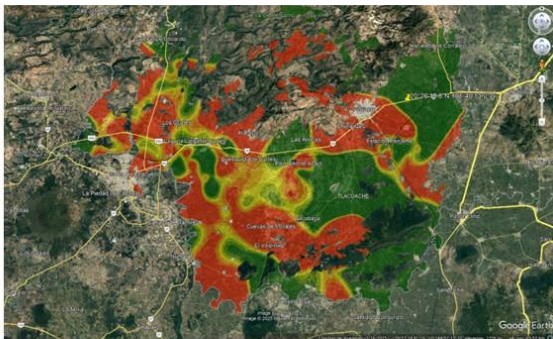
CIMMYT





Introducción

Condición de suelo de Pénjamo



Nivel	%
MB a ModB	78
Medio	12
ModA a MA	10

Media: 15.32 ppm, moderadamente bajo

Materiales y métodos

Tratamientos:

Número	Descripción
1	330-00-45-07Zn
2	330-40-45-07Zn
3	330-40-45-07Zn + tratamiento semilla
4	330-80-45-0.4Zn
5	330-120-38-07Zn

* Tratamiento a semilla: Natuseed, 1 g/kg de semilla

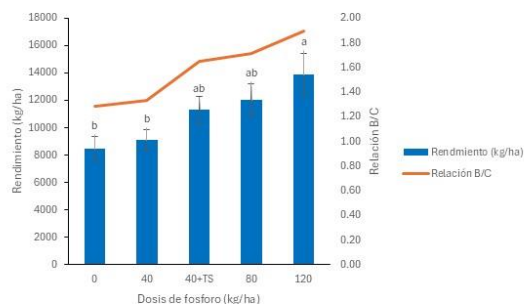
Tratamiento 4: Mezcla actual de Agrícola El greco



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA
TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Resultados

Comparación de medias:



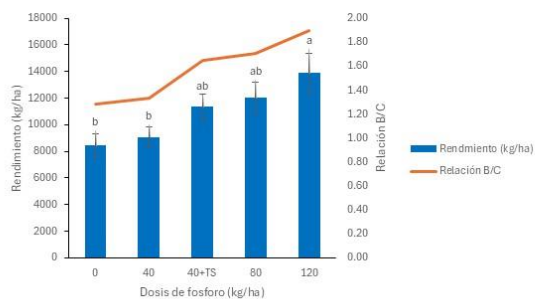
En general, el rendimiento se comportó proporcional a la dosis de fósforo aplicada.

La dosis de 120 kg/ha de P_2O_5 se comportó estadísticamente similar a 40 (tratamiento semilla) y 80 kg/ha de P_2O_5 y fue superior a 40 y a 0 kg/ha de P_2O_5 .

El tratamiento de semilla presentó una tendencia a mejorar rendimiento.



Resultados



En el aspecto económico, la relación B/C de la dosis de 120 kg/ha fue superior al resto de los tratamientos:

Tratamiento	%
330-00-45-07Zn	32.2
330-41-45-07Zn	29.9
330-41-45-07Zn	13.1
330-80-45-0.4Zn	10.0

Tratamiento	Rend (kg/ha)	Utilidad bruta (\$)	Costo/Prod (\$)	Costo/Trat	Costo total (\$)	Utilidad (\$)	Relación B/C
330-00-45-07Zn	8441	\$ 46,509.45	28,000.00	\$ 8,123	\$ 36,123.04	\$ 10,386.42	1.29
330-41-45-07Zn	9076	\$ 50,006.12	28,000.00	\$ 9,567	\$ 37,566.52	\$ 12,439.60	1.33
330-41-45-07Zn	11334	\$ 62,451.49	28,000.00	\$ 9,816	\$ 37,815.52	\$ 24,635.97	1.65
330-80-45-0.4Zn	12015	\$ 66,204.12	28,000.00	\$ 10,728	\$ 38,727.79	\$ 27,476.33	1.71
330-120-38-07Zn	13878	\$ 76,467.32	28,000.00	\$ 12,330	\$ 40,329.81	\$ 36,137.52	1.90





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620



Conclusiones

El rendimiento y la relación B/C presentó un comportamiento proporcional a la dosis de fósforo aplicada al suelo.

El rendimiento de las dosis de 40 (TS), 80 y 120 kg/ha de P_2O_5 fue similar estadísticamente entre estos y superior a 40 y 0 kg/ha de P_2O_5 .

El tratamiento de semilla presentó una tendencia de mejorar el rendimiento.

Debido a los resultados, se sugiere continuar con la evaluación para robustecer la información y dar mayor certeza sobre el manejo de fósforo adecuado en condiciones del municipio de Pénjamo.



CIMMYT



DOSIS DE POTASIO Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO DE RENDIMIENTO Y CONCENTRACIÓN DE POTASIO EN EL SUELO



Dosis de potasio y su influencia en el comportamiento de rendimiento y concentración de potasio en suelo



CIMMYT





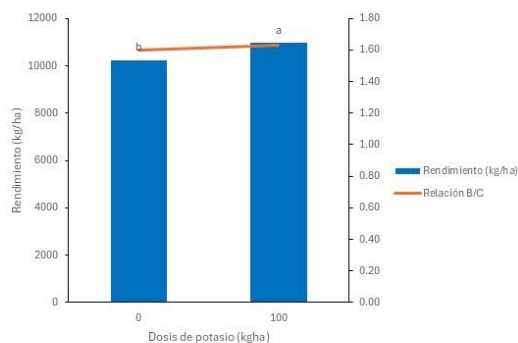
Materiales y métodos

Condición de suelo:

No	Municipio	Sitio	Textura	Materia org	pH	K (ppm)	Saturación (%)
1	Apaseo el grande	San Jose agua azul	Franco Arcilloso	2.11	8.24	669	8.6
2	Celaya	San Miguel Octopan	Franco	1.64	7.82	384	5.3
3	Celaya	Roque	Franco Arcilloso	2.35	7.82	626	7.0
4	Irapuato	Plataforma	Franco Arcilloso	2.99	6.92	436	4.2
5	Juventino R	Las pilas	Franco Arcilloso	2.48	7.66	343	3.2
6	Juventino R	Cutberto	Arcilla	2.01	8.85	491	3.6
7	Pedro Escobedo	Bordo grande	Franco Arcilloso	2.50	6.87	219	2.5
8	Pénjamo	Salvador Ortiz	Franco Arcilloso	2.61	6.98	531	5.5
9	Purísima del rincón	Camino al toro	Franco	2.78	7.81	531	4.6
10	Purísima del rincón	La cuchilla	Franco Arcilloso	1.98	8.58	415	3.0
11	Valle de Santiago	La compañía	Arcilla	3.41	6.75	830	5.2
12	Valle de Santiago	Santa Ana	Arcilla	3.18	6.26	553	4.4
13	Yuriria	San Miguelito	Franco Arcilloso	3.23	6.50	795	5.8
14	Yuriria	Villagomez	Arcilla	2.98	7.00	602	4.0
Media				2.59	7.43	530.36	4.77
Clasificación				Moderadamente alto	Moderadamente alcalino	Moderadamente alto	Moderadamente alto

Resultados

Comparación de medias:



El rendimiento se comportó proporcional a la dosis de potasio aplicada (6.7 % mayor al testigo).

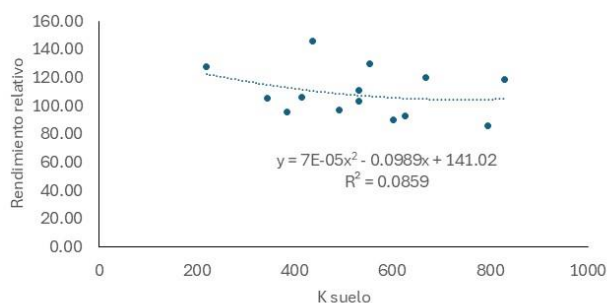
Estadísticamente la dosis de 100 kg/ha de K_2O fue superior al testigo.

La relación beneficio/costo también fue proporcional a la dosis de potasio aplicada, esta fue 1.84 % mayor.



Resultados

Cual fue la relación entre rendimiento y la concentración de potasio en el suelo?



En general, no se observó una relación determinante entre estas variables, probablemente otros factores pudieron influir mayor a estos o estos mismos son parte de la suma de varios factores.



Conclusiones

El rendimiento y la relación beneficio/costo presentó un comportamiento proporcional a la dosis de potasio aplicada al suelo.

La relación entre rendimiento y concentración del potasio en el suelo no fue la esperada.

Los resultados sugieren agregar un mayor número de localidades y años para precisar el efecto de la dosis de potasio sobre rendimiento.



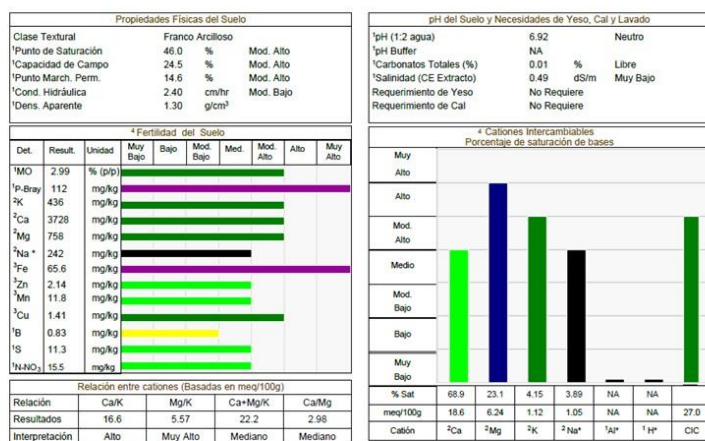


XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Materiales y métodos

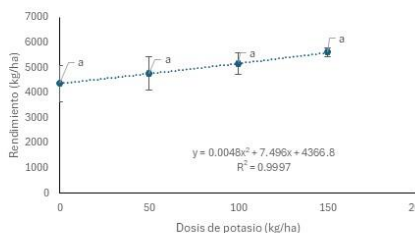
Condición del suelo:



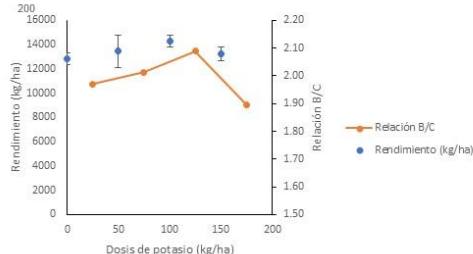
Resultados

trigo

Primer año de evaluación



maíz





Conclusiones

- El primer año, en suelo con concentración moderadamente alta de potasio:
- Se observó un comportamiento del rendimiento proporcional a la dosis de potasio aplicada al suelo (comportamiento no significativo en ambos cultivos).
- Después de la cosecha del ciclo agrícola, el comportamiento de la concentración de potasio en el suelo fue similar al comportamiento del rendimiento. Se observó un punto de inflexión en la dosis de 100 kg/h de K_2O .
- La investigación continuará, para identificar la concentración de potasio en el suelo y su relación con rendimiento.
- La información de esta investigación fortalecerá las recomendaciones de manejo de fertilización en trigo y maíz.



Conclusiones generales

El manejo de fertilización es la inversión mas costosa dentro de la mayoría de los sistemas de producción en El Bajío, por lo cual se requiere continuar realizando trabajos de investigación para identificar y determinar con mayor precisión las causas de los resultados hoy expuestos.

El manejo de los cuatro requerimientos para el manejo responsable de los nutrientes, mejora la productividad y rentabilidad de maíz.





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Agradecimientos

A instituciones publicas,
privadas y gubernamentales.

A distribuidores de fertilizante e
insumos y empresas de la
cadena productiva.

A estudiantes tesistas.

Al personal técnico que colaboró
para este trabajo:

- Bladimir Bernabe
- Pablo Maya
- Fernando Sierra
- Luis Angel Melendez
- Juan Pablo Elias
- Jacobo Arellano
- Salvador Ramos
- Socorro Nieto



CIMMYT



Agradecimientos

Jelle Van Loon. *Director adjunto y
representante para Las Américas
del Programa SAS de CIMMYT*

Simon Fonteyne. *Líder de
Agronomía de Latam*

Ouorou Ganni Mariel Guera.
*Coordinador nacional de
Plataformas de Investigación Latam*

Amador Aguillón Aguillón.
Gerente Hub Bajío



Gracias

CIMMYT





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

QUITOSANO: BIOPOLÍMERO CON APLICACIONES EN TECNOLOGÍA DE SEMILLAS

César Leobardo Aguirre Mancilla

El quitosano es un biopolímero obtenido a partir de la desacetilación de la quitina. Tiene múltiples aplicaciones en la agricultura como antifúngico, acondicionador de suelos, inductor de mecanismos de defensa, recubrimiento poscosecha de frutos, hojas y semillas, entre otras.

Los tratamientos de semillas con recubrimientos a base de polímeros han ayudado a mejorar la aplicación de agroquímicos, como nutrientes y fitosanitarios, para aumentar la calidad de las semillas y contribuir a mantener el potencial de rendimiento del cultivo (Freiberg et al., 2017b). Además, este tipo de tratamiento permite reducir la cantidad de componentes transportados por el recubrimiento al concentrar su efecto en el sitio de siembra, con una liberación controlada de los componentes del recubrimiento, lo que reduce los impactos ambientales indeseables (Ludwig et al., 2020).

Por esta razón, en los últimos años se ha incrementado la investigación en el desarrollo de materiales menos agresivos, estrategias de aplicación más eficientes y tratamientos más efectivos para la reducción de fitopatógenos. Además, existe un compromiso adicional para reducir la contaminación ambiental (Ramos-Campos et al., 2015; Marroquín-Cardona et al., 2016; Guerra-Fuentes et al., 2019). Se han reportado nuevas estrategias para la aplicación de agroquímicos, donde se proponen mecanismos de liberación controlada que permiten una dosis de aplicación más eficiente. Parte de estas estrategias es el uso de polímeros naturales que, a diferencia de los polímeros sintéticos, se degradan en el suelo, por lo que no representan una fuente de contaminación (Timilsena et al., 2015).

Uno de los polímeros más versátiles que se ha incorporado recientemente al sector agrícola es el quitosano, que se puede obtener mediante la desacetilación de la quitina. Este polímero tiene diversas aplicaciones agrícolas, ya que es biodegradable, no tóxico, policationico, posee propiedades antimicrobianas y nematocidas; además, induce la defensa endógena de las plantas, lo que resulta en bajas tasas de infestación por plagas (Rodríguez-Pedroso et al., 2009). Existen varios estudios que han demostrado el uso potencial del quitosano y su compatibilidad con diversas sustancias químicas.

Se demostró el efecto del quitosano y el peróxido de hidrógeno aplicados como recubrimiento de semillas y por aspersión en plántulas de maíz, lo cual se asoció con un aumento en la tasa de germinación, la altura de



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

la planta, la longitud de la mazorca y la calidad proteínica de las semillas, sin afectar la fenología del cultivo (Lizárraga-Paulín et al., 2013). En otro estudio, se demostró el efecto del recubrimiento de soja para controlar el barrenador de la soja (*Agrotis ipsilon*) y el pulgón de la soja (*Aphis glycines*); el estudio mostró que el quitosano estimuló a las plantas a producir respuestas de defensa sistémicas, lo que produjo efectos repelentes para disuadir a las plagas (Zeng et al., 2012).

La aplicación del recubrimiento de quitosano en semillas de tomate retrasó los síntomas de infección por *F. oxysporum*; además, la incorporación de quitosano al sustrato favoreció la reducción de las raíces dañadas por la infección (Benhamou et al., 1994). Una de las aplicaciones más versátiles e impactantes del quitosano en la agricultura es la liberación de sustancias activas.

Ferreira et al. (2019) formularon una nanoesfera de quitosano con aceite esencial de *Siparuna guianensis* como ingrediente activo para controlar las larvas de *Aedes aegypti*, principal vector del virus causante del dengue. Sus resultados mostraron una liberación sostenida durante al menos 8 días, lo que redujo significativamente la supervivencia de las larvas del insecto.

Wu y Liu (2008) reportaron la liberación gradual de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) recubiertos con ácido acrílico-co-acrilamida y quitosano. En otro estudio, Ruiz-de-La-Cruz et al. (2017) utilizaron recubrimientos de dos fuentes diferentes de quitosano (camarones e insectos) mezclados con fungicida en semillas de frijol negro. Descubrieron que, a concentraciones de quitosano del 1 % y el 0,25 %, en condiciones de infección, el 35 % de las semillas muestreadas retuvieron el fungicida e impidieron su rápida liberación al medio. El maíz y el frijol son fuente de carbohidratos y proteínas para el consumo humano, principalmente en países en desarrollo; ambas especies son la base de la dieta y la economía de México desde la época prehispánica hasta la actualidad. Por lo tanto, es importante proponer estrategias que contribuyan a mejorar las condiciones de almacenamiento de las semillas y la protección durante la siembra mediante el uso de recubrimientos como el quitosano y el quitosano mezclado con fungicidas.

Estudios recientes en nuestro grupo de trabajo han demostrado que los recubrimientos de quitosano y los recubrimientos de mezcla quitosano-fungicida no causan cambios negativos en la germinación ni en la tasa de germinación en semillas de maíz y frijol. Cuando se producen cambios, la tendencia es a mejorar los valores de estas características. Los recubrimientos de quitosano en mezcla con fungicida conservan el efecto protector del fungicida durante más tiempo sin afectar negativamente la germinación de las semillas. Los



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

recubrimientos de quitosano, o en mezcla con fungicida (ditiocarbamato), no son perjudiciales para la germinación de las semillas de maíz y frijol almacenadas (Godínez-Garrido et al. 2021).

Además, demostramos que el quitosano se destacó como un agente funcional para el recubrimiento de semillas. En tratamientos con películas con bajas concentraciones de quitosano, se mejoró la germinación y la velocidad de germinación en ajonjolí y frijol, mientras que la técnica de recubrimiento peletizado para ajonjolí mostró mejores resultados en términos de desarrollo de plántulas; por lo tanto, existe un grado de sensibilidad diferente a la presencia y concentración de quitosano para cada especie de cultivo. Por lo tanto, las recomendaciones para la aplicación de recubrimientos de quitosano, además de la técnica de aplicación, deben basarse en las necesidades específicas; es decir, se debe definir la especie con la que se trabajará, además de la etapa de desarrollo del cultivo para la que se requiere la mejora (Godínez-Garrido et al. 2022).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benhamou, N; Lafontaine, PJ; Nicole, M (1994). Induction of systemic resistance to Fusarium crown and root rot in tomato plants by seed treatment with chitosan. *Journal Phytopathology*, 84 (2): 1432-1444. <https://doi.org/10.1094/Phyto-84-1432>

Ferreira, TP; Haddi, K; Corrêa, RF; Zapata, VL; Piau, TB; Souza, LF; Grisolia, CK (2019). Prolonged mosquitocidal activity of Siparuna guianensis essential oil encapsulated in chitosan nanoparticles. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 13 (8): p.e0007624. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007624>

Freiberg, JA; Ludwig, MP; Gonçalves-Avelar, A; Giroto, E (2017b). Seed treatment and its impact on wheat crop yield potential. *Journal of Seed Science*, 39 (3): p.280-287. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v39n3177754>

Godínez-Garrido, NA; Ramírez-Pimentel, JG; Covarrubias-Prieto, J; Cervantes-Ortiz, F; Pérez-López, A; Aguirre-Mancilla, CL. (2021). Chitosan coating on bean and maize seeds: release of agrochemical fungicide and post-storage condition. *Journal of Seed Science*, 43, e202143036. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v43254286>

Godínez-Garrido, NA; Torres-Castillo, JA; Ramírez-Pimentel, JG; Covarrubias-Prieto, J; Cervantes-Ortiz, F; Aguirre-Mancilla, CL (2022). Effects on Germination and Plantlet Development of Sesame (*Sesamum indicum* L.) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seeds with Chitosan Coatings. *Agronomy* 2022, 12, 666. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030666>

Guerra-Fuentes, NR; Chávez-Bautista, M; Treviño-Espinosa, RS; García-Mazcorro, JF; Torres-Castillo, JA; Méndez-Albores, A; Marroquín-Cardona, AG (2019). Effects of neutral electrolysed water on tomato seeds



artificially contaminated with *Fusarium* and *Aspergillus*. *Seed Science and Technology*, v.47, n.2, p.211-227.
<https://doi.org/10.15258/sst.2019.47.2.08>

Lizárraga-Paulín, EG; Miranda-Castro, SP; Moreno-Martínez, E; Lara-Sagahón, AV; Torres-Pacheco, I (2013). Maize seed coatings and seedling sprayings with chitosan and hydrogen peroxide: their influence on some phenological and biochemical behaviors. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*, 14(2), 87-96.
<https://doi.org/10.1631/jzus.B1200270>

Ludwig, EJ; Nunes, UR; Prestes, OD; Fagundes, LK; Fernandes, T.S; Saibt, N (2020). Polymer coating in soybean seed treatment and their relation to leaching of chemicals. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 15 (6): e2602. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2602>

Marroquín-Cardona, A.G; Ruiz-Urbe, AJ; Treviño-Espinosa, RS; Torres-Castillo, JA; Méndez-Albores, A (2016). Neutral electrolyzed water to control *Aspergillus* and *Fusarium* contamination in maize seeds. *Toxicology Letters*, 259 (10): S137, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2016.07.354>

Ramos-Campos, E.V; Oliveira, JL; Fraceto, L F; Singh, B (2015) Polysaccharides as safer release systems for agrochemicals. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (1): 47-66. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0263-0>

Rodríguez-Pedroso, AT; Ramírez-Arrebato, M.A; Rivero-González, D; Bosquez-Molina, E; Barrera-Necha, LL; Bautista-Baños, S (2009). Propiedades químico-estructurales y actividad biológica de la quitosana en microorganismos fitopatógenos. *Revista Chapingo*, 15(3): 307-317.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027152X2009000500012

Ruiz-De-La-Cruz, G; Aguirre-Mancilla, CL; Godínez-Garrido, NA; Osornio-Flores, NM; Torres-Castillo, JA (2017). Chitosan mixed with beneficial fungal conidia or fungicide for bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed coating. *Interciencia*, 42 (5): 307-311. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33952810007>

Timilsena, YP; Adhikari, R; Casey, P; Muster, T; Gill, H; Adhikari, B (2015). Enhanced efficiency fertilisers: a review of formulation and nutrient release patterns. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95 (6):1131-1142. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6812>

Wu, L; Liu, M (2008). Preparation and properties of chitosan-coated NPK compound fertilizer with controlled-release and water-retention. *Journal Carbohydrate Polymers*, 72 (2): 240-247.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.08.020>

Zeng, D; Luo, X; Tu, R (2012). Application of Bioactive Coatings Based on Chitosan for Soybean Seed Protection. *International Journal of Carbohydrate Chemistry*, 104565, 5p., <https://doi.org/10.1155/2012/104565>



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620



IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD EN LOS PATÓGENOS DE PLANTAS



Importancia de la biodiversidad en los patógenos de plantas

Implicación para la agricultura y la
sostenibilidad

XII CONGRESO NACIONAL Y DEL VIII SIMPOSIO
INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

María de Jesús Ramírez Ramírez

Roque, Guanajuato. Mayo 2025

Introducción a los patógenos de las plantas



La diversidad de patógenos pueden infectar una planta hospedante específica.

La diversidad incluye virulencia, mecanismos de infección y adaptabilidad a condiciones ambientales.

Una mayor diversidad de patógenos podría provocar brotes de enfermedades más graves o impredecibles.

Naciones Unidas. (2023) y Banco Mundial. (2023).



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Ingreso del patógeno en la planta

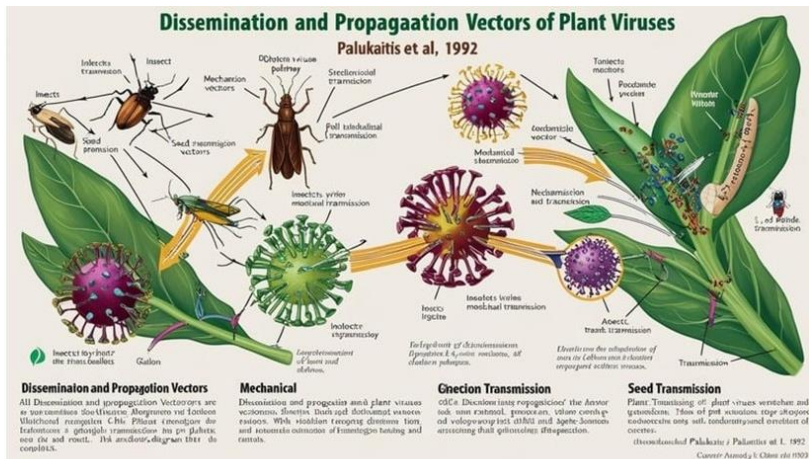
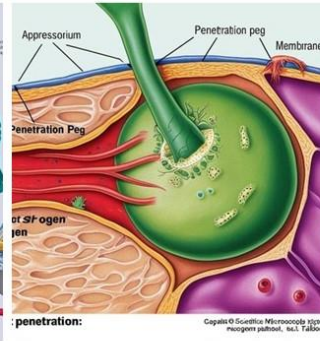
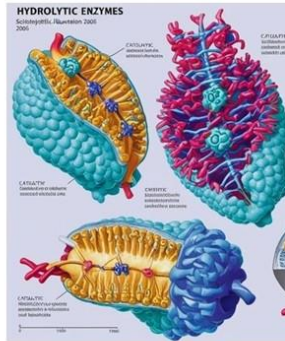
Los patógenos ingresan a las plantas a través de heridas naturales, estomas o directamente penetrando las paredes celulares.

Enzimas Hidrolíticas:

Los hongos como *Botrytis cinerea*, producen celulasas y pectinasas que degradan la pared celular (van Kan, 2006).

Penetración Directa:

Algunos hongos, como *Magnaporthe oryzae*, utilizan apresorios para penetrar mecánicamente en la planta (Talbot, 2003).



Diseminación y propagación. Los patógenos para completar su ciclo de vida utilizan vectores, estructuras reproductivas especializadas, o factores abióticos. Los virus dependen de insectos para transmitirse. El virus del mosaico del pepino, que es transmitido por pulgones (Palukaitis et al., 1992).



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

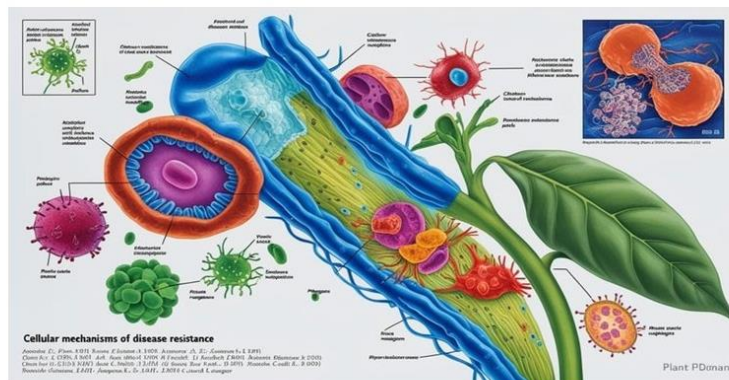
TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Los síntomas de la roya del café incluyen la aparición de manchas amarillas en la parte inferior de las hojas, que eventualmente se vuelven de color anaranjado. Estas manchas son esporas del hongo, que se dispersan por el viento, propagando la enfermedad (Avelino et al., 2011).



En América Latina, la enfermedad ha provocado pérdidas económicas millonarias (McCook, 2006). La disminución en la producción puede llevar a un aumento en los precios del café, afectando a consumidores y productores por igual.

Resistencia de las plantas a las enfermedades



La resistencia de las plantas a enfermedades puede ser natural, inducida o con el empleo de la biotecnología.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Dirección de futuras investigaciones

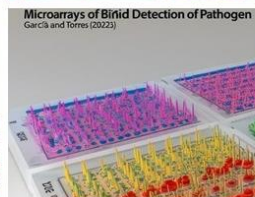
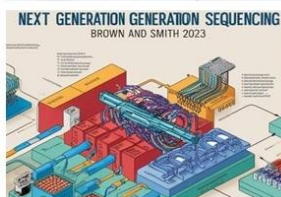
Basados en Biología
Molecular

PCR en Tiempo Real

La NGS secuenciación
masiva y rápida de
genomas Brown y
Smith (2023).

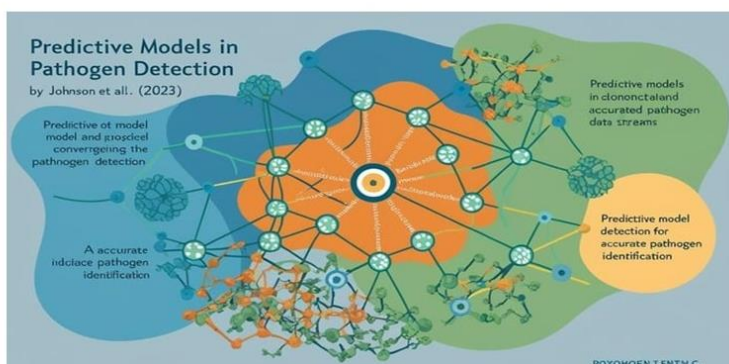
Nanotecnología y
Biosensores

Microarrays



Inteligencia artificial y aprendizaje automático

La inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático desarrollan modelos predictivos que mejoran la detección de patógenos. Johnson et al. (2023) destacan modelos pueden analizar grandes volúmenes de datos.





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

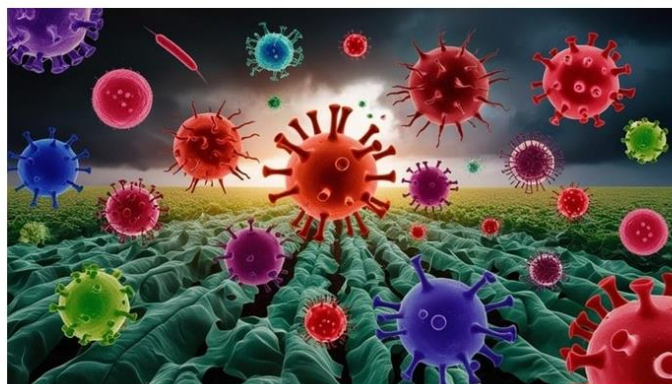
Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CONCLUSIONES



La diversidad de patógenos amenaza la seguridad alimentaria.
Pero con el uso de tecnología avanzada y prácticas agrícolas
sostenibles, es posible mitigar sus efectos.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

PRODUCCIÓN DE ABEJAS REINAS POR INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Jorge Guadalupe Arce Ramírez

En Guanajuato la base genética de muchas de las colmenas se sustenta en la captura de enjambres o en la división de las colonias con el desarrollo de celdas reales formadas naturalmente, esto se lleva a cabo sin tomar en cuenta la selección de donde se están reproduciendo el material genético, incrementando así las posibilidades de multiplicar las características menos favorables para la actividad apícola, reflejándose finalmente en la baja productividad y en los problemas sanitarios de muchas de nuestras colmenas.

Es necesario cambiar los modelos de en la producción apícola tradicional hacia una apicultura tecnificada, donde la selección y el mejoramiento son fundamentales para obtener mayores rendimientos y productividad de las abejas. Para ello se necesita control sobre las características genéticas de cada colmena, mediante la selección de reinas provenientes de colonias sanas, mansas y productivas, lo mismo que la selección de los progenitores con las características deseadas sobre todo de zánganos adaptados a la región.

Los diferentes métodos de cría de reinas se basan en simular las condiciones naturales que permitan a las abejas criarlas. De estos el método Doolittle es el más usado mundialmente, porque una vez que se domina la técnica de traslarve resulta ser fácil, rápido y confiable.

Las reinas en condiciones normales es la única hembra fértil dentro de la colmena, la cual pone huevos fecundados que darán origen a abejas obreras, (reproducción sexual) y huevos no fecundados que originarán por partenogénesis zánganos, (reproducción asexual), esta característica define que la reina es la responsable por la calidad genética de toda la población de la colmena y por lo tanto se relaciona con la productividad, la sanidad y el comportamiento defensivo de las abejas. La reina cumple un papel fundamental dentro de la colmena, gracias a las feromonas que produce determina o modula el comportamiento y la fisiología de los demás miembros de la colonia.

Es importante cambiar la reina cada año, ya que una reina joven de buena calidad genética que proceda de una colmena seleccionada, tendrá más población y por lo tanto se relacionará con un mayor rendimiento en su producción. Se requiere de un monitoreo con base en los registros productivos y sanitarios es un factor clave en la decisión de cambiar las reinas.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Las características que deben buscarse al seleccionar la colmena progenitora (fuente de origen de la nueva reina), entre las más valiosas para la producción apícola son: alta producción (miel, polen, propóleos, jalea real) resistencia a enfermedades, docilidad, baja tendencia a enjambrar y un buen comportamiento higiénico. Antes de iniciar la cría de reinas es importante definir el número de reinas requeridas para con ello preparar el grupo de colmenas que se utilizarán en el proceso. Para la producción artificial de reinas no solo se debe considerar aspectos como: condiciones óptimas del entorno, la edad de las larvas a transferir, la suplementación alimenticia y la metodología desarrollada para obtener buenas reinas.



PROCESO DE CRÍA ARTIFICIAL DE REINAS

Jorge Guadalupe Arce Ramírez

Selección de colmenas Madres

Es la colmena de la cual se tomarán las larvas para la formación de las nuevas reinas, debe ser seleccionada por sus características más sobresalientes, especialmente de altos rendimientos en producción de miel, polen, propóleos o jalea real, docilidad y resistencia a enfermedades. Las colmenas madres deben tener suficiente alimento, tanto de polen como de néctar, o en su defecto, dar alimentación suplementaria. Con ello se asegura la secreción glandular de jalea real, que es producida por obreras nodrizas (abejas de 5 a 15 días de edad), el cual es el alimento base para el crecimiento y desarrollo de las larvas a futuras reinas.

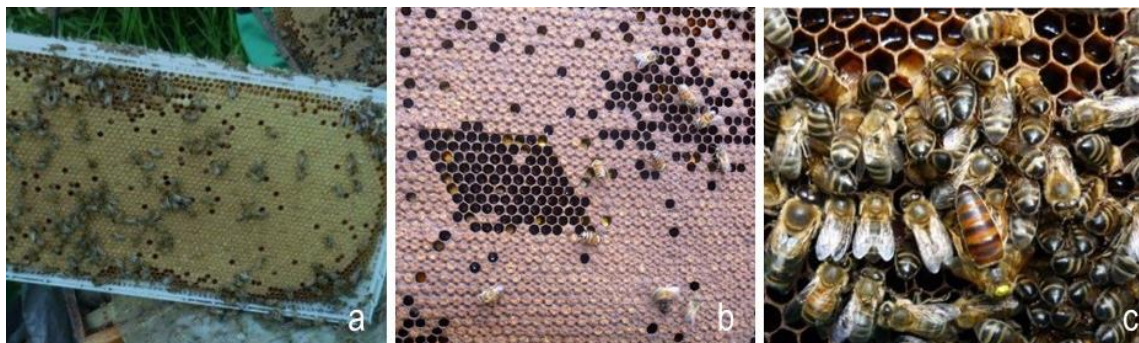


Figura 1. Una colmena madre debe ser bien seleccionada: a) alta productividad, b) buen operculado, reina fuerte y dócil.

Pruebas genéticas

Para identificar dentro de los Apiarios las colmenas sobresalientes, se hace necesario realizar en campo una serie de pruebas sencillas para seleccionar el material genético base. Las pruebas a realizar como mínimo son: a) Genes higiénicos, b) acicalamiento, c) infestación de varroa en abeja adulta.

Prueba de genes higiénicos

Con esta prueba se busca identificar en la colmena la capacidad que tienen las abejas de puntuar, desopercular y retirar larvas muertas en un periodo de 24 horas, este comportamiento es controlado por tres pares de genes recesivos en homocigosis. El comportamiento de genes higiénicos expresado por las abejas se ha correlacionado con la resistencia a enfermedades y con la productividad de las colmenas.

Para emplear la prueba se requiere de 4 tachuelas, una jeringa de insulina y un cuadro con cría operculada.

A la colmena seleccionada para realizar la prueba se le saca un cuadro con cría operculada asegurándose de encontrar pupas con ojos rosados y el cuerpo sin pigmentar. Con la jeringa de insulina se punza las celdas operculadas en un área de 10 x 10 completando 100 larvas. La punción debe ser profunda asegurándose de



matar las larvas. Con las tachuelas se marca los extremos del rombo para facilitar la lectura. El cuadro con la prueba se devuelve a la colmena, en el centro del nido de cría. Después de 24 horas, se busca en la colmena evaluada el cuadro con la prueba de genes higiénicos, donde se hace la observación y el conteo de las larvas que fueron retiradas.

Prueba de Acicalamiento

Se emplea para determinar el comportamiento que tienen las abejas para causar lesiones al ectoparásito Varroa. Se busca que las colmenas presenten un porcentaje de acicalamiento superior al 30 %. Para determinar el porcentaje de acicalamiento se necesita de un marco de madera con rejilla de malla electro soldada No 8 con dimensiones de 30 cm x 20 cm, una hoja de papel blanco impregnada de vaselina, un pincel, laminas portaobjetos y una lupa.

Para aplicar esta prueba se impregna uniformemente la hoja de papel blanco con la vaselina, la cual se pone por debajo del marco de madera poniendo tachuelas para asegurarla. El marco con el papel se deben poner en el piso de la colmena, por 24 horas para luego procesar y hacer lectura de la prueba. Después de este tiempo se retira el marco de la colmena y se saca con mucho cuidado la hoja blanca, con el pincel se retiran las varroas presentes y se colocan sobre la lámina portaobjetos para observarlas con la lupa. Se debe buscar las varroas que presenten algún tipo de lesión en las patas o en el caparazón del parásito.

Prueba para evaluación de la infestación de varroa en abeja adulta (IVA)

Con este protocolo se evalúa la cantidad de varroas reproductivamente aptas que se encuentran dentro de la colmena y que afectan la salud de las abejas adultas, niveles altos de infestación de varroa se relacionan con colmenas de baja producción y presencia de enfermedades bacterianas, fúngicas y virales.

Selección y transferencia de larvas

La transferencia es el paso de una larva de una celda de un cuadro con cría, a una copa celda artificial. La larva a seleccionar para la transferencia debe tener como máximo 3 días de nacida, esto nos garantiza que solo han sido alimentadas con jalea real, así aseguramos la calidad de la futura reina. Para tener un alto número de larvas disponibles y con la edad ideal al momento del traslarve, se recomienda introducir un cuadro vacío en la mitad de otros cuadros con cría operculada entre 4 a 5 días antes, con el propósito de forzar a la reina a poner sus huevos en el cuadro.



La transferencia debe hacerse en un lugar con sombra, donde no se exponga el cuadro a corrientes de aire para evitar que las larvas se resequen. Se recomienda por facilidad realizar este procedimiento en una carpa o toldillo, el mismo que se emplea para la extracción de miel. Es importante contar con un trapo húmedo al momento de retirar el cuadro con las larvas de la colmena para envolverlo, así lo protegemos contra los rayos del sol y de la exposición con el aire. Siempre se debe considerar que tanto la temperatura como la humedad baja, afectan considerablemente la supervivencia de las larvas. Las condiciones para lograr una buena aceptación de larvas son una temperatura superior a 20 centígrados y una humedad mayor a 70 %. Es recomendado tener un atomizador con agua en el lugar escogido para la transferencia para humedecer el ambiente cuando se haga necesario.

Antes de realizar el traslarve se debe poner una gota pequeña de una mezcla de jalea real con agua destilada en una proporción de 1:1 al fondo de la copa celda artificial, para ayudar a la larva a fijarse y evitar que se deshidrate. Es importante evitar que la larva quede totalmente sumergida en la solución para evitar que se ahogue. Para efectuar la transferencia, se usa una aguja o herramienta que facilite obtener la larva.

La técnica del traslarve implica tener mucho cuidado para evitar lesionar a la larva. El palillo chino o el pincel se deben introducir pegado a la pared de la celda, pasando por debajo de la larva y tomando también parte de la jalea real, formando una especie de colchón. La larva escogida se deposita en la copa-celda en la misma posición el mismo lado con que se retiró, es importante colocar la larva flotando sobre la mezcla de agua y jalea y no se sumerja completamente en ella para evitar ahogarla.

Manejo colmenas recría

Las colmenas de recría son las encargadas de recibir las larvas transferidas, provenientes de las colmenas madre. En ellas se completa el desarrollo de las larvas hasta su vida adulta como reinas. De las condiciones y el manejo que se le den a estas colmenas dependerá en gran medida la calidad de las reinas criadas.

Estas colmenas pueden ser de una sola cámara de cría en estado de orfandad o de doble cámara separada por un excluidor de reina. Es importante garantizar en cualquier caso buena disponibilidad de alimento, con cuadros de miel y especialmente con cuadros que tengan pan de abeja, los cuales son el recurso utilizado por las abejas nodrizas con 5 a 8 días de edad para la producción de jalea real a partir de las glándulas hipofaríngeas y mandibulares.

Se debe también garantizar que las colmenas de recría cuenten con abundantes abejas nodrizas y cría operculada para una adecuada alimentación y cuidado de las larvas seleccionadas para ser reinas. Se



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque



XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

recomienda que al momento de introducir las cúpulas con las larvas en las colmenas, tengan uno o dos cuadros con cría abierta solamente, ya que mayor número de cuadros competirían por alimento con las larvas criadas para reinas.

El número de larvas a alimentar en la colmena de recría también juega un papel importante en la calidad de las reinas, y aunque se sabe que hay arreglos de colmenas que permiten producir un buen número sin poner en riesgo la calidad física, para los apicultores principiantes, se recomienda no producir más de 25 celdas, esto permitirá que las futuras reinas sean bien alimentadas.

Una vez introducido el marco con las larvas en la colmena recría, se verifica el porcentaje de aceptación a los 5 días, con el propósito de programar el número de reinas que van a nacer. La verificación se debe hacer con mucho cuidado para evitar lesionar las larvas. Este procedimiento se debe hacer en días soleados y protegiéndolas de corrientes de aire.

Las larvas deben durar en las colmenas de recría un periodo de 10 días para luego ser retiradas y llevadas a incubadora en el caso que se cuente con una, de modo contrario a los 10 días las realeras formadas se protegen con los rulos.

Cuidado de realeras y nacimiento de reinas

El cuidado de las realeras es una etapa crítica en la producción de reinas, un inadecuado manejo y condiciones del entorno desfavorables afectan la morfo fisiología de las nuevas reinas. Es común encontrar reinas que han nacido con las alas sin desplegar debido a bajas temperaturas y baja humedad en la incubadora donde se crían o que han sido expuestas a climas fríos cuando se retiran.

Los principales cuidados que se deben tener en el manejo de las realeras son:

Al momento de verificar el número de larvas aceptadas, se tiene que realizar en días soleados, idealmente en horas de la mañana o en la tarde, protegiendo que las realeras no reciban corrientes de aire directamente.

No presionar las realeras con las manos con fuerza para evitar deformarlas, se ha comprobado que las reinas criadas sufren lesiones en su anatomía.

Al momento de retirar las realeras para llevarlas a la incubadora, se debe contar con una toalla húmeda para trasportarlas, con ello se protegen de las condiciones del medio.

Cuando se utilizan rulos para el nacimiento de las reinas poner cuidado cuando se enjaulan, sin llegar a dañar las realeras. Asegurarse que el rulo quede bien asegurado al cuadro de las transferencias.



Cuando las realeras son llevadas a la incubadora, esta se debe preparar con 2 horas de anterioridad para asegurar que tenga una temperatura de 37 centígrados y una humedad por encima del 75%. Las realeras se aconseja ponerlas en recipientes separados que contengan en su base un pedacito de papel higiénico y una bolita de Candy. Siempre se debe estar pendiente de evitar variaciones en la temperatura y la humedad.

Manejo de reinas vírgenes

Examen visual de las reinas: Una vez que han nacido las reinas, se les debe realizar un examen visual de su anatomía externa, especial atención en que las alas estén completamente desplegadas, no presenten lesiones en los tres pares de patas y tengan sus uñas en buen estado. La reina al nacer presente un comportamiento despierto y que se desplace sin ninguna dificultad.

Examen visual de reinas

El tamaño y el peso de las reinas al nacer son variables pero tienen influencia en su desempeño reproductivo, por esta razón se deben seleccionar reinas de buen tamaño y buen desarrollo del abdomen. Se recomienda seleccionar reinas que tengan pesos superiores a 180 mg.

Marcación de reinas: La marcación de la reina es saber con exactitud la edad de la misma de acuerdo al registro en el día de la introducción. Es común utilizar diferentes colores de acuerdo al año del nacimiento de las reinas. Durante la práctica de marcar las reinas nacidas, se debe asegurar sostenerlas por el tórax o las patas superiores sin presionar con fuerza, evitando lesionarla o causarle algún traumatismo.

Introducción de reinas

La introducción de reinas vírgenes es un proceso de mucho cuidado, ya que el porcentaje de aceptación es bastante bajo, alrededor del 40 al 50%. Las reinas que se van a introducir no deben tener defectos. Las reinas vírgenes disponibles se deben poner en jaulas que tengan suministro de candy, cogiéndolas por las alas o el tórax e introduciéndole la cabeza por el agujero de entrada y empujándola suavemente. Del mismo modo se selecciona unas 10 obreras de los panales de cría, escogiendo abejas de edad intermedia (Nodrizas). Las reinas en las jaulas deben permanecer en un sitio fresco evitando cambios bruscos de temperatura para garantizar su supervivencia. La edad de las nuevas reinas al momento de introducirlas es fundamental se recomienda la madurez sexual que se da alrededor del 5 o 6 día después de nacida. La colmena debe tener como mínimo un periodo de 48 horas de orfandad para favorecer en % de aceptación. Al momento de introducir una nueva reina hay que sacar a las obreras acompañantes de la jaula, para evitar la agresión de las abejas de la colonia receptora. La reina se introduce en la jaula acondicionada y se debe colocar entre dos cuadros del centro del nido de la cría, con la parte del depósito del candy de la jaula mirando hacia abajo; al momento



de realizar esta operación es bueno tener un atomizador con una solución de agua más azúcar en una relación de 1:2 para rociar a las abejas que se encuentran en los cuadros como medida para evitar la agresión hacia la reina introducida y aumentar las posibilidades de aceptación.

Una vez que la reina fue introducida no tocar a la colmena o núcleo por un periodo de 7 o 10 días. Si por error se perturba a la colmena en ese momento, puede ocurrir que la reina sea apelonada y asfixiada por las obreras. Las colmenas o núcleos que reciben las reinas nuevas, deberán ser alimentadas con jarabe y ser revisadas nuevamente en un periodo de 10 días, para verificar que la reina haya sido aceptada y esté en postura. En esta revisión se debe utilizar poco humo y solo mirar si hay postura.

Fecundación artificial de las reinas

Las reinas vírgenes que han nacido en los rulos o en una incubadora se les deben realizar un examen de su morfología externa e identificar que sean reinas sanas y completas, verificando que tenga las alas desplegadas y posea los tres pares de patas con todas sus estructuras.

Sala de inseminación (control de temperatura y humedad, medidas de asepsia). La sala de inseminación debe estar a una temperatura media de 20-25 grados, con una humedad relativa de 70 al 85%, no debe haber polvo que pueda obstruir la punta del capilar de vidrio. El aparato de inseminación, con lupa y fuente de luz fría. (evita que los órganos copuladores se resequen debido a un exceso de calor). Se el modelo Schley®, que consta fundamentalmente de un soporte, dos columnas que contienen los ganchos dorsal y ventral (sirven para la apertura de los segmentos abdominales, permitiéndonos el acceso a la bolsa copuladora, donde se sitúa el orificio vaginal), un receptáculo para la reina conectado a la fuente de narcosis, y la microjeringa donde se almacena el semen de los zánganos.

Las reinas vírgenes obtenidas del programa de cría, se inseminan hasta su maduración, (6-8 días postnacimiento) deben ser mantenidas en pequeñas colmenas, llamadas núcleos baby. En estos se introducen obreras nodrizas (abejas de pocos días, cuya principal función es el cuidado de la reina y la alimentación de larvas, gracias a su capacidad de producir jalea real por el mayor desarrollo de las glándulas hipofaríngeas) y alimento para el mantenimiento de las abejas (candi: mezcla de miel y azúcar glass). De igual forma, los zánganos requieren un tiempo de maduración para que el esperma sea válido para la inseminación (16-20 días). Por lo tanto debe sincronizarse el nacimiento de ambos progenitores para que en el momento adecuado sean óptimos para realizar la inseminación.



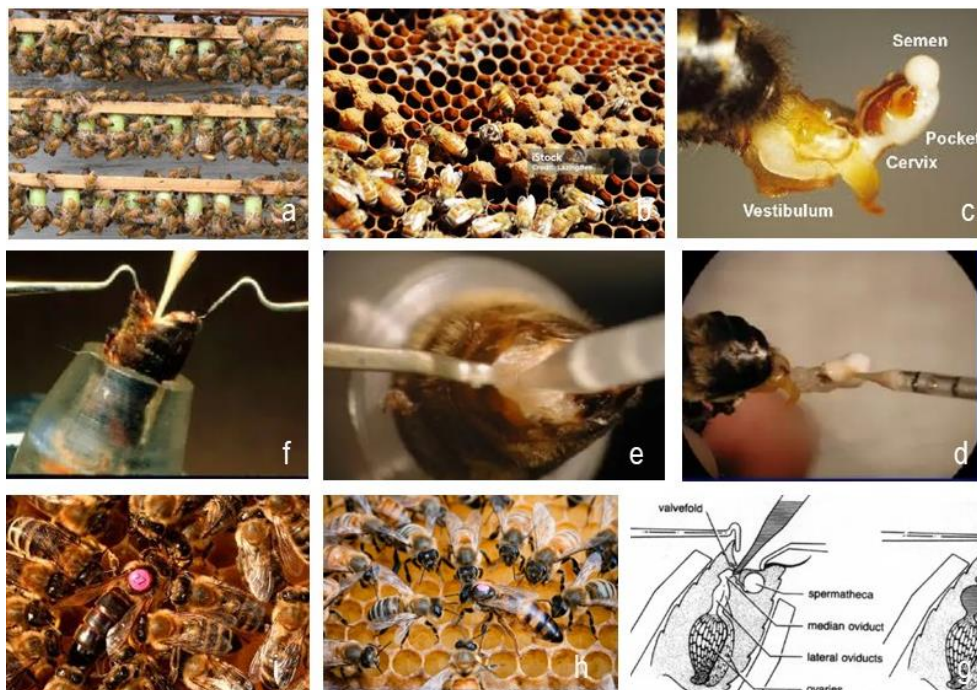
Colecta de esperma de zánganos seleccionados. El esperma se recoge el mismo día de la inseminación. Cada zángano puede dar aproximadamente 1,4 μ l de esperma. La recolección de esperma se realiza mediante la manipulación manual (dedos pulgar e índice) de la cabeza del zángano. Se estimulan terminaciones nerviosas que provocan la eversión del aparato genital y la posterior eyaculación del macho. Inseminación de la reina. Se procede a la narcotización mediante aplicación de CO₂ para evitar movimientos indeseables. Mediante los ganchos dorsal y ventral, accedemos a la bolsa copuladora en la que encontramos el orificio vaginal. Se administra la dosis de esperma previamente obtenido de varios zánganos (aproximadamente 8 μ l).

Finalmente se procede al marcaje de la reina

Mantenimiento de la reina después de la inseminación en el núcleo baby (con excluidor de reina en la entrada que impida el vuelo de fecundación).

Control de puesta. Verificar que se trata de puesta de obrera, que confirmaría una inseminación correcta. En caso contrario, la reina realizará puesta de zángano, puesto que el esperma no ha sido almacenado adecuadamente en la espermateca. En este caso la reina será retirada del núcleo.

Las reinas fecundadas artificialmente comienzan a poner huevos dos a cuatro días después de su inseminación artificial. Las reinas tienen la capacidad de poner entre 500 a 2500 huevos al día, dependiendo de factores como la época del año, la fortaleza de la colmena, la calidad genética de la reina, y la disponibilidad de alimento.





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de
Roque



**XII CONGRESO NACIONAL Y VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

Figura 2. Proceso desde el establecimiento de las celdas reales, producción de zánganos, extracción de semen, inseminación artificial y la aceptación de la reina en la colmena.