

# Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología

XXI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas

*Volumen 1*



 OmniaScience

  
open access



# Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología

XXI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas

Volumen 1

Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad  
Autónoma de Baja California

Ciudad de Mexicali, México

## Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología. Volumen 1

Editores: Dagoberto Durán Hernández, Olivia Tzintzun Camacho, Onécimo Grimaldo Juárez, Daniel González Mendoza, Carlos Ceceña Durán, Lourdes Cervantes Díaz, Claudia Yared Michel López, Cristina Ruiz Alvarado



1ra edición © 2019 OmniaScience (Omnia Publisher SL), Terrassa, Barcelona

[www.omniascience.com](http://www.omniascience.com)



DOI: <https://doi.org/10.3926/XXICICA-vol1>

ISBN: 978-84-947996-3-1

Diseño de cubierta: OmniaScience

Imágenes de cubierta: © Green leaf background and Plants in glassware isolated in white - Adobe Stock

# Índice

<b>Prólogo</b>	<b>7</b>
<b>Ponencias magistrales</b>	<b>9</b>
<b>Trabajos orales</b>	<b>15</b>
<b>Área temática: Agricultura orgánica</b>	<b>15</b>
Producción orgánica intensiva del cultivo de tomate con ácidos orgánicos y extractos vegetales bajo condiciones de invernadero en el Valle de Yaqui Sonora	17
Capacidad antioxidante de tres grupos de hortalizas: tomates, chiles y hortalizas de hoja	21
La DL50 es un fundamento insuficiente para un manejo seguro de los insecticidas	27
Análisis del subsistema suelo-planta-atmósfera en cultivo orgánico de hierbas aromáticas bajo agricultura protegida	33
<b>Área temática: Agua y suelo</b>	<b>39</b>
Efecto de silicio en el crecimiento de plántulas y rendimiento de plantas de tomate F3	41
Uso de cintilómetro para estimar la evapotranspiración de sorgo ( <i>Sorghum bicolor</i> L.) y sus componentes	47
Relación entre la nutrición en tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) y la severidad de la fusariosis vascular	53
Rendimiento y peso de grano de garbanzo con riego en dos fechas de siembra	61
Rendimiento y eficacia en el uso del agua por el olivo ( <i>Olea europaea</i> L.) en función de cuatro tratamientos de riego en el Valle de Guadalupe, B.C.	67
<b>Área temática: Biotecnología</b>	<b>71</b>
Actividad antibacteriana <i>in vitro</i> de un cultivo celular de <i>Buddleja cordata</i> contra <i>Staphylococcus aureus</i>	73
Identificación molecular de biotipos de <i>Sopdoptera frugiperda</i> (SMITH, 1797), en cultivos de importancia económica en México	79
Análisis proximal de frutos de <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth Baehni)	85
Escalamiento tecnológico a nivel planta piloto para la producción de un biofertilizante a partir de residuos vegetales mediante biodigestión anaerobia en dos fases de flujo continuo	91
Screening de antioxidantes sintéticos en características morfométricas de plántula de tomate, <i>Lycopersicon esculentum</i>	95
Caracterización bioquímica de bacterias aisladas de filósfera de <i>Coffea arabica</i>	101
<b>Área temática: Horticultura</b>	<b>105</b>
Comportamiento preliminar de cultivares de olivo ( <i>Olea europaea</i> L.) en el centro de México	107
Evaluación de naranjas tempranas para el Valle del Yaqui, Sonora	113
Relación fuente demanda: Manejo del dosel en la calidad del jugo de uva para vino	119
<b>Área temática: Parasitología</b>	<b>123</b>
Efecto de Fluensulfone, Fluopyram y Abamectina en la marchitez de tomate en suelo infestado por <i>Meloidogyne</i> spp.	125
Daño de gusano cogollero, gusano elotero y mosca de los estigmas en elotes de 24 híbridos de maíz	133

Identificación de patógenos poscosecha en zarzamora ( <i>Rubus Ulmifolius</i> L.) en el Valle de San Quintín	139
Listroderes Costirostris (Schoenherr, 1826), una nueva plaga potencial para el cultivo del apio ( <i>Apium Graveolens</i> , L.) en el Valle de San Quintín	145
<b>Área temática: Producción de cultivos</b>	<b>149</b>
Adaptación de 5 híbridos de girasol ( <i>Helianthus annuus</i> L.) alto oléico al sur de Sonora	151
Competencia intraespecífica, componentes de rendimiento y absorción de nutrimentos en trigo en siembra directa	157
Efecto del color de malla sombra en el rendimiento del chile morrón ( <i>Capsicum annum</i> L.)	163
Rendimiento y calidad en frutos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) variedad cedral evaluado con dos portainjertos seriado y multifort	169
Efecto de <i>Trichoderma asperellum</i> y enraizador sobre la producción y calidad de tomate injertado taurina +Sprigel ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) bajo condiciones de invernadero	173
Caracterización agro-morfológica <i>in situ</i> de poblaciones de maíces nativos en concordia, Sinaloa, México	179
Impacto del cambio climático en la acumulación de frío en la República Mexicana	185
Energía geotérmica para climatización de invernadero en la producción de tomate	191
Evaluación de adaptabilidad del cultivo de trigo sarraceno ( <i>Fagopyrum esculentum</i> M.)	195
Caracterización física y nutrimental de frijol X'Pelón producido en el Estado de Yucatán	199
Efecto de dos fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento, el contenido de proteína y extracción unitaria en trigo en el sur de Sonora	205
Calidad física de grano de poblaciones de maíz Tuxpeño adaptado al Valle de México	211
Uso eficiente de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en la producción de trigo en búsqueda de la sustentabilidad ambiental en la producción	217
Parámetros morfológicos y composición química de semillas de tres ecotipos de jojoba ( <i>Simmondsia Chinensis</i> L.)	223
Evaluación de la variación del ingreso neto y el impacto en los productores usuarios de la variedad de trigo cristalino CIRNO C2008	229
Respuesta del maíz que indican que el paclobutrazol induce mayor actividad genética	235

## Prólogo

El desarrollo de la agricultura en México representa una de las actividades económicas más importantes para el país, de aquí el interés de generar investigación y desarrollo tecnológico en las ciencias agrícolas. En este sentido, los estudios desarrollados en la agricultura se han enfocado en establecer estrategias para incrementar la productividad de los recursos naturales disponibles como el suelo, el agua y la conservación del germoplasma. Así como establecer innovaciones para la diversificación de los cultivos, el control biológico de plagas y técnicas de micropropagación. Por consiguiente, la incorporación de nuevos conocimientos y tecnologías en la agricultura se orientan a la aplicación de técnicas biotecnológicas orientadas a incrementar la producción de alimentos, el procesamiento de los mismos y/o subproductos generados, así como de garantizar la inocuidad de los alimentos para su comercialización.

Una forma de difundir los avances científicos y tecnológicos en el área agrícola y la biotecnológica es a través de los congresos donde se cuenta con la participación de estudiantes, investigadores, productores, el sector industrial y público en general. Por lo tanto, el libro *Compendio científico en ciencias agrícolas y biotecnología* ofrece al lector un panorama actual del desarrollo de la investigación en las ciencias agrícolas y biotecnología a través de la compilación de los trabajos presentados en el **XXI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas**. El congreso fue organizado por el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California en la Ciudad de Mexicali, México. El eje temático del congreso fue la “*Biotecnología y desarrollo sustentable: retos y oportunidades para el área agrícola*” donde se presentaron ponencias magistrales, ponencias cortas y exposiciones de cartel orientadas a la contribución de la generación de tecnologías y métodos biotecnológicos para el uso racional de los recursos naturales y la generación de alimentos agrícolas de buena calidad.

Cabe destacar que en el libro se integran ponencias magistrales presentadas por investigadores reconocidos a nivel nacional e internacional, además de trabajos orales y de cartel divididos en siete áreas temáticas: 1) Agricultura orgánica, 2) Agua y suelo, 3) Biotecnología, 4) Horticultura, 5) Inocuidad agrícola, 6) Parasitología y 7) Producción de cultivos. En este sentido, se atiende el desarrollo de la agricultura orgánica a través del mejoramiento de los agroecosistemas, en particular, de los ciclos biológicos y de la actividad biológica del suelo. Asimismo, se ofrece al lector una compilación de los principales trabajos enfocados al estudio del agua y suelo para favorecer el desarrollo agrícola. En el caso del área temática de biotecnología, se muestran los estudios enfocados al diseño y evaluación de los procesos biológicos mediante la aplicación de técnicas microbiológicas, fisicoquímicas y genéticas para incrementar la productividad de los productos y subproductos agrícolas. Por otro lado, en el área de horticultura se presentan

trabajos relacionados con la aplicación de técnicas para mejorar la producción de hortalizas, flores y frutales en los diferentes sistemas de producción agrícola. En el libro *Compendio científico en ciencias agrícolas y biotecnología* también se incluyen los avances científicos enfocados en las buenas prácticas de elaboración de alimentos de origen agrícola dentro del área temática de inocuidad agrícola, considerando la fase de producción primaria y postcosecha. Por otra parte, en el área de parasitología se hace una revisión de las principales estrategias para el manejo y control de plagas en los principales cultivos agrícolas de México. Finalmente, en el área temática de producción de cultivos se muestra al lector las investigaciones relacionadas con la implementación de los sistemas de producción agrícola para incrementar la calidad de los alimentos.

Por lo tanto, el libro *Compendio científico en ciencias agrícolas y biotecnología* pretende ser una expresión de las investigaciones científicas que se desarrollan en las principales instituciones de Educación Superior de México, así como de centros de investigación, instituciones gubernamentales y privadas enfocadas al desarrollo de la agricultura y la biotecnología agrícola.

Dagoberto Durán Hernández  
Olivia Tzintzun Camacho  
Onécimo Grimaldo Juárez  
Daniel González Mendoza  
Carlos Ceceña Durán  
Lourdes Cervantes Díaz  
Claudia Yared Michel López  
Cristina Ruiz Alvarado

## **Ponencias magistrales**



**Declaratoria De Denominación De Origen Yahualica Y Registro De Variedad Ante El Snics**

Dra. Antonia Gutiérrez Mora  
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.  
(CIATEJ)

***Escherichia Coli* Activa La Germinación De Embriones Somáticos De Papaya**

Dr. Agustino Martínez Antonio  
CINVESTAV Irapuato

**Extractos De Algas Marinas Y Sus Aplicaciones En Agricultura: Desarrollo De Productos Nanotecnológicos**

Ing. Erick Guerrero  
ALAS PACIFIC

**Análisis Concienzudo De La Rentabilidad De Productos Agro Industriales En El Valle De Mexicali: Atractivo Del Producto En El Futuro Y Otros Aspectos De Rentabilidad Social Como El Agua, Energía Y Co2**

Lic. Arturo Viniegra Cortés  
Director General de BIOTONALLI, S.A.P.I. DE C.V.

**Soil Biology, Getting Microbes To Work For You**

Phd. Chris Hayes  
SE BioWorks

**Metabolismo Secundario En Vegetales Cultivados Con Métodos Orgánicos**

Dr. Federico Gutierrez Miceli  
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

**Aplicación Biotecnológica De Microorganismos Extremófilos Del Volcán Chichonal**

Dr. Victor Ruiz Valdiviezo  
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

**El Cultivo *In Vitro* De Células Y Tejidos Vegetales, Como Alternativa En La Conservación De Recursos Fitogenéticos**

Dr. Jose Luis Rodriguez De La O.  
Universidad Autónoma Chapingo

**Productos Biorracionales Para El Manejo De Plagas**

Dr. Esau Ruiz Sánchez  
Universidad de York, Ontario Canadá

**La Micorriza Como Alternativa Para Ambientes Contaminados Con Metales Pesados**

Dra. Gabriela Sánchez Viveros  
Universidad Veracruzana

**El Reto Fitosanitario Del Piojo Harinoso A La Producción De Algodón**

Dra. Ariana Torres

**Productos Bayer Para La Producción De Algodonero**

Dr. Francisco Santos

**Evaluaciones Experimentales Y Piloto En Mexicali Y San Luis Río Colorado De Los Algodones Bg3Xtendflex Y Xtendflex**

M. en C. Carlos Patiño

**Manejo De Maleza En Los Algodones Bg3Xtendflex Y Xtendflex**

M. en C. Javier Ramírez

**Producción De Algodonero En El Valle De Mexicali Y Recomendaciones Para Los Agricultores Que Siembren Los Algodones Bg3Xtendflex Y Xtendflex**

Ing. Fernando Maciel

**Expansión De La Producción De Palma Datilera En Baja California: Su Importancia Y Trascendencia**

Dr. Antonio Morales Maza  
Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle de Mexicali

**Mitigación Del Cambio Climático: Aprovechamiento De Residuos Agroindustriales En Suelos Agrícolas Y Forestales**

Dr. Eduardo Salcedo Pérez  
Universidad de Guadalajara

**Análisis Del Rendimiento De Trigo Y La Tendencia Climática En El Valle De Mexicali**

M.C. Jorge Iván Alvarado Padilla  
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias

**Evolución De Prácticas De Manejo De Riego En El Valle Imperial, California**

Dr. Jairo Díaz  
Universidad de California

**Reconversión Óptima De Cultivos Ante La Escasez Y El Uso Eficiente Del Agua En El Valle De Mexicali, 2018/2019**

Dr. José Alberto Godínez Placencia.  
Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Baja California

**Las Regiones Vitícolas De Baja California Ante El Cambio Climático**

Dr. Cesar Valenzuela Solano  
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias

**Estrategias De Manejo Agronómico Para La Mitigación Del Cambio Climático En Algodonero Y Trigo**

Dr. Lázaro Sandoval Álvarez  
Investigador de BAJA AGRIBIZ S de R.L. de C.V

**Importancia De La Sanidad Vegetal En México Y Sus Necesidades De Investigación**

Dr. Clemente García Ávila  
Comité Nacional de Inocuidad y Sanidad Vegetal, México

**Uso De Halcones Como Alternativa De Control De Aves Que Afectan En La Inocuidad De Hortalizas'**

Dra. Paola Rivedeneira  
Universidad de Arizona, Yuma. Centro de Agricultura

**Técnicas Y Manejo De Halcones Como Alternativa De Control Ecológico De Fauna Nociva**

Biol. Miguel Hernández Becerra  
Empresa ANATUM



## Trabajos orales

---

Área temática: Agricultura orgánica



# Producción Orgánica Intensiva Del Cultivo De Tomate Con Ácidos Orgánicos Y Extractos Vegetales Bajo Condiciones De Invernadero En El Valle Del Yaqui Sonora

Arellano Gil Maritza<sup>1</sup>, Peñuelas Rubio Ofelda<sup>2</sup>, Verdugo Fuentes Abel Alberto<sup>3</sup>, Catalina Mungarro Ibarra<sup>1</sup>, Corrales Verdugo César Osbaldo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Insituto Tecnológico de Sonora  
[maritza.arellano@itson.edu.mx](mailto:maritza.arellano@itson.edu.mx)

<sup>2</sup>Departamento de Ingenierías, Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui

<sup>3</sup>Centro de Alimentación y Desarrollo A.C. Unidad Hermosillo

## Resumen

La producción orgánica artesanal es efectiva a nivel de subsistencia o huerto urbano en muchos lugares del país, más no es factible para los productores del Sur de Sonora donde se producen cultivos intensivos bajo condiciones de agricultura protegida y se utilizan promotores de crecimiento, bioestimulantes y nutrición especializada; sin embargo no se cuenta con un paquete productivo probado bajo tales condiciones. Por lo que el propósito del presente es validar un esquema de manejo orgánico intensivo incluyendo la utilización de ácidos húmicos y fúlvicos, extractos de vegetales y de algas, certificados por el Instituto de Revisión de Materiales Orgánicos (OMRI). El ensayo se realizó en bolsas tipo vivero de 2 kg con suelo arcilloso, donde se trasplantó tomate var. Cuahutémoc F1. Se evaluaron tres esquemas de manejo nutrimental: orgánico (T1), orgánico intensiva (T2) y convencional con fertilizantes sintéticos (T3) bajo un diseño completamente al azar, con 10 repeticiones cada uno. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, área foliar, biomasa aérea y radical, clorofila, número de hojas y volumen radical y se realizó una ANOVA en Statgraphics Centurion 18. Con base en los resultados estadísticos obtenidos cuando la nutrición orgánica se le complementa con ácidos orgánicos y extractos vegetales (T2) es tan competitiva como la nutrición convencional (T3) en el desarrollo vegetativo, por lo cual se recomienda el manejo orgánico intensivo para la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero en el Valle del Yaqui, Sonora.

**Palabras clave:** Desarrollo vegetativo, agricultura protegida, fertilización orgánica intensiva.

## Abstract

Organic craft production is effective for subsistence or urban vegetable garden in many parts of the country, but it is not feasible for producers in Southern Sonora, where intensive crops are grown under protected agricultural conditions and where growth promoters, biostimulants and specialized nutrition are used; however, there is no proven production package under such conditions. Therefore, the purpose of the present document is to validate an intensive organic management scheme including the use of humic and fulvic acids, plant and algae extracts, certified by the Organic Materials Review Institute (OMRI). The test was carried out in 2 kg food-type bags with clay soil, where tomatoes were transplanted var. Cuahutémoc F1. Three

nutritional management schemes were evaluated: organic (T1), intensive organic (T2) and conventional with synthetic fertilizers (T3) under a completely random design, with 10 repetitions each. The variables evaluated were: plant height, leaf area, aerial and radical biomass, chlorophyll, number of leaves and radical volume and an ANOVA analysis was performed in Statgraphics Centurion 18. Based on the statistical results obtained when organic nutrition is supplemented with organic acids and plant extracts (T2) is as competitive as conventional nutrition (T3) in vegetative development, which is why intensive organic management is recommended for the production of vegetables under greenhouse conditions in the Yaqui Valley, Sonora.

**Keywords:** Vegetative development, protected agriculture, intensive organic fertilization.

## 1. Introducción

El Valle del Yaqui es conocido por ser un área productora de granos básicos, sin embargo, la producción intensiva de forma convencional por más de 50 años, ha generado un importante desgaste físico-químico del suelo, por lo cual se considera que el nivel de producción de ésta región no será sostenible a mediano y largo plazo, por lo que una de las alternativas orientar el enfoque hacia una agricultura sostenible. Aunque la producción orgánica no es considerada completamente sostenible, se retoma alguno de sus preceptos básicos como ecológica, ya que favorece la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, mínimo uso de insumos y principalmente optimiza la salud, productividad e interdependencia de comunidades del suelo, plantas animales y personas (Chassy *et al.*, 2014), además de ser libre de modificaciones genéticas, fertilizantes o plaguicidas convencionales, a diferencia de la agricultura convencional (Pereira, Wynberg y Reis, 2018). Se han reportado beneficios del uso de esquemas de agricultura orgánica artesanal en el Valle del Yaqui, principalmente sobre el contenido de materia orgánica y por ende la fertilidad de los suelos al aplicar residuos orgánicos (lombricomposta y sólidos sedimentables de tilapia), además de favorecer el desarrollo de cultivos como calabaza y pepino (Alfaro, 2016). Por lo tanto, el objetivo del presente es validar un esquema de manejo orgánico intensivo incluyendo la utilización de ácidos húmicos y fúlvicos, extractos de vegetales y de algas sobre el desarrollo vegetal del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el Valle del Yaqui, Sonora.

## 2. Materiales y métodos

El experimento se ubicó en el invernadero híbrido del Instituto Tecnológico de Sonora, Campus Nainari, con una superficie aproximada de 75m<sup>2</sup>, recubierto con plástico y malla anti-áfidos. Las unidades experimentales fueron bolsas tipo vivero de 45x35cm con capacidad aproximada de 2 kg, se llenaron a  $\frac{3}{4}$  de su capacidad con suelo arcilloso característico de la región. Se trasplantó tomate tipo ovalado variedad Cuauhtémoc F1, cuando las plantas alcanzaron alrededor de 4 hojas verdaderas. Se utilizó un sistema de riego por goteo, impulsado por una bomba (Evans) con un motor (Siemens) de 3 hp, a través de una cinta regante con salida

de 4 piquetas cada 50 cm, cada maceta fue irrigada por una piqueta. Los requerimientos nutrimentales, fertilización, tutores, podas y cosechas de acuerdo a las recomendaciones regionales y la fertilización 300-150-300 NPK (Arellano y Gutiérrez, 2006) de forma manual. Diseño experimental. Se estableció un arreglo completamente al azar donde se evaluaron tres tratamientos: T1 nutrición orgánica, T2 nutrición orgánica intensiva y T3 nutrición convencional. Se contemplaron 10 repeticiones de cada tratamiento (planta en una maceta) y 40 unidades experimentales. El T1 nutrición orgánica contempló el uso de Composta Yoreme, la cual contiene 2, 2 y 0.5% de NPK; el T2 nutrición orgánica intensiva además de la fertilización del T1, se añadió: ácidos húmicos y fúlvicos (10 L ha<sup>-1</sup> de divididos en tres aplicaciones: 4, 3 y 3 L cada 15 días a partir de la siembra), extracto de algas marinas y potasio (5 aplicaciones de 4 L ha<sup>-1</sup> cada 15 días) y extracto de semillas y vegetales (5 aplicaciones de 2 L ha<sup>-1</sup> cada 15 días). En el testigo se utilizaron los fertilizantes sintéticos 16-16-16 y 46-0-0 (NPK).

### 3. Resultados y discusión

La altura, número de hojas y área foliar mostraron la misma tendencia estadística, ya que las diferencias altamente significativas se presentaron entre el T1 con 23 y 28% menos en comparación con los T2 y T3. Las sustancias húmicas han sido ampliamente estudiadas, cuando se aplicaron foliarmente junto la bacteria promotora del crecimiento *Herbaspirillum seropedicae* favorecieron la toma de nitratos y la actividad de la nitrato reductasa, lo cual a su vez aumentó la producción de fruto y resistencia a enfermedades en el cultivo de tomate en regiones tropicales (Olivares *et al.*, 2015).

En cultivo de pimiento se demostró de igual manera la efectividad de bioestimulantes naturales con base en oligosacáridos, dextrosa y maltodextrina que favorecieron el número de hojas por planta en comparación con un testigo sin aplicación (Cabrera-Medina *et al.*, 2011). La tendencia en el resto de las variables fisiológicas mantuvo con diferencias a la fertilización orgánica en comparación con la convencional, lo cual nos hace pensar que las plantas de tomate Cuauhtémoc F1 se les facilita el acceso a los nutrientes en forma convencional (fertilizantes sintéticos) en comparación a los nutrientes orgánicos (composta) y que solo con la influencia de bioestimulantes como ácidos húmicos y fúlvicos (nutrición orgánica intensivo) se alcanza dicho potencial. Se han realizado otros estudios (Alfaro, 2016) donde no se encuentra diferencias al aplicar lombricomposta o sólidos

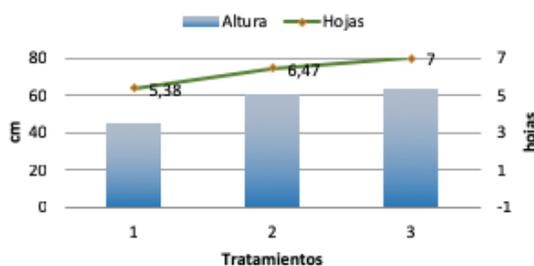


Figura 1. Altura y número de hojas de plantas de tomate en esquemas de nutrición convencional, orgánico y orgánico intensivo bajo condiciones de invernadero

sedimentables de tilapia en el desarrollo de la raíz de calabaza tal como sucedió en el volumen de raíz y la segunda medición de clorofila en éste trabajo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables fisiológicas de plantas de tomate en esquemas de nutrición convencional, orgánico y orgánico intensivo bajo condiciones de invernadero

Tratamientos	SPAD		Área foliar	Volumen de raíz	Biomasa	
	3 nov	17 nov			Aérea	Radical
T1	54.22 a	57.86 a	145.40 a	1.31 a	2.07 a	0.29 a
T2	66.47 b	54.34 a	219.03 b	1.30 a	3.16 b	0.43 b
T3	66.91 b	70.93 b	233.08 b	1.62 b	3.49 b	0.56 c

Columnas con la misma letra pertenecen al mismo grupo estadístico ( $p \leq 0.05$ )

#### 4. Conclusiones

Con base en los resultados estadísticos obtenidos, la nutrición orgánica (T1) aun cuando se desarrolló de manera satisfactoria, no llega a ser tan eficiente como los fertilizantes comerciales (T3), sin embargo en la mayoría de las variables evaluadas, cuando a la nutrición orgánica se le complementa con ácidos orgánicos y extractos vegetales (T2 orgánico intensivo), es tan competitiva como la nutrición convencional en el desarrollo vegetativo, por lo cual se recomienda el manejo orgánico intensivo para la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero o casa sombra.

#### Referencias

1. Alfaro, R. 2016. Uso continuo de residuos orgánicos en la recuperación de suelos en cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.). Tesis Ingeniero en Biosistemas, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, México.
2. Arellano-Gil, M., y Gutiérrez-Coronado, M. A. (2006). Rendimiento y calidad poscosecha de tomate bajo diferentes esquemas de fertilización al suelo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 12(1), 103-108. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2005.01.013>
3. Cabrera-Medina, M., Borrero-Reynaldo, Y., Rodríguez-Fajardo, A., Angarica-Baró y E. M., Rojas-Martínez, O. (2011). Efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido. *Ciencia en su PC*, (4), 32-42.
4. Chassy, B., Tribe, D., Brookes, G., y Kersten, D. (2014). Organic marketing report. Academics Review, [http://academicsreview.org/wp-content/uploads/2014/04/Academics-Review\\_Organic-Marketing-Report1.pdf](http://academicsreview.org/wp-content/uploads/2014/04/Academics-Review_Organic-Marketing-Report1.pdf).
5. Olivares, F.L., Aguiar, N.O., Rosa, R.C.C., y Canellas, L. (2015). Substrate biofortification in combination with foliar sprays of plant growth promoting bacteria and humic substances boosts production of organic tomatoes. *Scientia Horticulturae* 183, 100-108. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.11.012>
6. Pereira, L., Wynberg, R., y Reis, Y. (2018). Agroecology: the future of sustainable farming?. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 60(4), 4-17. <https://doi.org/10.1080/00139157.2018.1472507>

## Capacidad Antioxidante De Tres Grupos De Hortalizas: Tomates, Chiles Y Hortalizas De Hoja

Beltrán Morales F. A.<sup>1</sup>, López Talamantes C.<sup>1</sup>, Arce Amezquita P.<sup>1</sup>, Ruiz Espinoza F.H.<sup>1</sup>, Loya Ramírez J. G.<sup>1</sup>, Zamora Salgado S.<sup>1</sup>, Troyo Diéguez E.<sup>2</sup>, Beltrán Valdivia V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al sur Km 5.5. Apartado postal 19-B. La Paz, Baja California Sur. México. [abeltran@uabcs.mx](mailto:abeltran@uabcs.mx)

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz Baja California Sur. México

### Resumen

El consumo de frutas y vegetales es de gran importancia en el tratamiento y prevención del envejecimiento, cáncer, enfermedades crónicas degenerativas, causadas por el estrés oxidativo, que origina la liberación de especies reactivas de oxígeno. La demanda de los consumidores orgánicos va en aumento, se refleja en el crecimiento significativo en el mercado del 11% en los Estados Unidos, el mercado orgánico más grande del mundo. Más agricultores cultivan orgánicamente más tierra certificada como orgánica y 179 países informan actividades en la agricultura orgánica. Las plantas analizadas para esta investigación se obtuvieron de centros comerciales de la Ciudad de La Paz Baja California Sur y fueron agrupadas tres grupos de hortalizas: tomates, chiles y hortalizas de hoja, producidas de manera convencional y orgánica. Para la medición de la actividad antioxidante del jugo de estas plantas se utilizó la técnica de DPPH. El tomate grape orgánico certificado con 1.273 mg equivalentes de trolox por gr de muestra presenta el mayor poder antioxidante. Con relación al grupo de los chiles; el chile morrón orgánico certificado tiene el mayor poder antioxidante con 1.119 mg equivalentes de trolox por gr de muestra. Finalmente, con respecto a las hortalizas de hoja, el quelite mostró el mayor poder antioxidante con 1.313 mg equivalentes de trolox por gr de muestra.

**Palabras Clave:** Antioxidantes, Cultivos Orgánicos, Estrés Oxidativo.

### Abstract

The consumption of fruits and vegetables is of great importance in the treatment and prevention of aging, cancer and degenerative chronic diseases caused by oxidative stress, which in turn causes the release of reactive oxygen chemical species. The demand of organic food is on the rise, and it is reflected in the significant growth of 11% in the organic food trading in the United States, the world's largest organic market. More farmers are actually cultivating more land certified as organic and up tonow 179 countries reported activities in organic agriculture. Vegetables analyzed for this study were obtained from commercial shopping centers of the city of La Paz Baja California Sur, and were classified in three groups: tomatoes, chillies and leafy vegetables, both conventional and organically produced. The DPPH technique was used to measure the antioxidant activity of the plant extracts. Tomato grape organic certified with 1,273 trolox equivalent mg per g of sample presented the highest antioxidant power. Additionally; certified organic pepper had the highest antioxidant power with 1,119 mg equivalent of trolox g

of sample. Finally, as far as the leafy vegetables group, quelite showed the highest antioxidant power with 1,313 mg trolox equivalent per g of sample.

**Key words:** Antioxidants, Organic Crops, Oxidative Stress.

## 1. Introducción

En México, las hortalizas tuvieron un valor de producción total de 467,283.5 millones de pesos para el periodo 2000-2011. De entre 158 tipos distintos, el tomate rojo, el tomate verde, la cebolla blanca, el chile verde, el chile verde y el esparrago son los de mayor valor, en México (SAGARPA, 2012). La longevidad del consumidor, parece aumentar en concordancia con los niveles de antioxidantes en la dieta y con una reducción calórica; lo que puede propiciar una menor degradación de las mitocondrias, del metabolismo celular y del consumo de oxígeno. Se ha observado una disminución de antioxidantes durante el proceso de envejecimiento, sobretodo en la sangre y algunos órganos. Estos cambios degenerativos del sistema inmune pueden conducir a la formación de cataratas, inicios de Alzheimer, Parkinson o problemas cardiovasculares (Zorrilla, 2002; De La Fuente, 2002). Generalmente las plantas con alto poder antioxidante contienen compuestos fenólicos que actúan como agentes reductores, donantes de hidrógeno y extintores del oxígeno (Javanmardi J., Stushnoffb C., Lockeb E., y Vivancob J.M., 2003). El consumo de frutas y vegetales es de gran importancia en el tratamiento y prevención del envejecimiento, cáncer, enfermedades crónico degenerativas, causadas por el estrés oxidativo, que origina la liberación de especies reactivas de oxígeno (ERO) en el cuerpo; la acción de las ERO es neutralizada por el contenido y capacidad de compuestos antioxidantes mediante la donación de uno de sus propios electrones, protegiendo a las células contra el daño oxidativo (Soto *et al.*, 2012). Las ERO son moléculas reaccionan rápidamente con otros compuestos, tratando de capturar electrones necesarios para ganar estabilidad (Rodríguez, J.L., Valdés O. y Alemán A., 2006). La demanda de los consumidores orgánicos va en aumento, y se refleja en el crecimiento significativo en el mercado del 11% en los Estados Unidos, el mercado orgánico más grande del mundo. Más agricultores cultivan orgánicamente más tierra certificada como orgánica y 179 países informan actividades en la agricultura orgánica (Willer and Lernoud, 2017). Por lo anterior en esta investigación nuestro objetivo fue determinar el poder antioxidante de tres grupos de hortalizas: tomates, chiles y hortalizas de hoja, producidas de manera convencional y orgánica.

## 2. Materiales y métodos

El estudio se llevó durante el mes de mayo de 2018; en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), situada en el km 5.5 de la Carretera al Sur, ubicado en la Ciudad de La Paz. De acuerdo con Robles (1998), la ciudad de La Paz se encuentra en el extremo nordeste del Valle de La Paz, localizada en 24°10' latitud norte y 110° 19' longitud oeste, a 18.5 metros sobre el nivel del mar. Las plantas analizadas se obtuvieron de centros comerciales de la Ciudad de La

Paz Baja California Sur y fueron agrupadas tres grupos de hortalizas: tomates, chiles y hortalizas de hoja, producidas de manera convencional y orgánica. Las 5 variedades de tomates estudiadas fueron: bola convencional hidropónico, cherry convencional, saladet convencional, grape orgánico y tomate bola convencional. Con respecto a las 6 variedades de chile se analizaron el chile california, güerito, poblano, habanero, jalapeño y morrón orgánico; finalmente se estudiaron 5 hortalizas de hoja, las cuales fueron: lechuga, espinaca, acelga, verdolaga y quelite, estos dos últimos recolectados de manera silvestre.



Figura 1. Plantas utilizadas para la medición de la actividad antioxidante

El parámetro a evaluar fue el poder antioxidante a partir de las hojas, tallos y frutos de las muestras anteriormente mencionadas, se licuaron 100 gr de cada muestra con 100 ml de agua destilada y se filtró; primero con un papel filtro y posteriormente se filtró al vacío con un filtrador marca Welch GEM 1.0 Vacuum Pump para evitar el paso de los sólidos, después se midieron sólidos solubles totales o grados Brix con un medidor marca Hanna modelo HI 96801; así mismo se midió pH y Conductividad Eléctrica con un medidor marca Hanna modelo HI98130 combo pH & E.C. Se realizó una dilución de 1:1 con 30 ml de cada muestra filtrada y 30 ml de metanol, los cuales fueron mezclados, y se tomó una parte de dicha solución con una micro pipeta y se filtró utilizando algodón absorbente PROTEC pro para separar las partículas más pequeñas y así obtener la muestra sin sólidos; después se preparó la solución stock DPPH para lo cual se pesaron 8 mg de DPPH y se aforó en 100 ml metanol se dejó 30 minutos en la oscuridad, posteriormente se realizó una lectura en un espectrofotómetro UV visible Thermo Scientific™ GENESYS 10S modelo G10S UV-VI. Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar y las comparaciones múltiples de medias se obtuvieron con Tukey HSD  $p=0.05$ . El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2012).

### 3. Resultados y discusión

El DPPH es un radical libre estable, usualmente utilizado para evaluar el potencial antioxidante de un producto. La mayor habilidad de un extracto vegetal para decolorar la solución de este radical, de púrpura a amarillo, por formación de difenilhidracina, por lo que es

más alto su poder antioxidante. Los resultados se obtuvieron a partir de la curva de calibración del Trolox y pueden observarse en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Capacidad antioxidante de tres grupos de hortalizas

Variedad	CE dS m <sup>-1</sup>	pH	Sólidos Solubles Totales	Poder antioxidante en mg equivalentes de trolox por gr
Tomate bola convencional hidropónico	2.39 cd	3.84 ab	5.35 c	0.459 c
Tomate cherry convencional	3.84 b	3.33 d	9.75 a	0.836 b
Tomate saladet convencional	1.86 d	3.63 bc	4.40 d	0.566 c
<b>Tomate grape orgánico-certif</b>	4.84 a	3.39 cd	6.70 b	<b>1.273 a</b>
Tomate bola convencional	2.67 c	4.03 a	4.30 d	0.392 c
Chile california	2.89 a	5.77 a	5.05 d	0.299 b
Chile güerito	3.18 a	5.82 a	4.65 e	0.217 b
Chile poblano	3.11 a	5.47 b	8.20 b	0.358 b
Chile habanero	2.67 a	5.38 b	5.20 d	0.268 b
Chile jalapeño	2.42 a	5.59 ab	6.15 c	0.288 b
<b>Chile morrón orgánico-certif</b>	2.64 a	4.98 c	9.70 a	<b>1.119 a</b>
<b>Quelite</b>	15.04 b	5.318cd	7.57 a	<b>1.313 a</b>
Lechuga	2.42 d	5.360 c	1.40 c	0.291 c
Espinaca	7.085 d	5.280 d	3.28 b	0.573 b
Acelga	8.095 c	5.763 a	3.93 b	0.288 c
Verdolaga	17.43 a	5.493 b	2.15 c	0.522 b

Valores con letras iguales dentro de columnas, son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05)

Tal como se observa en el Cuadro anterior; dentro del grupo de los tomates, el que mayor poder antioxidante presenta es el tomate grape orgánico certificado con 1.273 mg equivalentes de trolox por gr de muestra y el menor lo obtuvieron el tomate bola y el saladet convencionales. Con relación al grupo de los chiles; el chile morrón orgánico certificado tiene el mayor poder antioxidante con 1.119 mg equivalentes de trolox por gr de muestra y el menor lo obtuvieron el chile güerito, california, habanero, poblano y jalapeño. Finalmente, con respecto a las hortalizas de hoja, el quelite mostró el mayor poder antioxidante con 1.313 mg equivalentes de trolox por gr de muestra y el más bajo lo presentaron la acelga y la lechuga. Lo anterior coincide con lo encontrado por De Oliveira F., Dos Santos R., Lana de Sousa R., Anderson J. T., (2016) quienes afirman que encontraron un contenido más alto de antioxidantes y compuestos fenólicos en cultivos orgánicos que en cultivos convencionales.

#### 4. Conclusiones

El tomate grape orgánico certificado con 1.273 mg equivalentes de trolox por gr de muestra presenta el mayor poder antioxidante y el menor lo obtuvieron el tomate bola y el saladet

convencionales. Con relación al grupo de los chiles; el chile morrón orgánico certificado tiene el mayor poder antioxidante con 1.119 mg equivalentes de trolox por gr de muestra y el menor lo obtuvieron el chile güerito, californiano, habanero, poblano y jalapeño. Finalmente, con respecto a las hortalizas de hoja, el quelite mostró el mayor poder antioxidante con 1.313 mg equivalentes de trolox por gr de muestra y el más bajo lo presentaron la acelga y la lechuga. En este estudio se muestra un mayor poder antioxidante en los vegetales producidos bajo un sistema orgánico.

### Referencias

1. De la Fuente, M. (2002). Effects of antioxidants on immune system ageing. *European J Clin Nutr.*; 56 (supl.3):55-8
2. De Oliveira F, Dos Santos R., Lana de Sousa R., Anderson J. T. (2016). Organic and conventional vegetables: Comparison of the physical and chemical characteristics and antioxidant activity. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 15(33), pp. 1746-1755, 17.
3. Javanmardi, J., C. Stushnoff, E. Locke, y J.M. Vivancob (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food Chem.* 83:547-550.
4. Olivares Sáenz E. (2012). Programa estadístico versión 1.0. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
5. Robles Gil-Mestre, S. (1998). El clima de la Ciudad de La Paz, B.C.S. Tesis de Maestría. UNAM, México. 233 pp.
6. Rodríguez, J.L., O. Valdés y A. Alemán (2006). Evaluación de la actividad antioxidante de cinco hierbas aromáticas. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos* 16:30-36.
7. Soto G., A., G. Ettiene, E. Pérez, L. Sandoval, L. Montilla, y E. Soto (2012). Propagación y fertilización del cultivo del guanábano. II: Características químicas de frutos. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* (29):20-36.
8. SAGARPA (2012). Sistema de Información Agropecuaria de Consulta, 1980-2011 (SIACON). México
9. Willer H. and Lernoud J. (2017). The world of organic agriculture statistics and emerging trends. Research Institute of organic agriculture. FIBL. IFOAM.
10. Zorrilla, A. (2002). El envejecimiento y el estrés oxidativo. *Rev. Cubana Invest. Biomed.*; 21 (3): 178-85.



## La DL50 Es Un Fundamento Insuficiente Para Un Manejo Seguro De Los Insecticidas

Loya Ramírez José Guadalupe, Beltrán Morales Félix Alfredo, Ruiz Espinoza Francisco Higinio, Zamora Salgado Sergio, Félix Ceballos José Ignacio

Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. [jloya@uabcs.mx](mailto:jloya@uabcs.mx)

### Resumen

La toxicidad de los insecticidas es expresada por la concentración letal 50 (CL50). Este dato significa la cantidad, en mg/kg de peso vivo, necesaria para matar al 50% de la población sometida a una prueba de toxicidad. Con este valor estandarizado para todos los insecticidas registrados, se compara el riesgo de intoxicación de cada plaguicida. Frecuentemente, hay una interpretación errónea de este valor porque se asume que para que un plaguicida pueda causar la muerte el individuo debe consumir una cantidad aproximada a este valor. El objetivo de este trabajo fue presentar un ejercicio numérico para mostrar que el valor de la CL50 de un plaguicida es insuficiente para estimar los efectos letales en el mundo real. Dos ejercicios numéricos fueron realizados donde las CL50, CL1 y CL0.1 fueron calculadas. Para cada ejercicio, una ecuación de regresión lineal ( $y=a+bx$ ) fue determinada, donde "y" fue sustituida por los valores de la Cuadro Probit para cada dosis letal. En el primer ejercicio, la ecuación fue  $y=1.77+2.54x$ , mientras que en el segundo fue  $y=2.46+2x$ . En ambas ecuaciones, la CL50= 1.86 mg/kg de peso vivo. Sin embargo, la CL1 (cantidad de ingrediente activo para matar a 1% de la población del bioensayo) fue de 0.22 mg/Kg para la primera ecuación y de 0.12 mg/Kg para la segunda. Ambas ecuaciones muestran que la CL1 puede causar 10,000 muertes en una población de 1, 000,000 de habitantes.

**Palabras clave:** Toxicidad, Riesgo de salud, Análisis de Probit.

### Abstract

The insecticides toxicity is expressed by its lethal concentration respective (LC50). This value means the quantity of insecticide, in mg/kg of live weight, is required to kill 50% of the population subjected to a toxicity test. This value characterizes the toxicity of all registered insecticides. This official value allows comparing the risk of intoxication for the registered pesticide. Often, there is a misinterpretation of this value because it is assumed that pesticides kill an individual when the amount ingested is about the LC50 value. The objective of this work was to do a numerical exercise to show the value of LC50 of a pesticide is insufficient for estimating the insecticides lethal effects in the real world. Two numerical exercises were carried out where the LC50, LC1 and LC0.1 were calculated. For each exercise, a linear regression equation ( $y = a + bx$ ) was determined, where "y" was replaced by the Probit table for each lethal dose value. In the first exercise, the equation was  $y = 1.77 + 2.54 x$ , while in the second it was  $y = 2.46 + 2 x$ . In both equations, the LC50 = 1.86 mg/kg of live weight. However, the LC1 (amount of active ingredient to kill 1% of the population of the bioassay) was 0.22 mg/Kg for

the first equation and 0.12 mg/Kg for the second. Both equations show that the DL1 can Kill 10,000 consumers in a population of 1,000,000 inhabitants.

**Keywords:** Toxicity, Health risks, Probit analysis.

## 1. Introducción

Los métodos de Spearman Karber y el de transformación en Probit son aceptados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la evaluación de la toxicidad aguda. Por lo tanto, se han establecido como procedimientos rutinarios en laboratorios dedicados a estudios toxicológicos en diferentes países (Gene y Robles 1987 y Castro De La Mata, 1996). Según ENTOLUX (2018) la OMS ha clasificado los ingredientes activos tóxicos en cinco categorías de acuerdo a su CL50: sumamente peligroso (hasta 20 mg/Kg en líquidos y hasta 5 mg/Kg en sólidos), muy peligroso (de 20 a 200 mg/Kg en líquidos y de 5 a 50 mg/Kg en sólidos), moderadamente peligroso (de 200 a 2000 mg/Kg en líquidos y de 50 a 500 mg/Kg en sólidos) poco peligroso (de 2000 a 3000 mg/Kg en líquidos y de 500 a 2000 mg/Kg en sólidos) y Normalmente no ofrece peligro (Más de 3000 mg/Kg en líquidos y más de 2000 mg/Kg en sólidos). Esta clasificación se basa exclusivamente en la CL50 que significa la cantidad de ingrediente activo necesaria para matar al 50% de la población sometida a la prueba (Castro De La Mata, 1996). Esta clasificación permite juzgar el riesgo de intoxicación de los humanos y animales domésticos que representa cada ingrediente activo en el mercado.

Además de los efectos letales de las sustancias tóxicas comerciales, otros daños importantes en la salud de humanos no son considerados como criterios de clasificación. No obstante, se han reconocido daños severos sobre el sistema nervioso central, el sistema nervioso periférico y los órganos de los sentidos. Además, la clasificación propuesta por Vela, Laborda y García (2003) contiene cuatro niveles de genotoxicidad, tales como: mutagenicidad, aberraciones cromosómicas, Carcinogenicidad, Klaassen (2008); Environmental Protection Agency (2005) y Meco, Bonifati, Vanacore y Fabrizio (1994). A pesar de que los efectos descritos anteriormente son conocidos y documentados, en la cotidianidad del control químico, el riesgo se basa solamente en la CL50.

Desafortunadamente, el valor de la CL50 suele ser interpretado erróneamente. Por lo general, se asume que los consumidores de alimentos contaminados estarían en peligro de muerte solo cuando ingieren una cantidad de tóxico cercana al valor de su CL50. Considerando esta concepción desafortunada de la CL50, el objetivo de este trabajo es mostrar, numéricamente, que los insecticidas pueden causar muertes, aun a concentraciones muy inferiores a su respectiva CL50.

## 2. Métodos y materiales

Este trabajo está basado en el bioensayo llevó a cabo de Aguayo (2001) donde evaluó las concentraciones: 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0 y 16 gr/L, las cuales causaron los siguientes porcentajes de

muestrados: 7.0, 23.0, 58.0, 79.0, 95.0, y 99.0. Mediante el análisis Probit, obtuvo la ecuación de regresión:  $y = 1.77 + 2.54x$ . Donde el autor reemplaza la “y” por un valor de 5 (tomado de la Cuadro Finney, 1964) que equivale al 50% de muertos (CL50) en la población de prueba.

La ecuación de regresión lineal es:  $y = a + bx$ , donde:

$y$  = CL que se desea calcular transformada a un valor Probit de la Cuadro de Finney (1964)

$a$  = ordenada al origen

$b$  = pendiente de la línea de regresión

Despejando  $x$ , cuando  $y = 5$ , que equivale al 50% de muertos (CL50), queda así:  $x = (y - a) / b$ . Después, los valores de “y” fueron reemplazados por valores correspondientes al porcentaje real obtenido en el bioensayo de Aguayo (2001). Se obtuvo la ecuación:  $x = (5 - 1.77) / 2.54 = 1.27$ . Luego, se restó la unidad, sumada antes del análisis, para obtener:  $1 - 1.27 = 0.27$ . Finalmente, se obtiene el antilogaritmo de  $0.27 = 1.86$ . Esto significa que 1.86 gr/L serían suficientes para matar al 50% de la población de consumidores. Después, con esta misma ecuación, los valores de la CL1 y la CL0.5 fueron calculados. El valor de “y” fue sustituido por valores Probit (Finney, 1964) 3.52 y 4.26 correspondientes al 7.0 y 23.0% de muertos, respectivamente. Estos porcentajes fueron obtenidos en las concentraciones de 0.5 y 1.0 gr/L, respectivamente, en el bioensayo citado.

En un segundo ejercicio, una ecuación,  $y = a + bx$ , fue construida arbitrariamente y derivada de un bioensayo hipotético. La única condición de esta ecuación arbitraria fue que la CL50 fuera la misma que obtuvo Aguayo (2001). La ecuación arbitraria fue  $y = 2.46 + 2x$ . En esta ecuación arbitraria, la “y” fue reemplazada por un valor Probit = 5.0 (que equivale a un 50% de muertos). Se despeja: “x” =  $(5 - 2.46) / 2 = 1.27$ . Se resta la unidad, como aguayo (2001), entonces  $x = 0.27$  igual a la del primer ejercicio (antilog 1.86 gr/L). Sin embargo, las CL1 y CL0.1 obviamente resultaron diferentes, dado que los valores de “a” y “b” son diferentes en el segundo ejercicio.

### 3. Resultados y discusión

En este primer ejercicio, las CL1.0 y CL0.5 fueron calculadas. Para esto, la “y” fue reemplazada en la ecuación  $y = 1.77 + 2.54x$  (Aguayo, 2001) por valores Probit (Finney, 1964) de 3.52 y 4.26 correspondientes al 7.0 y 23.0% de muertos. Estos porcentajes de muertos fueron obtenidos en las concentraciones 0.5 y 1.0 gr/L, respectivamente (Aguayo, 2001).

Para calcular la CL1.0 se reemplazó “y” en la ecuación de Aguayo (2001) por el valor Probit 2.67 que equivale al 1% de muertos en el bioensayo. Resulta:  $2.67 = 1.77 + 2.54x$ . Se despeja  $x = (2.67 - 1.77) / 2.54$ . Así que,  $x = 0.35$ . Se resta la unidad y queda:  $0.35 - 1.0 = -0.65$ , cuyo antilog = 0.22.

Para calcular la CL0.5, se reemplazó “y” por 2.42 que es su valor Probit equivalente 0.5% de muertos. Se despejó “x” =  $(2.42 - 1.77) / 2.54 = 0.25$ . Al restar la unidad:  $0.25 - 1.0 = -0.75$ , cuyo antilog 0.17.

El Cuadro 1 muestra los resultados de las ecuaciones. En la primera columna, están las tres CL's y, en la segunda, el correspondiente valor Probit para "y" (Cuadro de Finney, 1964). En la última columna está el resultado del despeje de "x" y su antilog para cada CL calculada. Esta columna indica que una CL de 0.17 gr/L puede matar al 0.5% de la población expuesta al tóxico de prueba.

El Cuadro 2 muestra el cálculo de muertos que ocurrirían en una población de 1, 000,000 de habitantes. Una CL50 = 1.86 (Aguayo, 2001) mataría al 50% de la población expuesta. Mientras que una CL1.0 = 0.22 gr/L causaría 10,000 muertes. Finalmente, la CL0.5 = 0.17 gr/L, derivada de la concentración inferior en este bioensayo, mataría 1,000 habitantes de un millón de personas expuestas.

Cuadro 1. Cálculos de CL50, CL1 y CL0.5 en mg/kg de peso vivo aplicando la ecuación de regresión de Aguayo (2001) y los valores de "y" de la Cuadro de Finney (1964)

CL	y	a	b	X	X-1	Antilog de x-1 (mg/Kg)
50	5	1.77	2.54	1.27	0.27	1.86
1.0	2.67	1.77	2.54	0.35	-0.65	0.22
0.5	2.42	1.77	2.54	0.25	-0.75	0.17

Cuadro 2. Consumidores que podrían morir en una población de 1, 000,000 de habitantes con la ingesta de cantidades de ingrediente activo equivalentes a las CLs 50, 1 y 0.1

CL	Antilog de x-1 (gr/L)	Muertos/millón de habitantes
50	1.86	500,000
1.0	0.22	10,000
0.5	0.17	1,000

En el análisis de un bioensayo hipotético, con la metodología de Aguayo (2001), la nueva ecuación arbitraria que cumple con el requisito de una CL50 = 1.86 es:  $y = 2.46 + 2x$ . Al remplazar  $y = 5$  (que es el valor de Probit para la CL50) tenemos la ecuación:  $5 = 2.46 + 2x$ . Se despeja  $x = (5 - 2.46) / 2 = 1.27$ . Al restar la unidad (Aguayo, 2001) resultaría 0.27 cuyo antilog = 1.86 mg/kg, que es una concentración suficiente para matar al 50% de la población. En el Cuadro 3 se muestran las CL50, CL1 y CL0.5 calculadas con esta ecuación arbitraria. Es claro que la CL50 es la misma que el resultado de Aguayo (2001) de 1,86 gr/L. En cambio, la CL1.0 = 0.12 que podría matar a 10,000 habitantes de un total de 1, 000,000 de personas expuestas. Finalmente, la CL0.5 = 2.42 podría causar 1,000 muertes en una población de de habitantes un millón de personas expuestas. En este ejercicio de un bioensayo hipotético, representado por una ecuación arbitraria, la concentración que causaría la muerte al 50% de la población expuesta (CL50), es la misma que en la ecuación del bioensayo real de Aguayo (2001). Sin embargo, las CL1.0 y la CL0.5 fueron menores en este caso hipotético.

Cuadro 3. Resultado del segundo ejercicio numérico que indica las muertes que podrían causar las CLs 50, 1 y 0.1 en una población de 1, 000,000 de habitantes.

CL	Antilog de x-1 (gr/L)	Muertos/millón de habitantes
50	1.86	500,000
1.0	0.12	10,000
0.5	0.09	1,000

#### 4. Conclusiones

Las cantidades de tóxico inferiores a la CL50 también causan la muerte, solo que en una proporción inferior al 50% de la población expuesta. El valor de la CL50 de dos tóxicos puede ser igual (1.86 gr/L, en este caso), pero las CLs inferiores son diferentes cuando la pendiente de la línea de regresión (b), por tanto, la ordenada al origen (a) son diferentes. Este ejercicio prueba que los insecticidas pueden causar miles de muertes aunque los consumidores hayan contactado concentraciones hasta 20 veces menor a la CL50.

#### Referencias

1. International Agency for Research on Cancer (IARC). (2008). Agent Reviewed by the IARC Monographs. Volumes 1-99, May. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/Listagentsalphorder.pdf>.
2. Castro De La Mata, R. (1996). Cap. IV: Toxicidad: Diseños experimentales y aplicación de programas estadísticos computarizados. En: Diseño e Interpretación de Pruebas Farmacológicas en Control de Calidad, Vol. 1. Zavaleta A, Salas M, Cabezas C, Carrillo C, Chang J. (Editores). Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. Serie de Documentos No. 3. Lima, Art. Lautrec. p: 13-38.
3. Finney, V. C. (1964). Probit Analysis a statistical treatment of the sigmoid response curve. "nd Ed. Cambridge University. Pp: 318.
4. Gene, J. A. y Robles, A. (1987). Determinación de la dosis letal 50% por el método de Spearman Karber. Rev. Méd. Hosp. Nal. Niños Costa Rica 1(22): 35-40.
5. ENTOLUX. [www.entolux.com](http://www.entolux.com) (consulta, 17 de julio de 2018)
6. Environmental Protection Agency. (2005). Chemicals Evaluated for Carcinogenic Potential. Science
7. Information Management Branch, Health Effects Division, Office of Pesticide Programs U.S.
8. Environmental Protection Agency. [http://npic.orst.edu/chemicals\\_evaluated.pdf](http://npic.orst.edu/chemicals_evaluated.pdf).
9. Klaassen, C. D. (2008). Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. 7th ed.
10. McGraw-Hill, New York.
11. Vela, M. M., Laborda, R. y García, A. M. (2003). Neurotóxicos en el ambiente laboral: criterios de clasificación y listado provisional. Arch prev Riesgo Labor, 6 (1): 17-25.
12. Meco, G., Bonifati, V., Vanacore, N. y Fabrizio, E. (1994). Parkinsonism after chronic exposure to the fungicide maneb (manganese ethylene-bis-dithiocarbamate). Scand J Work Environ Health, 20: 301-305.
13. Silva, A. G. (2001). Qué es y cómo se calcula la DL50 en insecticidas Ingeniero Agrónomo Mg Se Facultad de Agronomía Universidad de Concepción. Pp:9.
14. Universidad nacional de Costa Rica. (2018). Manual de plaguicidas de Centroamérica. IRET. Universidad Nacional e Costa Rica.



## Análisis Del Subsistema Suelo-Planta-Atmósfera En Cultivo Orgánico De Hierbas Aromáticas Bajo Agricultura Protegida

Nieto-Garibay Alejandra<sup>1</sup>, Murillo-Amador Bernardo<sup>1</sup>, García Galindo Emilio<sup>1</sup>, Gutiérrez Jagüey Joaquín <sup>1</sup>, Troyo-Diéguez Enrique <sup>1</sup>, Ruiz Espinoza Francisco H. <sup>2</sup>, Beltrán Morales Alfredo F. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del noroeste S.C. (CIBNOR) [anieto04@cibnor.mx](mailto:anieto04@cibnor.mx)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Baja California Sur

### Resumen

El análisis del continuo suelo-planta-atmósfera de cultivos en invernaderos o malla sombra han sido poco estudiados. Especial atención merece este tipo de estudios en hierbas aromáticas cultivadas de forma orgánica por su sustentabilidad y valor agregado. En zonas áridas y semiáridas estos cultivos enfrentan condiciones climáticas adversas por lo que es importante entender las estrategias morfo-fisiológicas que las plantas utilizan para su adaptación. El presente documento presenta un ejemplo de estudios que se han realizado en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR) con hierbas aromáticas como albahaca (*Ocimum basilicum* L.), menta (*Mbenta spicata* L.), romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y salvia (*Salvia officinalis* L.) con el fin de generar información acerca de dichas estrategias y traducirlas en un mejor manejo que permita a los productores potencializar su cultivo. En los resultados se han encontrado diferentes mecanismos morfo-fisiológicos incluso en diferentes genotipos de albahaca de la misma especie y en diferentes condiciones de cultivo en el caso de albahaca. En romero, menta y salvia los resultados indican que el uso de malla sombra favoreció la producción de biomasa foliar, que corresponde a la parte más importante desde el punto de vista comercial.

**Palabras clave:** albahaca, menta, romero, agricultura orgánica.

### Abstract

The analysis of the soil-plant-atmosphere system of crops in greenhouses or shade mesh has been little studied. Special attention deserves this type of studies on aromatic herbs grown organically for their sustainability and added value. In arid and semi-arid zones, these crops face adverse climatic conditions, so it is important to understand the morpho-physiological strategies that plants use for their adaptation. This document presents an example of studies that have been carried out at the Center for Biological Research of the Northwest S.C. (CIBNOR) with aromatic herbs such as basil (*Ocimum basilicum* L.), mint (*Mbenta spicata* L.), rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.) in order to generate information about these strategies and translate them into a better management that allows to the producers to improve their cultivation. In the results, different morpho-physiological mechanisms have been found even in different basil genotypes of the same species and under different growing conditions in the case of basil. In rosemary, mint and sage the results indicate that the use of shade mesh favored the production of foliar biomass, which corresponds to the most important part from the commercial point of view.

**Key words:** basil, mint, rosemary, organic agriculture.

## 1. Introducción

El uso de invernaderos está creciendo a nivel mundial y México no es la excepción, sus beneficios son evidentes, funciona como barrera física para impedir el contacto de patógenos con los cultivos, minimizando el uso de plaguicidas. Adicionalmente logra el control parcial o total del microclima, lo cual le permite una producción durante la mayor parte del año o todo el año, lo que incrementa el aprovechamiento de ventanas de mercado (Banaeian, Omid y Ahmadi, 2011; Lecompte, 2012). Debido a la heterogeneidad de climas y microclimas en el país las características de los invernaderos y mallas sombras cambian dependiendo de las necesidades. El análisis del sistema suelo-planta-atmósfera de cultivos en invernaderos o malla sombra y antiáfidos han sido poco estudiados (Qian *et al.* 2012; Khoshnevisan, Rafiee y Mousazadeht, 2013). Este tipo de estudios es muy importante para zonas áridas y semiáridas debido a las altas temperaturas, tasas de evaporación y radiación durante el verano, que limitan el desarrollo de cultivos a períodos cortos. Especial atención merece el estudio de la relación suelo-planta-atmosfera en cultivos de malla sombra en la agricultura orgánica, debido al efecto de la incorporación de materia orgánica en la dinámica del suelo a través de uso fertilizantes y abonos de origen natural que cumplen con la normatividad orgánica y que le dan a los productos un valor agregado (Gale *et al.* 2006; Mugnai, 2007). En Baja California Sur se han aportado avances en el entendimiento de estrategias morfo-fisiológicas de cultivos de especies aromáticas a diferentes tipos de estrés cultivadas bajo agricultura protegida y siguiendo los principios de precaución y de ecología de la agricultura orgánica, haciendo énfasis en el uso de insumos naturales.

## 2. Materiales y métodos

Los estudios que se presentan se han realizado en el campo experimental del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR) que se encuentra a 17 Km de la ciudad de La Paz, Baja California Sur, México, a los 24°08' 10.03° LN y 110°25' 35.3° LO, a 7 msnm. En los trabajos para conocer la adaptación de hierbas aromáticas como albahaca (*Ocimum basilicum* L.) y algunos de sus genotipos como Edwina, Emily, Eonwy, Dark Opal, Genoveser, Italian Large Leaf, Licorice, Lettuce Leaf, Marian, Martina, Mammont Sweet, Mr. Burns, Nufar, Rubin Roz, Red Rubin, Siam Queen Ass, Sweet Dani (Lemon Basil), Sweet Genovese, Sweet Purple Ruffles, Thai; menta (*Mhenta spicata*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y salvia (*Salvia officinalis*) bajo condiciones de agricultura protegida, se considera el estudio de variables microclimáticas como la temperatura ambiental, radiación y humedad relativa. De la planta, las principales variables se refieren a la producción de biomasa, fisiología como la fotosíntesis y temperatura de la hoja. Por último, variables del suelo como humedad proporcionan una buena información para conocer las respuestas de éstas plantas. En las zonas áridas y semi-áridas medir estas variables en plantas bajo

estrés de altas temperaturas y déficit de agua permiten determinar aquellas el sistema de cultivo con mayor producción de biomasa foliar qué representa la parte comercial de este tipo de cultivo. Los experimentos se han realizado en una estructura de malla antiáfidos de color blanco, 30% de sombreo (modelo 55 mesh) y en una parcela anexa a cielo abierto con el fin de comparar las respuestas de las plantas.

### **3. Resultados y discusión**

En experimentos con 20 genotipos de albahaca dentro de malla antiáfidos y en parcela a cielo abierto, se determinaron aquellos que producen mayor biomasa en condiciones de agricultura protegida y que al parecer realizan un mayor aprovechamiento a pesar de una menor radiación haciéndose más eficientes, lo cual ha sido observado en plantas silvestres (Craven, Gulamhussein y Berlyn, 2010; Lawson, Kramer y Raines, 2012). Algunos genotipos produjeron más biomasa en parcelas a cielo abierto correspondiendo a los menores valores de fotosíntesis, cuya respuesta se atribuyen a una eficiencia en la conversión de la energía incluyendo la capacidad de carboxilación, propiedades cinéticas, la expresión y regulación de enzimas involucradas en la fotosíntesis (Sassenrathcole y Percy 1994). Por último, algunos genotipos produjeron biomasa foliar igual bajo malla antiáfidos y en la parcela a cielo abierto. Algunos genotipos registraron temperaturas de la hoja entre los 30.7 °C y 38.4 °C, por encima de temperaturas óptimas reportadas para otros cultivos (Figura1) (Kim, Gitz y Sicher, 2007; Mathur Allakhverdiev y Jajoo, 2011). Los cuales presentaron una correlación entre la transpiración y la conductancia estomática para producir un efecto de enfriamiento bajando la temperatura de la hoja por debajo de la temperatura media ambiental. En experimentos con plantas de menta se ha encontrado que con fertilización orgánica es posible mitigar el estrés hídrico del suelo y que la especie es capaz de tolerar dicho estrés a través de un ajuste osmótico, manteniendo la producción de biomasa y mejorándola bajo condiciones de malla sombra (García, 2018) (Figura1).

El romero es una especie que también responde con una mayor producción de biomasa foliar bajo malla sombra y con dosis medias de fertilización orgánica, independientemente de las condiciones del suelo y microclima (Figura 2).

### **4. Conclusiones**

Los resultados de este trabajo han permitido determinar las estrategias morfo-fisiológicas de plantas como albahaca, menta, romero y salvia que se siembran en malla sombra y que se someten a estrés abióticos propios de estas regiones áridas y semiáridas. Con ello se ha podido determinar los genotipos con mejor respuesta a estas condiciones, así como los efectos de diferentes fertilizantes orgánicos. Lo anterior puede ser utilizado por los productores agrícolas para potencializar sus cultivos.

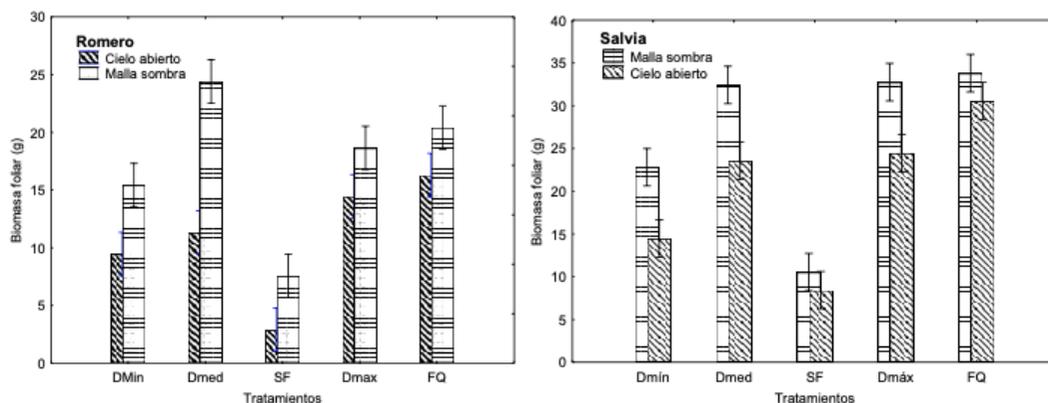


Figura 2. Producción de biomasa fresca foliar en plantas de romero y salvia bajo malla sombra y en parcela a cielo abierto. Las barras verticales indican el error estándar de la media.

### Agradecimientos

Los autores agradecen la participación del personal técnico del campo experimental del CIBNOR, Saúl E. Briceno R., J. Raymundo Ceseña N., Pedro Luna G., Adrián Jordán C. Del laboratorio de Fisiotécnia Vegetal, Lidia Hiraes L., Carmen Mercado G y el Técnico J. Francisco Villa. Este proyecto se realiza gracias al financiamiento de CONACyT a través del proyecto de ciencia básica con clave CB-2014/239648.

### Referencias

1. Banaeian N., Omid M., y Ahmadi H. (2011). Energy and economic analysis of greenhouse strawberry production in Tehran province of Iran. *Energy Conversion and Management*, 52,1020-1025.
2. Craven D.; Gulamhussein, S. y Berlyn, G. P. (2010). Physiological and anatomical responses of *Acacia koa* (gray) seedlings to varying light and drought conditions. *Environ. Exp. Bot.*, 69, 205-213.
3. García G.E. (2018). Relaciones hídricas de un agroecosistema de plantas de menta (*Mentha spicata*) con fertilización orgánica, sometidas a estrés hídrico, bajo agricultura protegida y cielo abierto. Tesis para obtener el grado de Maestría en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S. México. 114 pp.
4. Kramer P.J. (1989). Relaciones hídricas de suelos y plantas. Harla. México. 533 p.
5. Khoshnevisan B., Rafiee S., y Mousazadeht H. (2013). Environmental impact assessment of open field and greenhouse strawberry production. *Eur. J. Agron.*, 50, 29–37.
6. Kim S.H., Gitz C.D., y Sicher C.R. (2007). Temperature dependence of growth, development, and photosynthesis in maize under elevated CO<sub>2</sub>. *Environ. Exp. Bot.*, 61, 224–36.
7. Lawson T.; Kramer, M.D., y Raines, A.C. (2012). Improving yield by exploiting mechanisms underlying natural variation of photosynthesis. *Current Opinion Biotechnol.*, 23, 215-220.
8. Lecompte F. (2012). Management of soil nitrate heterogeneity resulting from crop rows in a lettuce–tomato rotation under a greenhouse. *Agron. Sustain. Dev.*, 32, 811–819

9. Mathur S., Allakhverdiev I.S., y Jajoo, A. (2011). Analysis of high temperature stress on the dynamics of antenna size and reducing side heterogeneity of Photosystem II in wheat leaves (*Triticum aestivum*). *Biochimica et Biophysica Acta.*, 1807, 22-29.
10. Mugnai S., Pasquini T., Azzarello E., Pandolfiand C., y Mancuso S. (2007). Evaluation of Composted Green Waste En: Ornamental Container-Grown Plants: Effects on Growth and Plant Water Relations. *Compost Science & Utilization.*, 15(4), 283-287.
11. Sassenrathcole G.F., y Pearcy, R. W. (1994). Regulation of photosynthetic induction state by the magnitude and duration of low-light exposure. *Plant Physiol.*, 105, 1115-1123.



---

**Área temática: Agua y suelo**



## Efecto De Silicio En El Crecimiento De Plántulas Y Rendimiento De Plantas De Tomate F<sub>3</sub>

Cázarez Flores Luz Llarely, Velázquez Alcaraz Teresa De Jesús, Partida Ruvalcaba Leopoldo, Ayala Tafoya Felipe, Díaz Valdés Tomás, López Orona Carlos, Oropeza Velázquez Teresita Donají, Zazueta Torres Norma Delia

Doctorado en Ciencias Agropecuarias de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, km 17.5 Carretera Culiacán-Eldorado. Apdo. Postal 726, Culiacán, Sinaloa. México. Tel. 01 (667) 4 77 41 22. [llare\\_luz@hotmail.com](mailto:llare_luz@hotmail.com)

### Resumen

Esta investigación se realizó para dilucidar el efecto que ocasiona el silicio en el verdor, altura, área foliar, peso seco de raíz y de la parte aérea y rendimiento de las plantas de tomate F<sub>3</sub>, cuando se aplican 50 mg L<sup>-1</sup> de agua mediante el riego. En un experimento se sembró tomate F<sub>3</sub>, en charolas de poliestireno rellenas con peat moss en casa sombra, las plántulas se regaron con la frecuencia necesaria y se fertilizaron con 1.0 g de N L<sup>-1</sup> de agua, utilizando urea como fuente de nitrógeno. En otro experimento con plantas de tomate sembradas en un suelo vertisol crómico bajo casa sombra, la separación entre plantas fue de 25 cm, las parcelas experimentales constaron de dos surcos de 32 m de largo, con separación de 1.6 m entre sí, utilizando el sistema de riego por goteo. Para ambos experimentos se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, donde los tratamientos fueron la dosis de 50 mg de silicio L<sup>-1</sup> de agua y el testigo. Las variables de estudio fueron: verdor, altura, área foliar, peso seco de la parte aérea, peso seco de raíz en plántulas, y verdor, altura, área foliar y rendimiento en plantas de tomate. El silicio en dosis de 50 mg de Si L<sup>-1</sup> fue eficaz para mejorar la calidad de plántulas; pero cuando se aplicó a través del riego en plantas con cinco hojas verdaderas, los efectos fueron menores y contrarios a los que se observaron en las plantas testigo.

**Palabras clave:** Elemento benéfico, plántula, planta.

### Abstract

This investigation was done to elucidate the effect that causes the silicon in the leaf greenness, height, leaf area, root and aerial dry weight and yield of F<sub>3</sub> tomato plants, when 50 mg L<sup>-1</sup> of water is applied through the irrigation. In another experiment with F<sub>3</sub> tomato plants planted, inside polystyrene trays full of peat moss in shade house, the seedlings were irrigated in a frequency needed and was fertilized with 1.0 g of N L<sup>-1</sup> of water, urea was used as nitrogen's source. In another experiment with tomato F<sub>3</sub> plants were planted in a chromic vertisol soil under shade house, the separation of the plants was 25 cm, the experimental plots consisted of two rows of 32 m long, with a separation of 1.6 m between them, using drip irrigation system. For both experiments, a complete randomized block designed was used, where the treatments were the 50 mg dose of silicon L<sup>-1</sup> of water and the control. The study variants of this investigation were: leaf or plant greenness, height, leaf area index, dry weight of the aerial part,

root dry weight in seedlings, and leaf or plant greenness, height, leaf area index and yield in tomato plants. Silicon in a 50 mg dose of Si L<sup>-1</sup> was effective in improving the quality of seedlings; but the effects were minor and contrary to those observed in the control plants when applied by drip irrigation in plants with five true leaves.

**Key words:** Beneficial element, seedling, plant.

## 1. Introducción

En México, entre 2013 y 2016, la producción de tomate aumentó en 35%, al pasar de 2 052 000 t a 2 769 000 t. Lo anterior representa un aumento en el volumen nacional en cuatro años de alrededor de 717 000 t, las cuales son distribuidas entre el mercado nacional y el internacional. El tomate es un cultivo que se desarrolla en todas las entidades del país, las cinco principales son Sinaloa, San Luis Potosí, Baja California, Zacatecas y Michoacán, en conjunto, estos estados aportan el 52 por ciento del volumen nacional, Sinaloa es el principal productor, con 551 000 t (SAGARPA, 2017). En la horticultura existe una tendencia de satisfacer la demanda local e internacional, esta tendencia conduce en muchos casos, a un uso poco eficiente de los recursos naturales, entre ellos el agua y los nutrimentos (Preciado *et al.*, 2006). Aunado a lo anterior, los nutrientes que se encuentran en el sistema suelo-plantas pueden ser: a) esenciales: sin ellos la planta no vive; b) benéficos: con ellos aumenta el crecimiento y la producción en situaciones particulares o la tolerancia a condiciones desfavorables del medio, pero la planta puede vivir sin ellos c) tóxicos: con ellos disminuye su crecimiento y producción, pudiendo llegar a provocar la muerte. Cabe aclarar que todo elemento es potencialmente tóxico en altas concentraciones. Los elementos categorizados como tóxicos, lo son inclusive a muy bajas concentraciones (Malavolta *et al.*, 1997).

El Silicio (Si) normalmente no es considerado como un elemento esencial en la nutrición de las plantas, sin embargo, diversos estudios han mostrado que puede influir en forma positiva en el crecimiento y rendimientos de las plantas (Balakhnina y Borkowska, 2013; Epstein, 2009; Mitani y Ma, 2005). El Si se ha utilizado para mejorar el crecimiento y rendimiento de plantas, particularmente bajo condiciones de estrés, así también con diferentes respuestas fisiológicas como son: mejoramiento en el balance de nutrientes, reducción de la toxicidad de minerales, incremento en las propiedades mecánicas de los tejidos vegetales y un aumento en la resistencia a otros diversos factores abióticos y factores bióticos (Balakhnina y Borkowska, 2013). Los efectos directos del Si se acompañan de varios efectos indirectos, como el aumento de la capacidad fotosintética, la reducción de las tasas transpiratorias, el mayor crecimiento de las plantas y el aumento de la resistencia mecánica de las células (Valente *et al.*, 2004). Los efectos benéficos de este elemento son importantes en el manejo de la fertilidad para el cultivo de *Avena sativa*, los cuales se observan en la mejor asimilación y transformación eficiente de nutrientes del suelo (incrementos en materia seca aérea, materia seca de raíz y altura) (Borda *et al.*, 2007). El objetivo de la investigación fue determinar el efecto que ocasiona el silicio en el verdor, altura, área foliar,

peso seco de raíz y de la parte aérea y rendimiento de las plantas de tomate, cuando se aplica en dosis de 50 mg L<sup>-1</sup> de agua mediante el sistema de riego.

## 2. Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicada a 24° 37' 29" LN y 107° 26' 36" LO, en Sinaloa, México. Durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2016-2017.

**Primer experimento.** La siembra se realizó el 12 de octubre de 2016 en charolas de poliestireno con 242 cavidades rellenas de peat moss, se utilizó tomate F<sub>3</sub> y se depositó una semilla por cavidad. Las plántulas se regaron con la frecuencia necesaria y se fertilizaron con 1.0 g de N·L<sup>-1</sup> de agua, utilizando urea como fuente de nitrógeno. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron 50 mg de silicio L<sup>-1</sup> de agua y el testigo. La dosis de 50 mg de silicio se aplicó mediante el riego por decantación manual sobre la superficie del sustrato contenido en las charolas de poliestireno, ésta se realizó sólo una vez cuando las plántulas tuvieron bien definida la primera hoja verdadera. En las plántulas testigo sólo se utilizó agua. A los 15 después de la aplicación del silicio en tomate, se evaluó el verdor con un Spad 502 en la parte media de una hoja de cada planta, en una muestra de 20 plantas seleccionadas al azar. La altura de plántulas, se midió con una regla de 30 cm a los 15 días después de la aplicación de silicio, desde la base del tallo hasta la yema apical de la misma. El área foliar se determinó con una cinta métrica midiendo largo por ancho de la primera hoja verdadera a los 15 días después de la aplicación de silicio, y se utilizó la fórmula= 0.347 (largo.ancho)-10.7, propuesta por Blanco y Folegatti, (2003). El peso de materia seca de raíz y parte aérea de las plántulas de tomate se hizo en estufa durante 72 h con temperatura de 70° C y se determinó con báscula de precisión, se realizó a los 15 días después de la aplicación de silicio.

**Segundo experimento.** Se sembró tomate F<sub>3</sub> bajo condiciones de casa sombra en noviembre de 2016, en un suelo vertisol crómico. La separación entre plantas fue de 25 cm. Las parcelas experimentales constaron de dos surcos de 32 m de largo, con separación de 1.6 m entre surcos, se utilizó el sistema de riego por goteo. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron 50 mg de silicio L<sup>-1</sup> de agua y el testigo. La dosis de Si se aplicó mediante el sistema de riego sólo una vez cuando las plantas tuvieron cinco hojas verdaderas. En las plantas testigo sólo se utilizó agua. Cada unidad experimental constó de 20 plantas seleccionadas al azar. Las variables de estudio a evaluar fueron: verdor que se determinó con un Spad 502, en la parte media de dos folíolos de una hoja fisiológicamente madura y sin deterioro en cada planta. La altura de las plantas de tomate se midió con una cinta métrica, desde la base del tallo hasta la yema apical de la misma. El área foliar se evaluó en la séptima hoja verdadera a los 20 días después de la aplicación de silicio y se utilizó la fórmula= 0.347 (largo.ancho)-10.7, propuesta por Blanco y Folegatti, (2003). La cosecha, para determinar el rendimiento, se realizó cuando los frutos estuvieron en la madurez fisiológica Turning, según la

clasificación establecida por USDA (1992). Los datos recabados se analizaron estadísticamente con el paquete estadístico MINITAB 16, y se hizo comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ).

### 3. Resultados y discusión

**Primer experimento.** En el verdor de las hojas de plántulas de tomate no se detectaron diferencias significativas (Cuadro 1), de tal manera que ambos tratamientos ocasionaron el mismo efecto, mientras que en altura se observó que las tratadas con 50 mg de silicio por L<sup>-1</sup> de agua incrementaron 15%, en relación al testigo. En área foliar se observaron diferencias significativas, siendo estadísticamente mayor las plántulas testigo. En materia seca de raíz y parte aérea, el Si fue eficaz para inducir mayor acumulación, 100% en peso seco de raíz y 33% en peso seco de parte aérea.

El ligero incremento del verdor de las plántulas, la mayor altura, así como el incremento del peso de materia seca de raíz y de la parte aérea, son aspectos que indican la eficiencia fotosintética de aquéllas tratadas con silicio, ya que de otra manera hubiera ocurrido respuesta totalmente similares con respecto al testigo y, en consecuencia, también indican mejora en la calidad de plántulas. Estos resultados coinciden con lo reportado por Valente *et al.*, (2004), quienes han referido que los efectos directos del silicio se acompañan de varios efectos indirectos, que incluyen un aumento de la capacidad fotosintética, la reducción de las tasas transpiratorias, un mayor crecimiento de las plantas y mayor resistencia mecánica de las células. Asimismo, con Korndörfer y Datnoff (2004), ya que ellos señalan que el silicio es un elemento que estimula el crecimiento de algunas plantas, por lo que es considerado altamente benéfico, incluso esencial para un grupo de ellas; así como lo informado por Matichenkov (2004), quien considera que el silicio mejora el desarrollo de raíces de las plantas y puede aumentar su masa radicular en 50 y 200%.

Cuadro 1. Verdor, altura, área foliar, materia seca de raíz y parte aérea de plántulas de tomate.

Tratamientos	Verdor (unidades Spad)	Altura (cm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Materia seca de raíz (g)	Materia seca de parte Aérea (g)
0 (testigo)	35.40 a	7.80 b	8.1 a	0.1 b	0.3 b
50 mg de Si·L <sup>-1</sup>	35.66 a	8.90 a	5.7 b	0.2 a	0.4 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

**Segundo experimento.** En el Cuadro 2, se puede notar que en plantas cultivadas con silicio en condiciones de casa sombra, el verdor no mostró diferencias estadísticas, pero en valores absolutos hubo un incremento del 3% en las plantas testigo en comparación al promedio observado en las plantas tratadas con silicio; la altura y el área foliar de las plantas tratadas con Si decrecieron en 36 y 40%, respectivamente, con relación a los promedios que se obtuvieron en las plantas testigo. Sin embargo, el rendimiento ocurrió sin diferencias estadísticas significativas,

aunque en valores absolutos el rendimiento  $\text{ha}^{-1}$  de las plantas tratadas con silicio disminuyó 27.2% en comparación al testigo.

Esto coincide con lo encontrado por Viana (2005), quien señala que el silicio tiene acción benéfica en algunas plantas y en otras no, sin embargo, en el caso de tomate se puede inferir que el silicio aplicado en plántulas con la primera hoja verdadera ocasionó efectos que mejoran la calidad de las plántulas, pero cuando se aplicó en plántulas con cinco hojas verdaderas los efectos fueron contrarios.

Los resultados en el verdor difieren con los de Jianpeng *et al.* (2010), ya que ellos encontraron que Si incrementa significativamente los niveles de clorofila a, clorofila b, clorofila total y carotenoides en hojas de pepino a los 10 y 15 días al ser tratadas con dicho elemento. Diferencias que pueden ser debido a que se trata de diferente especie como lo señala Viana (2005).

La respuesta de altura de las plantas cultivadas con Si discrepan con los de Borda *et al.* (2007), toda vez que ellos descubrieron que al aplicar, en la etapa de amacollamiento de avena forrajera (45 días después de la siembra), las dosis de 100 y 50  $\text{mg L}^{-1}$  de ácido monosilícico, la altura fue mayor, incluso dichas diferencias se mantuvieron hasta el momento de la cosecha con respecto al testigo.

Cuadro 2. Crecimiento y producción de tomate bajo condiciones de casa sombra

Tratamientos	Verdor (unidades Spad)	Altura (cm)	Área foliar ( $\text{cm}^2$ )	Producción $\text{t ha}^{-1}$
0 (testigo)	49.50 a	81.40 a	354.89 a	24.50 a
50 mg de $\text{Si L}^{-1}$	48.10 a	52.20 b	214.60 b	17.83 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4. Conclusiones

La dosis de 50  $\text{mg L}^{-1}$  de Si de agua, aplicada en riego por decantación al sustrato contenido en charolas, cuando las plántulas presentaban la primera hoja verdadera, fue eficaz para incrementar el verdor, altura, materia seca de raíces y pesos seco de la parte aérea y, en consecuencia, también fue eficaz para mejorar la calidad de plántulas; pero cuando se aplicó a través del riego por goteo en plantas con cinco hojas verdaderas, los efectos fueron menores y contrarios a los que se observaron en las plantas testigo.

#### Referencias

- Balakhnina, T y Borkowska, A. (2013). Effects of silicon on plant resistance to environmental stresses: *review. Int. Agrophys.*, 27, 225-232.
- Blanco, F. F y Folegatti, M. V. (2003). New method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants. *Horticultural Brasileira*, Brasilia. 21 (4), 666-669.
- Borda, O. A., Barón, F. H y Gómez, M. I. (2007). El silicio como elemento benéfico en avena forrajera (*Avena sativa* L.): Respuestas fisiológicas de crecimiento y manejo. *Agronomía Colombiana*, 25 (2), 273-279.
- Epstein, E. (2009). Silicon: its manifold roles in plants. *Annals of Applied Biology*, 55,155-160.

5. Jianpeng F, Qinghua, S., Xiufeng, W., Min, W., Fengjuan, J. y Huinu, X. (2010). Silicon supplementation ameliorated the inhibition of photosynthesis and nitrate metabolism by cadmium (Cd) toxicity in *Cucumis sativus* L. *Scientia Horticulturae*, 123, 521-530.
6. Korndörfer, G. H. & Datnoff, L. E. (2004). “Efeito do Silício no Crescimento e Produtividade das Culturas”. [En línea] *Silício na Agricultura*. Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia. Disponible en: <http://sifertilizer.com>. Consultado abril de 2016.
7. Malavolta, E. G. C., Vitti. y Oliveira, S. A. (1997). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Ed. POTAFOS, 2da ed., rev. e actual. *Piracicaba*, Brasil. 319 p.
8. Matichenkov, V. V. (2004). “Silicon in Food”. Agriculture and Environment. International Conference and Exhibition. Pushchino, Russia. Avieble from. Disponible en <Http://www.sifertilizer.com/> Consultado febrero de 2018.
9. Mitani, N. and MA, J. F. (2005). Uptake system of silicon in different plant species. *Journal of Experimental Botany*. 56, 1255-1261.
10. Preciado, P., Favela, C. E y Benavides, M. A. (2006). Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México. 85 p.
11. SAGARPA (2017). Aumenta 35 por ciento producción de jitomate “Hecho en México” Disponible en: <https://www.horticultivos.com/cultivos/tomate/la-produccion-tomate-mexico-estados-unidos>, Consultado en junio de 2018.
12. USDA (1992). United States Standards for Grades of Fresh Tomatoes. Agricultural. Service. Washington, D. C. 6 p.
13. Valente, A., Moráis, R., Couto, C., Correira, J. H. (2004). Modeling, simulation and testing of a silicon soil moisture sensor based on the dual-probe heat-pulse method. *Sens and Actuators A*. 115 (2), 434-439.
14. Viana, J. E. (2005). Importancia del silicio en la nutrición vegetal. *Agromil*. Tolima, Colombia, Disponible en <http://www.silicioagromil.com>. Consultado en septiembre de 2016.

## Uso De Cintilómetro Para Estimar La Evapotranspiración De Sorgo (*Sorghum Bicolor L.*) Y Sus Componentes

López Avendaño Jesús Enrique<sup>1</sup>, Rodríguez Julio César<sup>2</sup>, Martínez Gallardo José Angel<sup>1</sup>, Díaz Valdés Tomás<sup>1</sup>, Lizárraga Jiménez Ramón<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa. Carretera Culiacán-Eldorado km 17.5, CP 80000 Culiacán, Sinaloa, México. [profe.jesus@uas.edu.mx](mailto:profe.jesus@uas.edu.mx)

<sup>2</sup>Departamento de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y calle Rosales S/N, CP 83000, Hermosillo, Sonora, México.

### Resumen

Estimar la evapotranspiración de los cultivos (ETc) es esencial para la planificación y manejo del agua en una zona agrícola, particularmente en las regiones áridas y semiáridas; la separación de ETc en la evaporación del suelo (E) y la transpiración de la planta (T) permitiría el uso de estrategias más eficientes de gestión del agua. Los objetivos del presente estudio fueron estimar la evapotranspiración diaria de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) y sus componentes, utilizando los métodos del cintilómetro y FAO56, asimismo, determinar el Kc (coeficiente de cultivo) único y Kcb (coeficiente basal) para las diferentes etapas de desarrollo de sorgo. La ETc estimada con ambos métodos fue de 406.3 y 413.8 mm, respectivamente; el RMSE fue de 0.584 mm d<sup>-1</sup> y el coeficiente de concordancia de Willmott (d) fue de 0.91. La evaporación representa el 17.1% de la ETc estimada con FAO56 y el 21.6% con el cintilómetro; el RMSE entre los valores de E estimados con ambos métodos fue 0.397 mm d<sup>-1</sup> y d = 0.94; mientras que, cuando se comparó T, el RMSE calculado fue 0.371 mm d<sup>-1</sup> y d = 0.98. Con el método FAO56, los valores de Kc estimados fueron 0.68, 1.06 y 0.4, mientras que los valores de Kcb fueron 0.18, 1.06, 0.39 para la etapa inicial, media y final del cultivo; con el cintilómetro los valores de Kc fueron 0.75, 0.94 y 0.41, y los valores de Kcb fueron 0.20, 0.95 y 0.40, respectivamente.

**Palabras clave:** FAO56, coeficiente dual de cultivo, cintilometría.

### Abstract

Estimating crop evapotranspiration (ETc) is essential for water planning and management in an agricultural area, particularly in arid and semi-arid regions; the separation of ETc in the evaporation of the soil (E) and the transpiration of the plant (T) would allow the use of more efficient strategies of water management. The aims of the present study were to estimate the daily evapotranspiration of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and its components, using the scintillometer and FAO56 methods, also, to determine the Kc (crop coefficient) and Kcb (basal coefficient) for the different sorghum development stages. The ETc estimated with both methods was 406.3 and 413.8 mm, respectively; the RMSE (Root Mean Square Error) was 0.584 mm d<sup>-1</sup> and the Willmott concordance coefficient (d) was 0.91. Evaporation represents 17.1% of the ETc estimated with FAO56 and 21.6% with scintillometer method; the RMSE between the E values estimated was 0.397 mm d<sup>-1</sup> and d = 0.94; whereas, when T was compared, the calculated

RMSE was 0.371 mm d<sup>-1</sup> and d = 0.98. With the FAO56 method, the estimated Kc values were 0.68, 1.06 and 0.4 for the initial, middle and final crop stages, while the Kcb values were 0.18, 1.06 and 0.39, respectively; with scintillometer, the Kc values were 0.75, 0.94 and 0.41 for initial, middle and final crop stages, while the Kcb values were 0.20, 0.95 and 0.40, respectively.

**Keywords:** FAO56, dual crop coefficient, scintillometry.

## 1. Introducción

La evapotranspiración consiste de dos procesos, la evaporación directa del suelo y la transpiración de la planta, y ambos ocurren simultáneamente, de modo que se han realizado importantes esfuerzos para cuantificarlos por separado (Zhang *et al.*, 2013; Zhao *et al.*, 2015). La transpiración de las plantas está directamente asociada a la producción de cultivos, mientras que la evaporación no contribuye a la producción en el campo, por lo que los dos procesos deben ser estudiados y cuantificados por separado para implementar estrategias de manejo del agua y programas de riego que permitan un uso eficiente (Ding *et al.*, 2013). Recientemente, algunos investigadores reportan el uso del método de covarianza de vórtices para estimar ET (Imukova, Ingwersen, Hevart y Streck, 2016), sin embargo, esta técnica es poco reportada para dividir la transpiración de la planta y la evaporación del suelo (Zhang *et al.*, 2013). De manera similar, algunos estudios reportan el uso de la técnica de scintilometría para estimar la ET (Samain *et al.*, 2012), pero ninguno para cuantificar la transpiración y la evaporación del suelo por separado. Respecto a la importancia del cultivo de sorgo grano, éste ocupa el tercer lugar de la superficie cultivada en México, después del maíz y el trigo, y particularmente Sinaloa es el segundo mayor productor de sorgo en México, cosechándose el 25.8% de la superficie nacional y contribuye con el 30% de la producción total (SIAP, 2016). Para el presente trabajo se definieron dos objetivos básicos: el primero, consistió en estimar la evapotranspiración del sorgo grano y sus componentes (evaporación del suelo y transpiración de la planta) utilizando los métodos del cintilómetro y FAO56 con Kc dual; y el segundo, fue determinar los coeficientes de cultivos únicos y basales para el sorgo grano en el Valle de Culiacán.

## 2. Materiales y métodos

El trabajo de campo se realizó en la empresa agrícola "El Chaparral", con 80 ha sembradas de sorgo grano, localizadas en el Valle de Culiacán, al noroeste de México (24.6 N, 107.588 ° O). La zona es semiárida con una precipitación media anual total de 690 mm; la temperatura promedio anual es de 25 °C, llegando a 43 °C en el verano (julio) y bajando a 0.6 °C en invierno (enero). Para estimar la ETc con el método del cintilómetro se aplicó la ecuación de balance de energía sobre una superficie de suelo:  $LE = R_n - G - H$ ; donde LE es el flujo de calor latente de la superficie del suelo (MJ), R<sub>n</sub> es la radiación solar neta (MJ) y G es el flujo de calor en el suelo (MJ); mediante el BLS450 y la técnica de scintilometría que incluye la teoría MOST (Teoría de Similitud de Monin-Obukhov) se estimó el valor de H (flujo de calor sensible) para la ecuación

2. El BLS450 es un dispositivo utilizado para derivar la intensidad de la turbulencia superficial a través de la medición del índice de refracción del aire ( $C_n^2$ ). Se utilizó el calor latente de vaporización (2.45 MJ) para convertir LE en lámina de agua. Para estimar la  $ET_c$  con el método FAO56 se utilizó el procedimiento propuesto por Allen, Pereira, Raes y Smith (1998). Para calcular la evaporación (E) se utilizó el valor de la  $ET_0$  estimada con la ecuación FAO Penman-Monteith y el valor de  $K_e$  estimado con Allen et al (1998); mientras que para determinar el valor de la transpiración (I) se utilizó la  $ET_c$  estimada con el cintilómetro ( $ET_{cBLS}$ ) y E. Los valores de  $K_c$  y  $K_{cb}$  se determinaron despejando de las ecuaciones:  $ET_c = K_c ET_0$  (Para  $K_c$  único) y  $ET_c = (K_{cb} K_s + K_e) ET_0$  (Para  $K_c$  cual). Para el análisis estadístico de los resultados se utilizaron el RMSE, coeficiente de concordancia de Willmott (d), el sesgo (BIAS) y coeficiente de correlación (r).

### 3. Resultados y discusión

Los valores de  $ET_c$  total estimados con los métodos de cintilómetro y FAO56 utilizando  $K_c$  dual fueron de 406.3 y 413.8 mm, respectivamente. Estos valores de  $ET_c$  de sorgo son más bajos que los obtenidos por otros investigadores como Piccinni, Ko, Marek y Howell (2009) que estimaron 491 y 533 mm en Texas, EE. UU; y Sánchez, López-Urrea, Rubio y Caselles (2011) calcularon 500 y 524 mm en España. La valoración estadística de los resultados aquí mostrados presentó un RMSE de 0.584 mm d<sup>-1</sup>, el coeficiente de concordancia de Willmott (d) de 0.91, un sesgo (BIAS) de 0.052 mm d<sup>-1</sup> y un coeficiente de correlación (R) de 0.86. En la Figura 1 se muestra el comportamiento diario de la  $ET_c$  con ambos métodos. Los valores de Evaporación y Transpiración estimados con ambos métodos se muestran en la Cuadro 1. La relación E/ $ET_c$  total fue de 17.1 y 21.6% para FAO-56 utilizando  $K_c$  dual y BLS. López *et al.* (2016) en la zona de Albacete (centro de España) determinaron con la medición mediante lisímetro, que la evaporación de sorgo representa el 18% de la  $ET_c$  total medida, este valor concuerda con los resultados de esta investigación. Los valores de  $K_c$  obtenidos con el método del cintilómetro fueron 0.75, 0.94 y 0.41 para las etapas de desarrollo inicial, media y final, respectivamente; mientras que para el método FAO56 los valores de  $K_c$  único obtenidos fueron 0.68, 1.06 y 0.40 para las mismas etapas de desarrollo. Otros investigadores estimaron valores diferentes para el  $K_c$  en sorgo grano: Bashir, Hata, Tanakamaru, Abdelhadi y Tada (2008) indicaron valores de  $K_c$  de 0.62, 1.15 y 0.48 estimados mediante percepción remota, mientras que con el lisímetro obtuvieron valores de  $K_c$  de 0.55, 1.21 y 0.65. Piccinni *et al.* (2009) calcularon valores para  $K_c$  de 0.40, 0.80 y 0.75.

Para el coeficiente basal de cultivo ( $K_{cb}$ ), los valores obtenidos con el método del cintilómetro fueron 0.18, 0.95 y 0.39 para las etapas de desarrollo inicial, media y final, respectivamente; mientras que con el método FAO56 los valores de  $K_{cb}$  estimados fueron 0.18, 1.06, 0.39 para las mismas etapas de desarrollo consideradas.

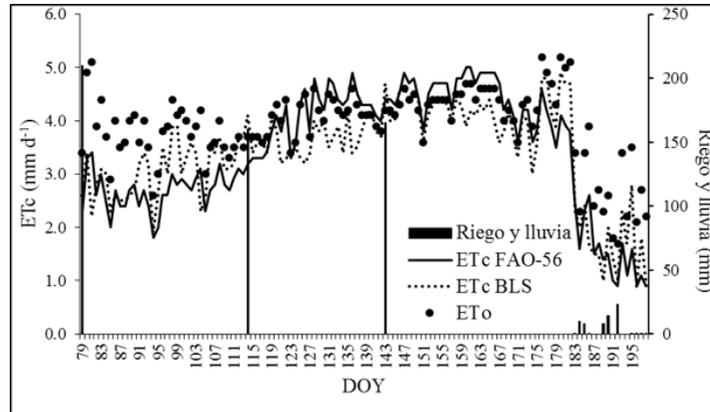


Figura 1. Evolución de  $ET_0$  y la  $ETc$  diaria estimada con FAO56 y BLS

Cuadro 1. Evaporación (E), transpiración (T) y evapotranspiración real ( $ETc$ ) por etapa de desarrollo del cultivo de sorgo grano en el Valle de Culiacán, México

		Ini	Des	Med	Fin	Total
<b>FAO-56</b>	E (mm)	38.2	28.9	1.7	2.0	70.8
	T (mm)	13.4	71.1	180.4	78.2	343.0
	$ETc$ (mm)	51.5	100.0	182.1	80.2	413.8
	E/ $ETc$ (%)	74.0	28.9	0.9	2.5	17.1
<b>BLS</b>	E (mm)	43.0	35.1	0.3	9.5	87.9
	T (mm)	13.0	67.8	161.8	75.4	318.4
	$ETc$ (mm)	56.4	102.9	162.1	84.9	406.3
	E/ $ETc$ (%)	76.3	34.1	0.2	11.2	21.6

#### 4. Conclusiones

Se obtuvieron los valores de  $ETc$  con los métodos del cintilómetro y FAO56 con la aproximación del  $Kc$  dual, resultando que el método FAO56 sobrestimó en un 1.8% la  $ETc$  determinada con el cintilómetro. Asimismo, se dividió la  $ETc$  en sus dos componentes, resultando que la evaporación representó el 17.1 y 21.6% para los métodos FAO56 y cintilómetro, respectivamente. Los valores resultantes para  $Kc$  único con el método del cintilómetro fueron 0.75, 0.94 y 0.41 para las etapas de desarrollo inicial, media y final del cultivo; mientras que los valores resultantes de  $Kcb$  fueron 0.18, 0.95 y 0.39, respectivamente. De acuerdo con los resultados de esta investigación, se recomiendan como definitivos los valores de 0.75, 0.95 y 0.40 para el  $Kc$  único de cultivo de sorgo grano (P-V) en el Valle de Culiacán, y 0.20, 0.95 y 0.40 para los valores de  $Kcb$ .

## Referencias

1. Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1988. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing water requirements – FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm>
2. Bashir, M.A., T. Hata, H. Tanakamaru, A.W. Abdelhadi and A. Tada. 2008. Satellite-based energy balance model to estimate seasonal evapotranspiration for irrigated sorghum: a case study from the Gezira scheme, Sudan. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 12, 1129-1139. Recuperado de <https://www.hydrol-earth-syst-sci.net/12/1129/2008/hess-12-1129-2008.pdf>
3. Ding, R., S. Kang, Y. Zhang, X. Hao, L. Tong and T. Du. 2013. Partitioning evapotranspiration into soil evaporation and transpiration using a modified dual crop coefficient model in irrigated maize field with ground-mulching. *Agric. Water Manag.* 127, 85-96. [doi.org/10.1016/j.agwat.2013.05.018](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.05.018)
4. Imukova, K., J. Ingwersen, M. Hevart and T. Streck. 2016. Energy balance closure on a winter wheat stand: comparing the eddy covariance technique with the soil water balance method. *Biogeosciences* 13, 63-75. [doi.org/10.5194/bg-13-63-2016](https://doi.org/10.5194/bg-13-63-2016)
5. López-Urrea R., L. Martínez-Molina, F. de la Cruz, A. Montoro, J. González-Piqueras, M. Odi-Lara y J. M. Sánchez. 2016. Evapotranspiration and crop coefficients of irrigated biomass sorghum for energy production. *Irrig. Sci.* 34, 287-296. [doi.org/10.1007/s00271-016-0503-y](https://doi.org/10.1007/s00271-016-0503-y)
6. Pereira, L.S., R.G. Allen, M. Smith and D. Raes. 2015. Crop evapotranspiration estimation with FAO56: Past and future. *Agric. Water Manage.* 147, 4-20. doi: 10.1016/j.agwat.2014.07.031
7. Piccinni, G., J. Ko, T. Marek and T. Howell. 2009. Determination of growth-stage-specific crop coefficients (Kc) of maize and sorghum. *Agric. Water Manage.* 96, 1698-1704. [doi.org/10.1016/j.agwat.2009.06.024](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.06.024)
8. Samain, B., G. W. H. Simons, M. P. Voogt, W. Defloor, N. –J. Bink and V. R. N. Pauwels. 2012. Consistency between hydrological model, large aperture scintillometer and remote sensing based evapotranspiration estimates for heterogeneous catchment. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 16: 2095-2107. doi: 10.5194/hess-16-2095-2012
9. Sánchez, J.M., R. López-Urrea, E. Rubio and V. Caselles. 2011. Determining water use of sorghum from two-source energy balance and radiometric temperatures. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 15, 3061-3070. doi: 10.5194/hess-15-3061-2011
10. SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). Producción agrícola. <http://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119?idiom=es>. (Consulta: noviembre 13, 2016).
11. Zhang, B., Y. Liu, D. Xu, N. Zhao, B. Lei, R. D. Rosa, P. Paredes, T. A. Paço and L. S. Pereira. 2013. The dual crop coefficient approach to estimate and partitioning evapotranspiration of the winter wheat-summer maize crop sequence in North China Plain. *Irrig. Sci.* 31, 1303-1316. [doi.org/10.1007/s00271-013-0405-1](https://doi.org/10.1007/s00271-013-0405-1)
12. Zhao, P., S. Li, F. Li, T. Du, L. Tong and S. Kang. 2015. Comparison of dual crop coefficient method and Shuttleworth-Wallace model in evapotranspiration partitioning in a vineyard of northwest China. *Agric. Water Manag.* 160, 41-56. [doi.org/10.1016/j.agwat.2015.06.026](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.06.026)



## Relación Entre La Nutrición En Tomate (*Solanum Lycopersicum*) Y La Severidad De La Fusariosis Vascular

Mendoza Medrano Daniel<sup>1</sup>, López Orona Carlos Alfonso<sup>2</sup>, Díaz Valdés Tomás<sup>2</sup>, Velázquez Alcaraz Teresa De Jesús<sup>2</sup>, López Urquidez Guadalupe Alfonso<sup>2</sup>, Martínez Campos Ángel Roberto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del Doctorado en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa [daniel.mendoza2508@gmail.com](mailto:daniel.mendoza2508@gmail.com)

<sup>2</sup>Profesor e Investigador de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa

<sup>3</sup>Profesor e Investigador de Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales de la Universidad Autónoma del Estado de México

### Resumen

En el presente trabajo se evaluaron distintas dosis de fertilización, las cuales están basadas en Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y Calcio (Ca), en cuatro variedades de tomate saladette, para observar la severidad del daño causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. (FOL), las plantas de tomate fueron inoculadas con las 3 razas de FOL y se obtuvieron bajo condiciones controladas, estableciendo un diseño completamente al azar con seis repeticiones estableciendo un arreglo factorial. La severidad de la enfermedad fue evaluada a los 25 días después de la inoculación utilizando los niveles del (0-4) metodología establecida por Marlatt (1998). Mediante la prueba de comparación de medias de Tukey nos mostró que los tratamientos compuesto por (0 N, R2 y BB), (193 mg L<sup>-1</sup> N, R2 y BB),( 0 P, R1, BB),(0 P, R2, BB), (0 K, R2, BB), (207mg L<sup>-1</sup> Ca, R3, BB) fueron los que presentaron menor incidencia en la severidad de la enfermedad.

**Palabras clave:** severidad de fusarium, nutrición, tomate.

### Abstract

In the present work the fertilization doses were evaluated, which are available in Nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K) and Calcium (Ca), in four varieties of tomato saladette, to observe the severity of the damage caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.(FOL), the tomato plants were inoculated with the 3 races of FOL and were obtained under controlled conditions, establishing a completely random design with six repetitions establishing a factorial arrangement. The severity of the disease was evaluated 25 days after the inoculation using the levels of the (0-4) methodology established by Marlatt (1998). Using the Tukey comparison test showed us that the treatments compounds by (0 N, R2 y BB), (193 mg L<sup>-1</sup> N, R2 y BB),( 0 P, R1, BB),(0 P, R2, BB), (0 K, R2, BB), (207mg L<sup>-1</sup> Ca, R3, BB) were those that presented lower incidence in the severity of the disease.

**Key-words:** severity of fusarium, nutrition, tomato.

## 1. Introducción

En la actualidad el cultivo de tomate por su alto nivel de consumo, se producen en distintos países en el mundo como lo son China, EE. UU., India, Italia, Egipto, España, Holanda, México y Francia (Stevens, 1974). El tomate es originario de México, Perú y Ecuador, donde se encuentran diversas variedades silvestres. A nivel mundial se rebasan los 3 millones de hectáreas cosechadas de tomate anualmente, con una producción promedio que fluctúa alrededor de los 160 millones de toneladas por año (Montes y Aguirre, 1992). Tello y Lacasa (1988) mencionan que la sintomatología provocada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* inicialmente se observa en el sistema radicular de las plantas, a las que ocasiona una severa pudrición y avanza por los haces vasculares del tallo hacia la parte aérea, obscureciéndolos y obstruyendo el paso de agua y nutrientes. El sistema vascular de la raíz, tallo y pecíolos se torna café rojizo, ocasionando el taponamiento del mismo, lo cual produce una leve clorosis y envejecimiento prematuro de las hojas inferiores. En el follaje se presenta amarillamiento unilateral de un foliolo o bien, amarillamiento unilateral de la nervadura de la hoja (Tello y Lacasa, 1988). A pesar de lo anterior, existen distintas investigaciones que nos aportan la manera correcta en aplicar una nutrición mineral, ya que tiene un papel importante en el control de enfermedades en las plantas. El estrés en las plantas con deficiencias nutricionales, son más propensas a las enfermedades, mientras que las plantas con nutrición adecuada son tolerantes a las enfermedades (Sepúlveda, 2006). También se señala que los desbalances entre N y K, entre Ca y B y entre los elementos Ca, Mg y K propician el desarrollo de la enfermedad y han mostrado cómo el manejo integral de la nutrición debe formar parte de las estrategias de manejo integrado de la Pudrición de Cogollo (Munevar, 2004). Los nutrimentos influyen en el crecimiento y la supervivencia de los patógenos, en la predisposición, tolerancia y resistencia de las plantas. Sin embargo, las plantas enfermas desarrolladas con una nutrición balanceada pueden resistir más el efecto de los patógenos, lo cual se traduce en un mejor desarrollo y rendimiento de la propia planta (Velasco, 1999). La defensa y resistencia de las plantas, a plagas y patógenos es usualmente compleja y basada en la acción combinada de varios factores (Blanco y Aguirre, 2002), las plantas han generado con la evolución una serie de sistemas de defensa contra el ataque de insectos y patógenos basados en barreras estructurales o químicas. La resistencia específica, en cambio, comprende los mecanismos bioquímicos y moleculares que se activan en respuesta a la infección, e involucra células especializadas que producen, transportan y secretan diferentes compuestos químicos, péptidos o proteínas anti fúngicas o antibacterianas (Islas *et al.* 2005).

## 2. Justificación

En Sinaloa, el control de las enfermedades radiculares en el cultivo de tomate, se han realizado mediante la utilización de plaguicidas, lo cual ha impactado negativamente al medio ambiente, donde la práctica del monocultivo y la contaminación por el uso indiscriminado de agroquímicos, han impactado en la agricultura, degradando la biodiversidad de

(microorganismos) de los agro ecosistemas. Las enfermedades han llegado a reducir arriba del 60% la producción de hortalizas. El manejo de la fertilización no se tiene contemplado como un factor que ayude para el control de las enfermedades.

### 3. Objetivo

Examinar la concentración y tipos de proteínas bajo diferentes concentraciones nutritivas con la inoculación de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* en el cultivo de tomate.

### 4. Materiales y métodos

El estudio se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicada en el valle de Culiacán, Sinaloa, México, en el kilómetro 17.5 de la maxi pista Culiacán-Mazatlán, que se encuentra con la localización geográfica de 24°36'58" de latitud norte y 107°25'48" de longitud oeste, a una altura de 19 msnm (García, 1988). Se tomaron muestras de plantas con los síntomas de FOL del tejido, se extrajo el patógeno y se utilizó el método que utilizaron Rodríguez y Montilla (2002). La extracción de ADN de cultivos monospóricos de FOL se realizó mediante el método del CTAB (Doyle, 1987). La siembra de la semilla de las cuatro variedades de tomate saladette indeterminado se hizo en sustratos de turba y vermiculita fina, en charolas de 200 cavidades con medidas de 3.5cm<sup>2</sup> de perímetro x 4 cm de profundidad se depositó una semilla por cavidad. Se utilizaron las variedades Bony best (BB) susceptible a las tres razas de FOL, Manapal (M) resistente a la raza 1 de FOL, Walter (W) resistente a la raza 1 y 2 de FOL y FLA resistente a las tres razas de FOL. La solución nutritiva (SN) que se utilizó fue basada a las concentraciones de la solución universal de (Steiner, 1966), para estos elementos se modificó 0 ppm N y 193 ppm N, 0 ppm P y 37 ppm P, 0 ppm K y 314 ppm K, 0 ppm Ca y 207 ppm Ca, se aumentó su concentración en un 15% y se redujo a cero en esos cuatro elementos.

De acuerdo a Duffy y Défago (1999), Posterior a la siembra, todas las soluciones nutritivas se inoculan con FOL con una cantidad de  $\approx 10^5$  discos de micro conidias por fragmento de micelio por mL de solución nutritiva.

Para el análisis foliar de P se utilizó el método del molibdato-vanadato utilizando el espectrofotómetro, para la extracción de K se realizó por el método del flamómetro para conocer su concentración (Faithfull, 2005). La severidad de la enfermedad será utilizada de acuerdo a los niveles establecidos del (0-4) donde, 0= 0%; 1=necrosis ligera (1-33%); 2=necrosis moderada y decoloración (34-66%)3= Necrosis extrema y decoloración (67-100%); 4= Planta muerta (Marlatt, 1998). Se estableció un diseño completamente al azar con arreglo factorial con seis repeticiones. Los datos se evaluaron mediante un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de tukey utilizando el programa estadístico SAS 9.0 (SAS Institute, Cary NC).

Cuadro 1. Se muestran los tratamientos y los niveles de los factores

Factores y niveles				Factores y niveles			
Trat	Fert.	Raza	Var.	Trat	Fert.	Raza	Var.
1	0N	R1	BB	40	15% P	R1	FLA
2	0N	R1	M	41	15% P	R2	BB
3	0N	R1	W	42	15% P	R2	M
4	0N	R1	FLA	43	15% P	R2	W
5	0N	R2	BB	44	15% P	R2	FLA
6	0N	R2	M	45	15% P	R3	BB
7	0N	R2	W	46	15% P	R3	M
8	0N	R2	FLA	47	15% P	R3	W
9	0N	R3	BB	48	15% P	R3	FLA
10	0N	R3	M	49	OK	R1	BB
11	0N	R3	W	50	OK	R1	M
12	0N	R3	FLA	51	OK	R1	W
13	15% N	R1	BB	52	OK	R1	FLA
14	15% N	R1	M	53	OK	R2	BB
15	15% N	R1	W	54	OK	R2	M
16	15% N	R1	FLA	55	OK	R2	W
17	15% N	R2	BB	56	OK	R2	FLA
18	15% N	R2	M	57	OK	R3	BB
19	15% N	R2	W	58	OK	R3	M
20	15% N	R2	FLA	59	OK	R3	W
21	15% N	R3	BB	60	OK	R3	FLA
22	15% N	R3	M	61	15% K	R1	BB
23	15% N	R3	W	62	15% K	R1	M
24	15% N	R3	FLA	63	15% K	R1	W
25	0P	R1	BB	64	15% K	R1	FLA
26	0P	R1	M	65	15% K	R2	BB
27	0P	R1	W	66	15% K	R2	M
28	0P	R1	FLA	67	15% K	R2	W
29	0P	R2	BB	68	15% K	R2	FLA
30	0P	R2	M	69	15% K	R3	BB
31	0P	R2	W	70	15% K	R3	M
32	0P	R2	FLA	71	15% K	R3	W
33	0P	R3	BB	72	15% K	R3	FLA
34	0P	R3	M	73	0Ca	R1	BB
35	0P	R3	W	74	0Ca	R1	M
36	0P	R3	FLA	75	0Ca	R1	W
37	15% P	R1	BB	76	0Ca	R1	FLA
38	15% P	R1	M	77	0Ca	R2	BB
39	15% P	R1	W	78	0Ca	R2	M

continúa en página siguiente

Factores y niveles				Factores y niveles			
Trat	Fert.	Raza	Var.	Trat	Fert.	Raza	Var.
79	0Ca	R2	W	88	15% Ca	R1	FLA
80	0Ca	R2	FLA	89	15% Ca	R2	BB
81	0Ca	R3	BB	90	15% Ca	R2	M
82	0Ca	R3	M	91	15% Ca	R2	W
83	0Ca	R3	W	92	15% Ca	R2	FLA
84	0Ca	R3	FLA	93	15% Ca	R3	BB
85	15% Ca	R1	BB	94	15% Ca	R3	M
86	15% Ca	R1	M	95	15% Ca	R3	W
87	15% Ca	R1	W	96	15% Ca	R3	FLA

Trat: Tratamiento, Fert: Fertilización, var: Variedad

#### 4. Resultados y discusión

**Severidad de la enfermedad.** Se evaluaron cuatro elementos minerales, las distintas razas de FOL, para conocer su efecto en la severidad de FOL en cuatro variedades de tomate saladette, en base a los niveles de daño de (0-4) establecido por Marlatt (1998), los fertilizantes bases son, Nitrato de potasio  $\text{KNO}_3$ , Nitrato de calcio  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , fosfato mono potásico  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , sulfato de potasio  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , cloruro de calcio  $\text{CaCl}_2$  y cloruro de potasio  $\text{KCl}$ . La severidad de la fusariosis vascular causada por FOL ( $p < .0001$ ) se presentó con menor incidencia en los tratamientos 5, 25, 29, 17, 85, y 53 como se muestra en el Cuadro 2. Estos tratamientos están compuestos por la combinación de los tres factores y sus niveles. En el tratamiento con la fertilización compuesta por calcio en la cual se aumentó el 15% presentó una disminución de la severidad de la enfermedad. Woltz *et al.* (1992), encontraron que al incrementar el calcio, la enfermedad de FOL se redujo, ya que se encuentra un adecuado contenido del calcio en el tejido de la planta de tomate el cual reduce las enzimas que degradan las paredes celulares producidas por FOL. Según Lawrence en (2007), comentó que la aplicación nitrato de calcio reduce la incidencia de la enfermedad llamada pudrición sureña causada por *sclerotium rolfsii* en el cultivo de zanahoria.

En el tratamiento cinco se presentó una incidencia mínima del patógeno FOL en la cual no se le aplicó N y esto coincide con lo que reportó Jones *et al.* (1989), encontró que el N no tiene influencia sobre el crecimiento de FOL o incrementar la incidencia siempre y cuando se establezcan niveles bajos de éste, manteniendo un nivel de 10 a 100  $\text{mg L}^{-1}$  N, pero ocurre lo contrario al incrementar la dosis de 125  $\text{mg L}^{-1}$  N.

La realización en equipo durante todo el curso de un proyecto en el cual los estudiantes practican los conceptos aprendidos, y pueden introducir de nuevos, es un fuerte estímulo para el autoaprendizaje, aparte de un escenario para poner en práctica las estrategias de trabajo en grupo y organización y coordinación del trabajo.

Teniendo en cuenta las características didácticas de las nuevas propuestas formativas, hemos contribuido al cambio de la metodología docente en el aprendizaje de la ingeniería gráfica.

La metodología expuesta se puede aplicar a otras asignaturas en las que el componente tecnológico haya incidido de forma apreciable en el corpus de la materia.

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable severidad de la enfermedad

Tratamiento	Media	Grupo			
81	3	a	7	1.667	abcd
11	2.6667	ab	63	1.667	abcd
93	2.6667	ab	55	1.667	abcd
95	2.6667	ab	31	1.667	abcd
9	2.50	abc	88	1	bcd
59	2.1667	abcd	16	1	bcd
69	2.1667	abcd	68	1	bcd
			6	1	bcd
57	2.1667	abcd	8	1	bcd
45	2.1667	abcd	66	1	bcd
			44	1	bcd
34	2	abcd	14	1	bcd
47	2	abcd	48	1	bcd
92	1.8333	abcd	50	1	bcd
94	1.8333	abcd	13	1	bcd
12	1.6667	abcd	36	1	bcd
35	1.6667	abcd	89	1	bcd
3	1.6667	abcd	22	1	bcd
			65	1	bcd
21	1.6667	abcd	56	1	bcd
91	1.6667	abcd	43	1	bcd
58	1.50	abcd	10	1	bcd
72	1.50	abcd	75	1	bcd
46	1.50	abcd	60	1	bcd
64	1.50	abcd	27	1	bcd
82	1.50	abcd	62	1	bcd
52	1.50	abcd	15	1	bcd
39	1.50	abcd	32	1	bcd
83	1.50	abcd	18	1	bcd
70	1.33	Abcd	84	1	bcd
49	1.33	abcd	78	1	bcd
87	1.33	Abcd	80	1	bcd
20	1.1667	abcd	74	1	bcd
42	1.1667	abcd	76	1	bcd
86	1.1667	abcd	90	1	bcd
26	1.1667	abcd	96	1	bcd
			28	1	bcd
33	1.1667	abcd	37	0.8333	bcd
19	1.1667	abcd	61	0.8333	bcd
79	1.1667	abcd	73	0.8333	bcd
			77	0.8333	bcd
			1	0.8333	bcd
			3	0.8333	bcd
			67	0.8333	bcd
			51	0.8333	bcd
			71	0.8333	bcd
			54	0.8333	bcd
			2	0.8333	bcd
			40	0.8333	bcd
			4	0.8333	bcd
			24	0.8333	bcd
			41	0.6667	cd
			38	0.6667	cd
			30	0.6667	cd
			53	0.50	d
			85	0.50	d
			17	0.50	d
			29	0.50	d
			25	0.3333	d
			5	0.3333	d

Tratamientos con letra distinta presentan diferencia significativa tukey  $\alpha= 0.05$ .

### 5. Conclusiones

El tratamiento 85 el cual se compone de 207 mg L<sup>-1</sup> Ca, la raza 1 de FOL y la variedad BB es conveniente aplicar dicha dosis para reducir la severidad de la enfermedad ocasionada por FOL. El tratamiento 17 está basado en 193 mg L<sup>-1</sup> N, la raza 2 de FOL y la variedad BB, es importante

para aplicarla para una baja severidad de FOL. Los tratamientos 5, 25, 29 y 53 son tratamientos a los cuales no se le aplico N, P y K respectivamente lo cual es conveniente si aplicarle dicho elemento a su dosis adecuada.

## Referencias

1. Blanco L. A., Aguirre M. C. (2002). Proteínas involucradas en los mecanismos de defensa de plantas. *Cinvestav. México*. 12: (003): 3-28.
2. Doyle J. J., Doyle J.L. (1987). A rapid DNA isolation procedure from small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem Bull* 19: 11–15.
3. Duffy, B. K., Défago G. (1999). Macro- and Microelement Fertilizers Influence the Severity of Fusarium Crown and Root Rot of Tomato in a Soilless Production System. Suiza. *Revista Hortscience* 34 (002): 287–29.
4. Faithfull, N. T. (2005). Métodos de análisis químico agrícola. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. 167p.
5. García E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM, México. 217p.
6. Islas, F. I., Minero, G. Y., James, C. A. (2005). Proteínas contra las infecciones de las plantas. *Revista Ciencia. México*. pp 64-74.
7. Jones, J.P., Engelhard, A.W., Woltz, S. S. (1989). Management of Fusarium wilt of vegetables and ornamentals by macro- and microelements, p.18–32. In: A.W. Engelhard (ed.). *Soilborne plant pathogens: Management of diseases with macroand microelements*. APS Press, St. Paul, Minn.
8. Lawrence, E. (2007). Mineral nutrition and plant disease. *American Phytopathological Society*. Datnoff, Minnesota, U.S.A. pp 55-105.
9. Marlatt, M., Correll, J. C. (1998). The occurrence of race 3 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* in Arkansas. *Phytopathology* 83: 1345.
10. Montes S., Aguirre J. R. (1992). Tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*). Cultivos marginados, Otra perspectiva de 1492. FAO, Roma: 115-120.
11. Munévar M. F. (2004). Relación entre la nutrición y las enfermedades de las plantas. Palmas, Colombia. 22 (002):172-178.
12. Rodríguez D.A., Montilla J.O. (2002). Disminución de la marchitez causada por Fusarium en tomate con extracto de *Citrus paradisi*. *Manejo Integrado de plagas (Costa Rica)*. 63:46-47.
13. Sepúlveda C. G. (2006). Enfermedades de las plantas y Nutrición mineral. Proyecto INNOVA CORFO 08CT11IUD-22. México.
14. Stevens, M.A. (1974). Varietal influence on nutrition value. White, P.L. (Eds.). *Nutritional qualities of fresh fruits and vegetables*. New York: 87-88.
15. Tello J. C., Lacasa A. (1988). La podredumbre del cuello y de las raíces", causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, nueva enfermedad en los cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) españoles. *Bol. San. Veg. Plagas*. 14 (002):307-312 Velasco V. V. 1999. Papel de la nutrición mineral en la tolerancia a las enfermedades de las plantas. Oaxaca, México. *Revista Terra*. 17 (003).194-200.
16. Woltz, S.S., Jones, J. P., Scott, J.W. (1992). Sodium chloride, nitrogen source, and lime influence Fusarium crown rot severity in tomato. *HortScience* 27:1087–1088.



## Rendimiento Y Peso Del Grano De Garbanzo Con Riego En Dos Fechas De Siembra

Padilla-Valenzuela Isidoro<sup>1</sup>, Acosta-Gallegos Jorge Alberto<sup>3</sup>, Fierros-Leyva Gustavo Adolfo<sup>2</sup>, Ortega-Murrieta Pedro Francisco<sup>2</sup>, Valenzuela-Herrera Víctor<sup>5</sup>, Rodríguez-Cota Franklin Gerardo<sup>4</sup>, Saucedo Acosta Raúl Hipólito<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Norman E. Borlaug [padilla.isidoro@inifap.gob.mx](mailto:padilla.isidoro@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>Campo Experimental Costa de Hermosillo

<sup>3</sup>Campo Experimental Bajío

<sup>4</sup>Campo Experimental Valle del Fuerte

<sup>5</sup>Campo Experimental Valle de Culiacán

### Resumen

Entre los factores agronómicos de manejo que afectan los rendimientos de grano, se tienen el adecuado manejo del agua de riego, fechas de siembra, el balance nutrimental y adecuada densidad de poblaciones de plantas, entre otros. El objetivo fue determinar el efecto de dos fechas de siembra en el rendimiento y peso del grano de ocho genotipos de garbanzo blanco en el sur de Sonora. Se probaron tres líneas avanzadas (HOGA 021, HOGA 067 y HOGA 2005-10-5); tres variedades comerciales; Blanco Sinaloa 92, Blanoro y Costa 2004) y dos nuevas variedades (Combo 743 y Blancoson), con riego restringido en dos fechas de siembra (12 de diciembre de 2017 y 12 de enero de 2018). Se utilizó un diseño de parcelas divididas donde la parcela grande fueron las fechas y la parcela chica las variedades. Se determinó el rendimiento de origen, rendimiento de exportación y calibre de origen. En la fecha de enero de 2018 se obtuvo el mayor rendimiento de origen, pero el menor peso de semilla. Se determinó que el retraso en la fecha de siembra incrementó la expresión del rendimiento de origen, pero se redujo el tamaño de la semilla. En la fecha de diciembre de 2017 la variedad Blanoro y la línea HOGA 067 registraron el mayor rendimiento neto con 1.859 y 1.741 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente. La variedad Blanoro produjo mayor calibre (47 granos/30g) en diciembre y en promedio de fechas destacó HOGA 067 con 50 granos/30g.

**Palabras clave:** Variedades, rendimiento, calibre, clima.

### Abstract

Among the agronomic management factors that affect grain yield, includes adequate management of irrigation water, planting dates, nutritional balance and adequate density of plant populations, and others. The objective of this study was to determine the effect of two sowing dates on the yield and grain quality of eight white chickpea genotypes in southern Sonora. Three advanced lines (HOGA 021, HOGA 067 and HOGA 2005-10-5); three commercial varieties; Blanco Sinaloa 92, Blanoro and Costa 2004) and two new varieties (Combo 743 and Blancoson) were evaluated with restricted irrigation on two sowing dates (December 12, 2017 and January

12, 2018). A split plot design was used where the large plot were the dates and the genotypes arranged in the small plot. Gross yield, export yield and grain size were determined. On the date of January 2018, the highest gross yield was obtained, but the lowest seed weight was observed. It was determined that the delay in the sowing date increased the expression of the gross yield, but the size of the seed was reduced. On the date of December 2017, Blanoro cv. and the HOGA 067 line registered the highest net yield with 1.859 and 1.741 ton ha<sup>-1</sup>, respectively. The variety Blanoro produced greater grain size (47 grains / 30g) in December and on average dates outstand HOGA 067 with 50 grains / 30g.

**Keywords:** Varieties, yield, seed size, weather.

## 1. Introducción

En el noroeste de México en los últimos 5 años se han sembrado en promedio 87,744 hectáreas de garbanzo, y en Sonora 26,439. El rendimiento promedio a nivel regional fue de 1.708 ton ha<sup>-1</sup> y en el estado de Sonora se obtuvieron 1.935 t ha<sup>-1</sup>. Dentro de los factores agronómicos de manejo del cultivo que afectan los rendimientos de grano, se tienen el adecuado manejo del agua de riego, fechas de siembra, el balance nutrimental y el adecuado uso de poblaciones de plantas por hectárea, entre otros (Morales, Ortega, Castillo y Montoya, 2004). Las condiciones predominantes durante el ciclo de desarrollo del cultivo proporcionan una gran variación de climas, tipos de suelo y sistemas de producción que permiten cultivar garbanzo con buen rendimiento y la calidad de grano que exige el mercado internacional, sin embargo, dicha producción está sujeta a las variaciones del clima que se presenta año tras año y que modifica en gran medida el potencial de rendimiento de las variedades, su ramificación, ciclo vegetativo y período de floración entre otras características (Salinas y Manjarrez 2006). El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de dos fechas de siembra en el rendimiento y calidad de grano de ocho genotipos de garbanzo blanco en condiciones de riego restringido en el sur de Sonora.

## 2. Materiales y métodos

Se evaluaron dos fechas de siembra: 12 de diciembre de 2017 y 12 de enero 2018: tres líneas avanzadas (HOGA 021, HOGA 067 y HOGA 2005-10-5); tres variedades comerciales; Blanco Sinaloa 92, Blanoro y Costa 2004) y dos nuevas variedades (Combo 743 y Blancoson), con riego restringido (1 a 2 riegos ligeros de 4 a 5 mm de lámina en surcos alternados), en el Sitio Experimental Valle del Mayo, Sonora (109° 30' W y 27° 00' N, 39 msnm). Se utilizó un diseño de parcelas divididas donde la parcela grande fueron las fechas y la parcela chica las variedades, que se ubicaron en unidades de cuatro surcos de 6 m de largo por 0.8 m de ancho, en cuatro repeticiones. Al cultivo se le aplicó el manejo agronómico recomendado por INIFAP para la región excepto el riego. Además del riego, se registraron 61 mm de lluvia. Las variables climáticas se registraron en una estación automatizada ubicada a 20 m del lote experimental. Se midieron las variables rendimiento de origen, rendimiento de exportación y calibre de origen, las cuales fueron analizados estadísticamente (Olivares, 2015) y las medias fueron separadas por DMS (0.05).

### 3. Resultados y discusión

No se observó diferencia en el rendimiento de origen promedio entre ambas fechas, pero sí en las variedades dentro de cada fecha y su interacción. El mayor rendimiento de origen se observó en la segunda fecha de siembra donde la línea HOGA 067 produjo 2.287 ton ha<sup>-1</sup> y el más bajo se registró en la primera fecha donde la nueva variedad Blancoson rindió 1.640 ton ha<sup>-1</sup> (Cuadro 1). Todas las variedades incrementaron su producción a través de fecha, pero la mayor respuesta se observó con las líneas HOGA 021, HOGA 067, y Blancoson, con diferencias de 0.345, 0.461 y 0.347 ton ha<sup>-1</sup> en ese orden, respecto de la primera fecha. La interacción detectada se debió a las variedades Combo 743, Blanco Sinaloa 92 y a la línea HOGA 2005-10-5. De acuerdo con Ortega *et al.* (2013), las variedades mejoradas como Blanoro, tienen potencial para producir 4.1 ton ha<sup>-1</sup> de rendimiento de origen y calibre de 41 a 48 grano/30g, en condiciones óptimas de clima y manejo. Se ha reportado que las fechas de siembra más favorables para garbanzo en el sur de Sonora se ubican entre el 15 de noviembre al 15 de enero (Padilla *et al.* 2013). Las precipitaciones registradas durante el periodo de floración y formación de vainas (60 a 76 dds) y largos periodos de nublados, lloviznas (11 mm) y temperaturas mínimas de 8 a 2 °C, afectaron el proceso de amarre del fruto. Según Nayyar, Kaur, Kumar y Upadhyaya (2007) el garbanzo es muy sensible a temperaturas por debajo de 15 °C durante la etapa reproductiva particularmente tipo Kabuli, donde el número de vainas decreció en 54.3% y el rendimiento de planta (g) se redujo en 45.9% debido a limitaciones en el transporte de sacarosa, calcio, fósforo y fierro al grano.

El mayor rendimiento de neto se observó en la fecha de diciembre donde la variedad Blanoro produjo 1.859 ton ha<sup>-1</sup> y el más bajo se registró en enero donde la variedad Blancoson rindió 0.687 ton ha<sup>-1</sup> (Cuadro 2). Todas las variedades redujeron su producción en esta fecha; sin embargo, la mejor respuesta se encontró con las variedades Blanoro y Blanco Sinaloa en siembra de diciembre con 1.859 y 1.741 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente, mientras que la interacción más intensa bajo las condiciones del estudio, se registró con Blanoro que redujo en 55.4% (0.829 ton ha<sup>-1</sup>) el rendimiento neto. El rendimiento neto, está directamente relacionado al tamaño del grano y el momento en que inicia la floración es determinante en esta variable. La inducción del amarre temprano de las cápsulas puede ser una estrategia primaria (Kumar y Abbo, 2001) para aumentar el periodo de llenado del grano y con ello incrementar el rendimiento neto, y alterando la fecha de siembra permite un periodo más largo de reproducción lo que lleva a la formación de un mayor número de cápsulas en el tallo principal (Or, Hovav y Abbo, 1999).

Cuadro 1. Rendimiento de origen (ton ha<sup>-1</sup>) de ocho genotipos de garbanzo blanco con riego restringido en dos fechas de siembra, en el Valle del Mayo, Sonora. INIFAP 2018

Línea o variedad	12 de diciembre 2017	12 de enero 2018	Media (Vars.)	Interacción Fecha x Variedad	Diferencia
HOGA 021	1.736 c <sup>+</sup>	2.081 ab	<b>1.908</b>	**	345
COMBO 743	1.866 bc	1.797 c	<b>1.831</b>		0.069 (-)
HOGA 067	1.826 c	2.287 a	<b>2.056</b>	**	461
BLANCOSON	1.640 c	1.987 bc	<b>1.814</b>	**	347
HOGA 2005-10-5	2.147 a	2.026 bc	<b>2.086</b>		0.121 (-)
COSTA 2004	1.802 c	2.023 bc	<b>1.912</b>		221
BLANORO	2.111 ab	1.892 bc	<b>2.001</b>		219
BLANCO SINALOA 92	2.162 a	2.137 ab	<b>2.149</b>		0.025 (-)
<b>Media (Fechas)</b>	<b>1.911 ns<sup>++</sup></b>	<b>2.028 ns</b>			

DMS entre fechas (0.05)=0.297; DMS vars a través de fechas (0.05) = 0.246; DMS dentro de vars. (0.05)=0.246

(+) Medias con igual letra en el sentido de las columnas no son diferentes (p<0.05)

(++) Medias con igual letra en el sentido de las hileras no son diferentes (p<0.05)

\*\* Significativo (p> 0.05); ns, no significativo

Cuadro 2. Rendimiento neto (ton ha<sup>-1</sup>) de ocho genotipos de garbanzo blanco con riego restringido en dos fechas de siembra, en el Valle del Mayo, Sonora. INIFAP 2018

Línea o variedad	12 de diciembre 2017	12 de enero 2018	Media (Vars.)	Interacción Fecha x Variedad	Diferencia
HOGA 021	1.296 c <sup>+</sup>	1.525 a	1.410 b	**	229
COMBO 743	1.321 c	1.149 b	<b>1.235 c</b>	**	0.172 (-)
HOGA 067	1.495 b	1.087 b	<b>1.291 b</b>	**	0.410 (-)
BLANCOSON	1.081 d	0.687 c	<b>0.884 e</b>	**	0.394 (-)
HOGA 2005-10-5	1.299 c	0.828 c	<b>1.063 d</b>	**	0.471 (-)
COSTA 2004	1.374 bc	1.496 a	<b>1.435 b</b>		122
BLANORO	1.859 a	1.030 b	<b>1.445 b</b>	**	0.829 (-)
BLANCO SINALOA 92	1.741 a	1.503 a	<b>1.622 a</b>	**	0.238 (-)
<b>Media (Fechas)</b>	<b>1.433 a<sup>++</sup></b>	<b>1.163 b</b>			

DMS entre fechas (0.05)=0.164; DMS vars a través de fechas (0.05) = 0.170; DMS dentro de vars. (0.05)=0.164

(+) Medias con igual letra en el sentido de las columnas no son diferentes (p<0.05)

(++) Medias con igual letra en el sentido de las hileras no son diferentes (p<0.05)

\*\* Significativo (p> 0.05); ns, no significativo

El mayor calibre de origen se observó en la fecha de diciembre donde la variedad Blanoro produjo grano con calibre X (47 granos/30g) y el grano de menor calidad se registró en la fecha de enero donde la línea HOGA 2005-10-5 produjo grano con calibre 10 (60 granos/30g) (Cuadro 3). En promedio de variedades destacó significativamente la línea HOGA 067 con 50 granos/30g. En general, bajo las condiciones climatológicas y manejo de riego la mejor respuesta para calibre de grano se observó en la primera fecha de siembra, con la variedad Blanoro, lo cual coincide con el mejor rendimiento de exportación registrado por dicha variedad (Cuadro 2).

Cuadro 3. Calibre de exportación (granos/30 g) de ocho genotipos de garbanzo blanco con riego restringido en dos fechas de siembra, en el Valle del Mayo, Sonora. INIFAP 2018

Línea o variedad	12 de diciembre 2017	12 de enero 2018	Media (Vars.)	Interacción Fecha x Variedad	Diferencia
HOGA 021	52 ab <sup>+</sup>	56 c	54 a	**	4
COMBO 743	51 ab	55 cd	<b>53 b</b>	**	4
HOGA 067	48 cd	52 e	<b>50 c</b>	**	4
BLANCOSON	53 a	53 de	<b>53 b</b>		0
HOGA 2005-10-5	53 a	60 a	<b>56 a</b>		0
COSTA 2004	52 ab	57 bc	<b>54 a</b>		5
BLANORO	47 d	58 ab	<b>52 bc</b>	**	11
BLANCO SINALOA 92	50 bc	53 e	<b>51 bc</b>	**	3
<b>Media (Fechas)</b>	<b>51 b<sup>++</sup></b>	<b>55 a</b>			

DMS entre fechas (0.05)=0.237; DMS vars a través de fechas (0.05)= 2.571; DMS dentro de vars. (0.05)=2.337

(+) Medias con igual letra en el sentido de las columnas no son diferentes ( $p < 0.05$ )

(++) Medias con igual letra en el sentido de las hileras no son diferentes ( $p < 0.05$ )

\*\* Significativo ( $p > 0.05$ ); ns, no significativo

#### 4. Conclusiones

En condiciones de riego restringido, el retraso en la fecha de siembra incrementó la expresión del rendimiento de origen, pero se redujo el tamaño de la semilla. La variedad Blanoro y la línea HOGA 067 registraron la mejor respuesta en rendimiento neto promedio de 1.859 y 1.741 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, en fecha de diciembre. La variedad Blanoro produjo mayor calibre (47 granos/30g) en diciembre y en promedio de fechas destacó HOGA 067 con 50 granos/30g.

#### Referencias

1. Kumar, J. and Abbo S. 2001. Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid environments. Adv. Agron. 72.107-138.

2. Morales G., J.A., P.F. Ortega M., N. Castillo T. y L. Montoya C. 2004. Siembra y cosecha. *In*. El cultivo del garbanzo blanco en Sonora. L. J. Durón N., J.A. Morales G., P.F. Ortega M y L.A. Maldonado N. eds. Campo Exp. Costa de Hermosillo. INIFAP. Libro Técnico No. 6. p.65-76.
3. Nayyar, H., G. Kaur, S. Kumar and H.D. Upadhyaya. 2007. Low Temperature Effects On Chickpea Genotypes (*Cicer Arietinum* L): Probing Mechanisms Affecting Seed Reserves and Yield. *Agronomy and Crop Science* 193:336-344.
4. Olivares S. E. 2015. Programa de Análisis Estadístico. Versión 1.6. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L.
5. Or, E. R. Hovav and S. Abbo. 1999. A major gene for flowering time in chickpea. *Crop Sci.* 39:315-322.
6. Ortega M., P.F., P. Manjarrez S., G. Fierros L., R. A. Salinas P., I. Padilla V., E. Gutiérrez P. y N. Castillo T. 2013. Blanoro, nueva variedad de garbanzo para el noroeste de México. Simposio Nacional de Garbanzo. Memoria Técnica No. 33. INIFAP-Campo Experimental Costa de Hermosillo, pp. 32-41.
7. Padilla V. I., P.F. Ortega M., G.A. Fierros L., V. Valenzuela H., J. E. Ortiz E., J.A. Acosta G., S. Velarde F., F. G. Rodríguez C. y E. Gutiérrez P. 2013. Manejo agronómico del garbanzo en el Noroeste de México. Memoria I Simposio Nacional de Garbanzo. Publicación Técnica No 33. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora, pp. 94-11.
8. Salinas P., R.A. y P. Manjarrez S. 2006. Manejo agronómico del garbanzo. En: Primer encuentro regional de integrantes del sistema producto garbanzo en Sinaloa. Memoria Técnica No. 1. INIFAP, CIRNO. CEVACU, pp. 16-17.

## **Rendimiento Y Eficiencia En El Uso Del Agua Por El Olivo (*Olea Europaea L.*) En Función De Cuatro Tratamientos De Riego En El Valle De Guadalupe, B.C.**

Valenzuela-Solano César<sup>1</sup>, Hernández-Martínez Rufina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Calle del Puerto No. 375 Depto. 23, Fracc. Playa Ensenada, Baja California, México [valenzuela.cesar@inifap.gob.mx](mailto:valenzuela.cesar@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas, C.P. 22860, Ensenada, B.C. México

### **Resumen**

El 54% de la superficie nacional de olivo se encuentra establecida en Baja California la cual es atendida por 90 productores. Este importante sector enfrenta el reto de la escasez de agua para el riego causada por las bajas precipitaciones pluviales y el agotamiento de los mantos acuíferos. Por lo anterior se requieren estudios para conocer los efectos del déficit hídrico sobre la productividad y eficiencia en el uso del agua por el olivo. El objetivo del presente trabajo fue conocer los rendimientos y eficiencia del uso del agua por el cultivo del olivo en respuesta a cuatro programas de riego. Los tratamientos probados fueron: 1) 30% de la demanda hídrica del cultivo (30% Etc); 2) 40% Etc; 3) 50% Etc y 4) programa del productor (testigo). Los mayores rendimientos de frutos (16.14 ton ha<sup>-1</sup>) se alcanzaron con el tratamiento 50% de la Etc, en el que se aplicaron 2,665 m<sup>3</sup> ha de agua, mientras que las más bajas (9.33 t ha) correspondieron al tratamiento testigo donde se suministró un volumen de 2,080 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Los resultados mostraron que la mayor eficiencia en el uso del agua se consiguió con los tratamientos 30%, 40% y 50% Etc, con los cuales se requirieron en promedio 164 l de agua para obtener un kg de aceituna, mientras que con el del productor se requirieron 223 l/kg.

**Palabra clave:** riego goteo, eficiencia en uso, requerimiento riego.

### **Abstract**

Baja California, Mexico, has 54% of all olive trees planted in this Country. The lack of water for the irrigation of olive orchards is becoming a main problem to this industry. In order to find alternatives to improve water efficiency in the orchards in 2017 a field study was conducted. The results showed that the best fruit yield (16.14 ton ha<sup>-1</sup>) was achieved with the application of 50% (2,665 m<sup>3</sup> ha) of total water requirements of the crop during the growing season. The highest water efficiency was observed with the treatments 30%, 40% and 50% Etc. With these treatments a mean value of 164 l of water was required to produce 1 kg of fruits. The lowest efficiency was observed with the control treatment, with 223 l/kg of fruit.

**Key words:** drip irrigation, water use efficiency, water requirement.

## 1. Introducción

El 54% de la superficie nacional de olivo se encuentra establecida en Baja California (SIAP 2013) la cual es atendida por 90 productores. Este importante sector económico y social enfrenta el reto de la escasez de agua para el riego causada por las bajas precipitaciones pluviales y el agotamiento de los mantos acuíferos (CONAGUA, 2018). Por lo anterior se requieren estudios para conocer los efectos del déficit hídrico sobre la productividad y eficiencia en el uso del agua por el olivo. El objetivo del presente trabajo fue conocer los rendimientos y eficiencia del uso del agua por el cultivo del olivo en respuesta a cuatro programas de riego.

**2. Materiales y métodos.** El trabajo se realizó en un olivar del Valle de Guadalupe en el ciclo 2017, en un suelo de textura franco arcillo-arenoso, con Capacidad de Campo de 17.3% y Punto de Marchitamiento Permanente de 9.7%. Los tratamientos probados fueron los siguientes: 1) 30% de la demanda hídrica del cultivo (30% Etc); 2) 40% Etc; 3) 50% Etc y 4) programa del productor. Para la estimación de los volúmenes de agua de riego por aplicar en los tratamientos, se utilizaron los valores semanales acumulados de Evapotranspiración Potencial (ET<sub>o</sub>) generados a partir de los datos capturados en una estación climatológica automatizada. La estimación de la ET<sub>c</sub> se hizo a través de la fórmula:  $ET_c = ET_o \times K_c$ , donde  $K_c$  es el coeficiente del cultivo. El  $K_c$  utilizado durante el ciclo fue 0.65, el cual fue tomado de un estudio de riego realizado con olivo para producción de aceite en California (Beede y Goldhamer, 2005). El agua fue suministrada semanalmente a través de un sistema de riego por goteo, el cual consistió de dos mangueras a lo largo de la hilera de los árboles, con cuatro goteros por planta cada con uno con un gasto de 2 lt/h. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño al azar con cinco repeticiones. Cada unidad experimental constó de 6 árboles separados 4 m entre si y en hileras de 8 m de ancho (192 m<sup>2</sup>). La parcela útil estuvo conformada por los 3 árboles centrales de la parcela (96 m<sup>2</sup>). Para conocer los efectos de los programas de riego aplicados sobre las condiciones de humedad del suelo, se instalaron a 29 y 70 cm de profundidad sensores de tensión de humedad (Watermark Spectrum Technologies, Inc.) en cada tratamiento, los cuales fueron conectados a una mini-estación automática programada para tomar una lectura cada 60 minutos. Las variables evaluadas fueron: rendimientos de frutos, número de frutos por árbol y peso del fruto. La cosecha se realizó desde finales de octubre hasta la primera quincena de noviembre. Se realizó un seguimiento del contenido total de aceite en los frutos en cinco fechas de muestreo de septiembre a noviembre. Con los datos colectados se realizaron diferentes análisis estadísticos tales como regresiones y análisis de varianzas.

## 3. Resultados y discusión

Los mayores volúmenes de agua (2,665 m<sup>3</sup> ha) fueron aplicados en el tratamiento 50% Etc, mientras que los más bajos (2,080 m<sup>3</sup> ha) correspondieron al tratamiento del productor (Cuadro 1). El volumen de agua suministrado en el tratamiento del productor correspondió al 39% de la

demanda total del cultivo en el ciclo 2017. Los análisis estadísticos mostraron diferencias significativas para el rendimiento de frutos y el número de frutos por árbol. Los mayores rendimientos se lograron con el tratamiento 50% Etc con 16.14 ton ha de aceituna, mientras que los rendimientos más bajos se observaron en el testigo (productor) con 9.33 t ha.

Cuadro 1. Volúmenes de agua de riego aplicados y rendimientos de frutos de olivo. 2017

Tratamientos	Volumen aplicado (m <sup>3</sup> ha)	Rendimiento de frutos* ( t ha)	Frutos por árbol	Peso por Fruto (g)
30% Etc	1,885	11.48 b	16,606 b	2.25 a
40% Etc	2,011	12.39 b	18,523 b	2.18 a
50% Etc	2,665	16.14 a	28,294 a	2.05 a
Programa productor	2,080	9.33 c	11,117 c	2.74 a

\*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes a  $p < 0.05$ , prueba de DMS.

Los datos mostraron una tendencia ascendente en los rendimientos a medida que se incrementaron los volúmenes de agua aplicados. Este mismo efecto se observó para el número de frutos por árbol. Esta variable explico de manera significativa los rendimientos como se muestra en la Figura 1, donde se puede observar la relación tan estrecha que se presentó entre estas dos variables, con una  $R^2 = 0.8573$ .

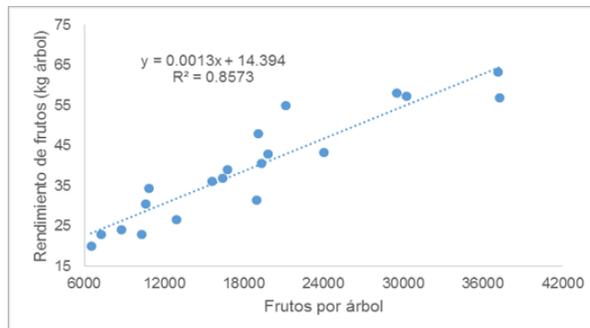


Figura 1. Relación entre frutos por árbol y rendimiento de frutos del olivo en 2017

En cuanto a los contenidos de aceite en los frutos, se observó una tendencia al alza con el paso del tiempo en todos los tratamientos (Figura 2). En el primer muestreo los contenidos en los cuatro tratamientos fueron muy parecidos, sin embargo, a partir del segundo muestreo y hasta el quinto, los contenidos fueron significativamente superiores en los tratamientos 30% Etc y el testigo, en relación a los tratamientos 40 y 50% Etc. Es importante señalar que los dos primeros tratamientos fueron los que dieron los rendimientos de frutos más bajos como consecuencia de una menor disponibilidad de agua. Esto pudo haber causado una mayor concentración de aceite

en los frutos como resultado de la falta de agua en los mismos. Sin embargo, debido a los menores rendimientos de frutos obtenidos en estos dos tratamientos, los volúmenes totales de aceite fueron más bajos que en los tratamientos 40 y 50% Etc. Esta situación ha sido reportada en estudios en California (Goldhamer y Beede 2005).

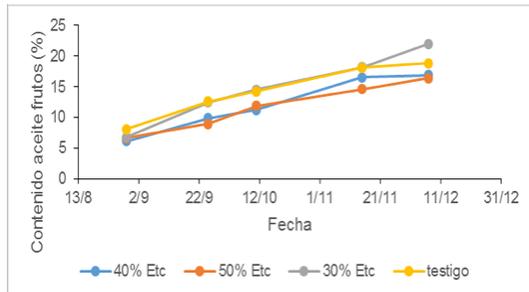


Figura 2. Dinámica del contenido de aceite en los frutos de olivo según fecha de muestreo 2017

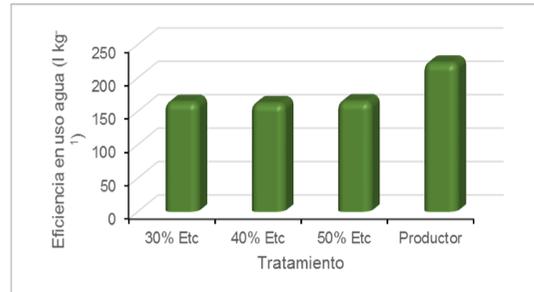


Figura 3. Eficiencia en el uso del agua por el cultivo del olivo en 2017

#### 4. Conclusiones

1. Las mayores producciones (16.14 ton ha de aceituna) se alcanzaron con el tratamiento 50% Etc donde se aplicaron 2,665 m<sup>3</sup> ha, mientras que las más bajas (9.33 t ha) correspondieron al tratamiento control del productor donde se suministró un volumen de 2,080 m<sup>3</sup> ha. La variable de rendimiento que explicó los resultados fue el número de frutos por árbol.

2. Los tratamientos con mayor estrés hídrico (30% Etc y testigo) dieron frutos con contenidos de aceite significativamente superiores a aquellos de tratamientos con menor estrés hídrico.

3. La mayor eficiencia en el uso del agua se logró con los tratamientos 30%, 40% y 50% Etc. Con estos se requirió un promedio 164 l de agua para obtener un kg de frutos, mientras que con el testigo se requirieron 223 l/kg.

#### Referencias

1. Beede, R.H., y Goldhamer, D. A. (2005). Olive irrigation management. In: Olive Production Manual. Second Edition. University of California. Pub. 3353.
2. CONAGUA. (2018). Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. 04/01/2018
3. Goldhamer, D.A., y R.H. Beede, R.H. (2005). Effects of water stress on olive tree performance. In: Olive Production Manual. Second Edition. University of California. Pub. 3353.
4. SIAP. (2013). Cierre de la producción agrícola por Estado. SAGARPA. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>

---

**Área temática: Biotecnología**



## Actividad Antibacteriana *In Vitro* De Un Cultivo Celular De *Buddleja Cordata* Contra *Staphylococcus Aureus*

Cejudo-González Carol Cristina<sup>1</sup>, Ensastegui-Vazquez Elizabeth<sup>1</sup>, Zepeda-Gómez Carmen<sup>1</sup>, Cruz-Sosa Francisco<sup>2</sup>, Velázquez-Ordoñez Valente<sup>3</sup>, Burrola-Aguilar Cristina<sup>4</sup>, Estrada- Zúñiga María Elena<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias

<sup>2</sup>Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

<sup>3</sup>Centro de Investigación en Salud Animal-Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México [cgg752@gmail.com](mailto:cgg752@gmail.com)

<sup>4</sup>Centro de Investigación en Recursos Bióticos-Facultad de Ciencias

### Resumen

*Buddleja cordata* es una planta distribuida en México a la que se le atribuyen propiedades antisépticas, analgésicas, antibacterianas, entre otras; dichas propiedades se deben a la presencia de metabolitos secundarios (MS). La producción de los MS puede ser controlada en cultivos celulares (CC); en *B. cordata*, un CC produjo MS tipo fenilpropanoide, incluyendo verbascósido, el cual se ha reportado como antibacteriano contra *Staphylococcus aureus*. Esta bacteria puede representar un severo problema de salud pública ya que puede desarrollar multiresistencia a antibióticos. Los extractos de hoja y el CC de *B. cordata* podrían ser fuente de agentes antibacterianos contra *S. aureus*. En el presente trabajo se evaluaron extractos de hoja y de un CC a diferentes concentraciones (50-350 µg/ml) empleando el método Kirby-Bauer frente a la cepa de *S. aureus* ATCC 25923. Los extractos metanólicos del CC y de hojas de *B. cordata* tuvieron un efecto antibacteriano sobre *S. aureus*, presentando un porcentaje de inhibición del 41.5 a 62.3% (estadísticamente no hubo diferencias entre ambos extractos a las diferentes concentraciones). Es probable que los extractos de *B. cordata* contengan otros MS que contribuyan a su potencial antibacteriano. Los extractos de hoja y CC de *B. cordata* podrían representar una fuente de agentes antibacterianos contra *S. aureus*.

**Palabras clave:** resistencia a antibióticos, cultivos in vitro, verbascósido.

### Abstract

*Buddleja cordata* is a plant distributed in Mexico. It has been attributed with several medicinal properties such as antiseptic, analgesic, antibacterial, among others. These properties are due to the presence of secondary metabolites (SM). The production of SM can be controlled in cell cultures (CC); it has been reported that a CC of *B. cordata* produced SM (type phenylpropanoid, including verbascoside: VB). This SM has shown antibacterial effect against *Staphylococcus aureus*, a bacteria able to develop multi-resistance to antibiotics, thus might represent a public health problem. Extracts of the leaves and CC of *B. cordata* could be a source of antibacterial agents against *S. aureus*. In the present work, an extract from leaves or CC was tested at different concentrations (50-350 µg/ml) against *S. aureus* ATCC 25923 by using the Kirby-Bauer method.

The methanolic extract of the CC and leaves of *B. cordata* had an antibacterial effect on *S. aureus*, showing a percentage of inhibition of 41.5 to 62.3% (statistically no different). It is likely that extracts of *B. cordata* contain other SM that contributes to their antibacterial potential. Extracts from leaves and CC of *B. cordata* could represent a source of antibacterial agents against *S. aureus*.

**Key words:** antibiotic resistance, in vitro culture, verbascoside.

## 1. Introducción

Los metabolitos secundarios (MS) son componentes del metabolismo vegetal que juegan un papel muy importante en la interacción planta-entorno. Se agrupan en cuatro clases principales: terpenos, compuestos fenólicos, alcaloides y glicósidos (Ávalos-García y Pérez-Urria, 2009) y su producción en la planta es menor al 1%. Su presencia se relaciona con las propiedades medicinales de diversas plantas, dentro de las que se puede destacar la antibacteriana contra *Staphylococcus aureus*. Esta bacteria es de gran importancia sanitaria a nivel mundial, pues es un patógeno frecuente en infecciones humanas y animales (cutáneas superficiales, de tejidos blandos y osteo-articulares e infecciones profundas y de tejidos glandulares). Puede provocar grandes pérdidas económicas (Sakwinska *et al.*, 2011) y las infecciones que provoca pueden alcanzar una gravedad extrema bajo condiciones hospitalarias ya que el frecuente empleo incontrolado de antibióticos ha propiciado que la bacteria desarrolle multiresistencia a antibióticos (Isnansetyo, Horikawa y Kamei, 2001). Las plantas constituyen una alternativa a la búsqueda de nuevos agentes antibacterianos que contribuyan al desarrollo de nuevos fármacos contra *S. aureus* (Nicolaou, Hughes, *et al.*, 2001). *Buddleja cordata* puede ser una especie importante en la búsqueda de agentes antimicrobianos contra *S. aureus*; se ha reportado que el VB posee un efecto antibacteriano frente *S. aureus* cuyo mecanismo de acción radica en la inhibición de la producción de proteínas (Avila *et al.*, 1999). A esta planta se le reconocen propiedades cicatrizantes, antifúngicas, eupépticas, diuréticas, analgésicas, efectos sedantes y antisépticos (Ortiz, 1996), las cuales se relacionan con la presencia de diferentes MS, tales como flavonoides (linarina, luteolina y quercetina) (Martinez-Vázquez, *et al.*, 1998), el iridoide aucubina (Houghton y Mensah, 1999) y el fenilpropanoide VB (Avila *et al.*, 1999). Dada la función de los MS en las plantas, su producción es variable, ante lo cual el cultivo *in vitro* constituye una importante herramienta biotecnológica en la producción de MS, ya que permite crecer de manera aséptica células, tejidos y órganos bajo un control de las condiciones físico-químicas, haciendo posible la manipulación y la producción de MS (Georgiev, Weber y Maciuk, 2009). Los cultivos *in vitro* de *B. cordata* han demostrado ser capaces de producir MS tipo fenólico; el VB fue producido como compuesto mayoritario en un cultivo de células en suspensión, siendo su concentración significativamente superior a la determinada en la planta completa (Estrada-Zúñiga, *et al.*, 2009). Sin embargo, aún están faltando investigaciones sobre el efecto antibacteriano contra *S. aureus* de los cultivos celulares de *B. cordata*.

## 2. Materiales y métodos

Extractos metanólicos provenientes de biomasa seca de cultivos celulares y hoja de *B. cordata* fueron donados por el laboratorio de Cultivo *in vitro* y Fitoquímica del CIRB-UAEMéx. Los extractos fueron preparados para obtener concentraciones 50-350 µg/ml; se empleó la mezcla MeOH y dimetilsulfóxido (DMSO) (relación 95:5) como diluyente. El ensayo antimicrobiano *in vitro* se basó en la metodología descrita por Echeverría-Medina *et al.* (2017) con algunas adaptaciones. El ensayo empleó el método Kirby-Bauer frente a la cepa de *S. aureus* ATCC 25923. Se preparó el inóculo en caldo tripticasa soya y se ajustó a 0.5 en escala McFarland. Posteriormente, mediante estría masiva, se inocularon placas de agar Mueller Hinton y se colocaron unidiscos de papel filtro, impregnados con 10 µl de muestra. Se empleó vancomicina (1µg/disco) como control positivo de inhibición, el diluyente como blanco, y agua estéril como control negativo. Todos los cultivos se incubaron a 37°C por 24 horas, tiempo en el que se determinó el halo de inhibición provocado por los controles, extractos y blanco. Se determinó la inhibición del crecimiento bacteriano expresado como porcentaje de inhibición respecto al control positivo: (Diámetro halo del extracto-Diámetro halo blanco)/(Diámetro halo control positivo-Diámetro halo blanco) \* 100. Todos los experimentos se realizaron por triplicado y fueron sujetos a un ANOVA con  $p > 0.05$ .

## 3. Resultados y discusión

Los extractos metanólicos del cultivo celular y hojas de *B. cordata* tuvieron un efecto antibacteriano sobre *S. aureus*, presentando en términos generales un porcentaje de inhibición de 41.5 a 62.3% (estadísticamente no hubo diferencias entre ambos extractos a las diferentes concentraciones) (Figura 1).

Ávila y col., (1999) (Avila *et al.*, 1999) reportaron que el VB tiene un efecto bacterioestático cuando se aplica a concentraciones iguales o más bajas a la concentración mínima inhibitoria (MIC; a 400 µg/ml). La MIC es la concentración más baja de un compuesto que inhibe el crecimiento bacteriano, provocando que no ocurra turbidez en el medio de cultivo. Mientras que la concentración de 800 µg/ml fue equivalente a la concentración mínima bactericida (MBC) (Avila *et al.*, 1999), es decir demuestra la concentración más baja del agente antimicrobiano que provoca la muerte de la bacterias. Los resultados obtenidos en el presente trabajo posiblemente se relacionen con un efecto bacterioestático, y es deseable continuar investigaciones para determinar la MIC y la MBC. Asimismo, dado que los cultivos bacterianos mostraron turbidez a la concentración más baja evaluada de los extractos, es probable que la MIC se encuentre en valores  $< 50$  µg/ml, indicando la potencia de los mismos. Dicho efecto inhibitorio sobre el crecimiento de *S. aureus* puede atribuirse al VB y otros MS presentes en el extracto (e.g. compuestos fenólicos). Se ha reportado que los polifenoles de hojas de aguacate mexicano fueron los responsables de inhibir *S. aureus* resistente al antibiótico metilicina, siendo su MIC de 116 µg/ml y la MBC de 133 µg/ml (García-Moreno *et al.*, 2017).

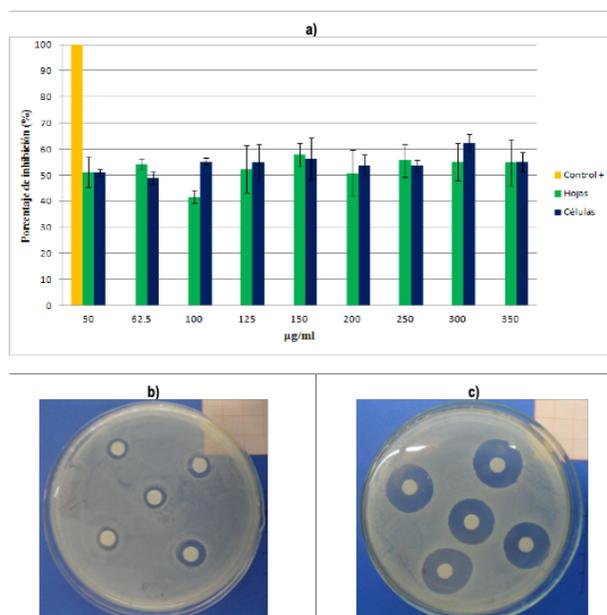


Figura 1. Efecto antibacteriano de extractos de hoja y un cultivo celular de *B. cordata* contra *S. aureus* ATCC 25923. a) Porcentajes de inhibición de extractos; b) halo de inhibición formado por extracto de *B. cordata*; c) halo de inhibición formado por vancomicina

#### 4. Conclusiones

Los extractos de hojas y del cultivo celular (50-350 µg/ml) de *B. cordata* inhibieron el crecimiento de *S. aureus* en porcentajes cercanos al 50% respecto a vancomicina.

#### Referencias

- 1.Ávalos García, A.; Pérez Urria E. (2009) Metabolismo secundario de plantas. *Reduca*, 2(3), 119-145. Recuperado de [https://eprints.ucm.es/9603/1/Metabolismo\\_secundario\\_de\\_plantas.pdf](https://eprints.ucm.es/9603/1/Metabolismo_secundario_de_plantas.pdf)
- 2.Sakwinska, O.; Morisset, D.; Madec, J.; Waldvogel, A.; Moreillon, P.; Haenni, M. (2011). Link between genotype and antimicrobial resistance in bovine mastitis-related *S. aureus* strains, determined by comparing Swiss and French isolates from the Rhone Valley. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(10), 3428-3432. doi: 10.1128/AEM.02468-10
- 3.Isnansetyo, A.; Horikawa, M.; Kamei, Y. (2001). In vitro anti-methicillin-resistant *S. aureus* activity of 2, 4-diacetylphloroglucinol produced by *Pseudomonas* sp. AMSN isolated from a marine alga. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 47(5), 724-725. Recuperado de <https://academic.oup.com/jac/article/47/5/724/858547>

4. Nicolaou, K.; Hughes, R.; Pfefferkorn, J.; Barluenga, S.; Roecker, A. (2001). Combinatorial synthesis through disulfide exchange: discovery of potent psammoplins A type antibacterial agents active against MRSA. *European Journal of Inorganic Chemistry*, 7(19), 4280-4295. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1521-3765%2820011001%297%3A19%3C4280%3A%3AAID-CHEM4280%3E3.0.CO%3B2-3>
5. Avila, J. G.; De Liverant, G. J.; Martínez, A.; Martínez, G.; Muñoz, J. L.; Arciniegas, A.; Romo de Vivar, A. (1999) Mode of action of *Buddleja cordata* verbascoside against *Staphylococcus aureus*. *Journal of Ethnopharmacology*, 66(1), 75-78. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10432210>
6. Ortiz, Z. (1996) *Actividad antibacteriana de la raíz de Buddleia cordata*. (Tesis licenciatura) Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
7. Martínez Vázquez, M.; Ramírez Apan, T. O.; Lastra, A. L.; Bye, R. (1998) A comparative study of the analgesic and anti-inflammatory activities of pectolinarin isolated from *Cirsium subcoriaceum* and linarin isolated from *Buddleia cordata*. *Planta Médica*, 64(2), 134-137. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9525105>
8. Houghton, P. J.; Mensah, A. Y. (1999) Biologically active compounds from *Buddleja* species. *Phytochemicals in Human Health Protection, Nutrition, and Plant Defense*, 33(13), 344-366. Recuperado de [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-4689-4\\_13](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-4689-4_13)
9. Georgiev, M. I.; Weber J.; Maciuk, A. (2009) Bioprocessing of plant cell cultures for mass production of targeted compounds. *Applied Microbiology Biotechnology*, 83(5), 809-823. doi: 10.1007/s00253-009-2049-x
10. Estrada-Zúñiga, M. E.; Cruz-Sosa, F.; Rodríguez-Monroy, M.; Verde-Calvo, J. R.; Vernon Carter, E.J. (2009) Phenylpropanoid production in callus and cell suspension cultures of *Buddleja cordata* Kunth. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 97, 39-47. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11240-009-9496-z>
11. Echeverría Medina, M. F.; Adeniyi Alaba, P.; Estrada-Zúñiga, M. E.; Velázquez-Ordoñez, V.; Barbosa-Pliego, A.; Salem, M. Z. M.; Alonso-Fresán, M. U.; Camacho-Díaz, L. M.; Salem, A. Z. M. (2017) Anti-staphylococcal properties of four extracts against sensitive and multi-resistant bacterial strains isolated from cattle and rabbits. *Microbial Pathogenesis*, 113, 286-294. doi: 10.1016/j.micpath.2017.10.053
12. García-Moreno, M. A.; de la Garza-Ramos, M. A.; Martínez-Ávila, C. G. C.; Gutiérrez-Díez, A.; Ojeda-Zacarias, Ma. del C.; Aguirre-Arzola, V. E. (2017) Inhibición de la expresión del sistema agr de *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina mediante el uso de polifenoles totales de hojas de aguacate mexicano (*Persea americana* var. *drymifolia*). *Nova Scientia*, 9(18), 200-221. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2033/203350918012.pdf>



## Identificación Molecular De Biotipos De *Spodoptera Frugiperda* (Smith, 1797), En Cultivos De Importancia Económica En México

Jesús Alicia Chávez-Medina<sup>1</sup>, Gabriela Lizbeth Flores Zamora<sup>1</sup>, Cristino Baruch Garcia Negroe<sup>3</sup>, Sandra Pérez Álvarez<sup>2</sup>, Cipriano García Gutiérrez<sup>2</sup>, Píndaro Álvarez Ruiz<sup>1</sup>, José Luis Martínez Carrillo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CIIDIR-IPN, Unidad Sinaloa, Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, Guasave, Sinaloa, México CP 81101

<sup>2</sup>ITSON, 5 de Febrero No. 818 Sur, Centro, Ciudad Obregón, Sonora, México CP 85000

<sup>3</sup>COBAES, Carretera Culiacán - Los Mochis km 165.5, Ejido el Tajito, Guasave, Sinaloa, Mexico [alchavez@ipn.mx](mailto:alchavez@ipn.mx)

### Resumen

*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, es un insecto que se ha diferenciado genéticamente en dos biotipos denominados “maíz” y “arroz.” Debido a ello este estudio se enfocó en realizar una identificación molecular de los biotipos de *S. frugiperda* presentes en los cultivos de maíz y sorgo en diferentes regiones de México. La identificación se realizó mediante RFLP-PCR y secuenciación del gen COI mitocondrial a partir de larvas colectadas en los estados de Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Coahuila y Baja California. Los resultados mostraron que todos los insectos colectados y analizados mediante RFLP-PCR con la enzima *Msp I* y secuenciación, se encuentran dentro del biotipo maíz. Además, se observó que la presencia del biotipo maíz es consistente con la planta hospedera, pero dicha asociación no es absoluta. Se requieren más estudios para poder determinar exactamente la relación del biotipo con la planta hospedera.

**Palabras clave:** *Spodoptera frugiperda*, RFLP-PCR, Biotipos, *Msp I*.

### Abstract

*Spodoptera frugiperda* JE Smith, is an insect that has been genetically differentiated into two biotypes called "corn" and "rice." Given the existence of these biotypes, this study focused on carrying out a molecular identification of the *S. frugiperda* biotypes present in corn and sorghum crops in different regions of Mexico. The identification was made by RFLP-PCR and sequencing of the mitochondrial COI gene from larvae collected in the states of Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Coahuila and Baja California. The results showed that all insects collected and analyzed by RFLP-PCR with the *Msp I* enzyme and sequencing were within the maize biotype. Also was observed that the presence of the maize biotype is consistent with the host plant, but this association is not absolute. Further analysis is required to determine the relationship between the biotype and the host plant.

**Keywords:** *Spodoptera frugiperda*, RFLP-PCR, Biotypes, maize, *Msp I*.

## 1. Introducción

*Spodoptera frugiperda* JE (Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) es una de las principales plagas agrícolas en gran parte del hemisferio occidental (López-Edwards *et al.*, 1999), destacando en el cultivo de maíz, sorgo, arroz, algodón y pastos (García, Mosquera, Vargas y Rojas 2002) y diversas hortalizas (Andrews, 1980, Martinelli, Clark, Zucchi, Silva-Filho, Foster y Omoto 2007). Se han identificado dos biotipos de este insecto plaga que son indistinguibles morfológicamente, pero son reconocidos como posibles nuevas especies (Dres y Mallet, 2002) de plantas hospederas de maíz y arroz (Pashley, 1998), puesto que se encuentran con mayor frecuencia en ellos. Sin embargo, el biotipo de maíz, también se ha encontrado asociado a cultivos de sorgo y algodón, mientras que el biotipo de arroz a cultivos de arroz y pastizales (Pashley, 1998; Nagoshi y Meagher, 2003a; 2004).

Para la identificación de ambos biotipos se han utilizado técnicas moleculares que han sido ampliamente utilizadas en diversos países del continente americano y es particularmente útil en el manejo integrado de dicha plaga, ya que permite distinguir a las cepas aún después de un periodo de conservación y también permite determinar hábitos ecológicos de las poblaciones y sus mecanismos de aislamiento en diversos hábitats. Asimismo, la identificación de biotipos puede utilizarse como un método de protección de cultivos para el manejo de *S. frugiperda* porque permite definir técnicas de manejo para la resistencia (Clark, Molina-Ochoa, Martinelli, Skoda, Isenhour, Lee, Krumm, Foster, 2007; Martinelli *et al.*, 2007). México ocupa un lugar preponderante en producción de maíz a nivel mundial. Dicho cultivo es atacado por diversas plagas, siendo *S. frugiperda* la principal y la que causa mayores daños. El objetivo de este estudio consistió en la identificación molecular de biotipos de *S. frugiperda* en cultivos de importancia económica de México mediante RFLP-PCR y secuenciación.

## 2. Materiales y métodos: Recolección del insecto

Durante el ciclo agrícola 2015-2017, se colectaron al azar larvas del tercer al quinto instar de *S. frugiperda* en los principales campos de maíz (*Zea mays* L.) y de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) de los estados de Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Coahuila y Baja California. Los insectos colectados se preservaron en alcohol al 70% v/v con el etiquetado correspondiente y almacenados a -20°C.

## 3. RFLP – PCR del gen mitocondrial COI y Secuenciación

De la parte posterior y el primer segmento de las larvas se realizó la extracción de ADN, utilizando el método de Buffer CTAB, La identificación de los Biotipos (B. maíz - B. arroz), se realizó mediante la técnica de digestión enzimática con la enzima *Msp* I de los productos de PCR (RFLP-PCR), la cual permite obtener 2 patrones de bandeos, diferenciando así los biotipos de *S. frugiperda*. Para verificar y comparar genéticamente la identidad de las secuencias amplificadas se realizó un árbol de Neighbor – Joining, donde se observó que las secuencias de referencias del gen COI de *S. frugiperda* obtenidas del GenBank se unan a las secuencias amplificadas en este

trabajo, confirmando así la identidad taxonómica del material biológico utilizado en esta investigación. Las secuencias obtenidas fueron editadas manualmente con Bioedit (Hall 1999) y alineadas con el algoritmo Clustal W en el programa Mega 4.0 Los árboles de Neighbor - Joining se realizaron para visualizar y comparar la similitud genética entre los biotipos obtenidos y los reportados por otros autores (Vélez-Arango, Arango, Villanueva, Aguilera G., Saldamando 2008).

#### 4. Resultados y discusión

Se logró amplificar el fragmento de 569pb en todas las muestras analizadas del gen mitocondrial COI de *S. frugiperda* con los primers JM76 F/ JM77R en los insectos colectados de los cultivos de maíz y sorgo de los diferentes estados. 125 insectos colectados en maíz y 100 en el cultivo de sorgo en Sinaloa fueron analizadas, 80 muestras de insectos en maíz y 30 en sorgo de Sonora, 30 insectos de maíz de Chihuahua, 30 insectos en maíz de Baja California y 20 insectos en maíz de Coahuila (Figura 1 y Cuadro 1).

En general, los resultados de esta investigación coinciden con los obtenidos por Vélez-Arango *et al.* (2008) y Murúa, Nagoshi, Dos Santos, Hay-Roe, Meagher, and Vilardi (2015), donde ellos encuentran una asociación entre la planta y el hospedero, por lo que el biotipo maíz es principalmente encontrado en cultivo de maíz, seguido por sorgo; sin embargo, es importante tener en cuenta la asociación a la planta huésped en el biotipo de maíz y en el biotipo arroz no es exclusiva, debido a que el biotipo arroz también se puede encontrar en el cultivo de maíz, sorgo y pastos (Cañas-Hoyos *et al.*, 2014). Estos resultados indicaron que *S. frugiperda* biotipo maíz son consistentes en su preferencia por la planta hospedera de maíz (Murua 2015); sin embargo,

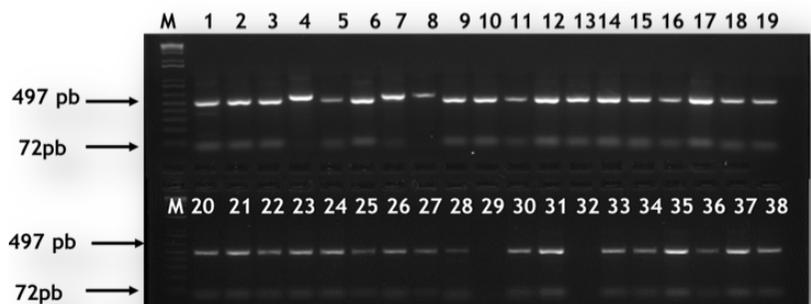


Figura 1. PCR-RFLP del gen COI (569 pb) y sus respectivas digestiones con la enzima *Msp I* (497 pb y 72 pb). Carriles 1-6 insectos en maíz de Sinaloa, carriles 7-12 Muestras de maíz de Sonora; Carriles 13-17 insectos de Chihuahua; carriles 18-23 insectos de maíz en Coahuila, carriles 24-29 insectos de baja california; 30-38 insectos en sorgo de Sinaloa y Sonora., que presentan digestión (biotipo de maíz). M: Marcador de Peso Molecular de 1kb plus (Invitrogen)

Cuadro 1. Biotipos de *S. frugiperda* en plantas de maíz y sorgo en diferentes estados de México

Estado	No de individuos colectados/ ind. analizados	Cultivo	Identificación mediante restricción con Msp I	
			Biotipo Maíz 997-72 (pb)	Biotipo Arroz 569 (pb)
Sinaloa	450/125	maíz	122	
	100/30	sorgo	30	0
Sonora	200/80	maíz	80	0
		sorgo	30	0
Chihuahua	50/30	maíz	30	0
Baja California	30/30	maíz	30	0
Coahuila	20/20	maíz	20	0

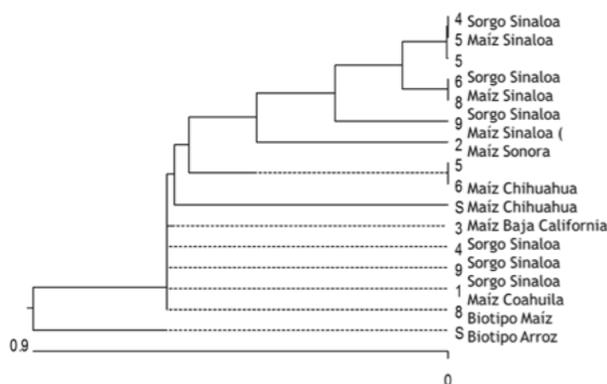


Figura 2. Árbol filogenético construido por el método de alineamiento de secuencias (CLUSTAL W) del gen COI mitocondrial de *S. frugiperda* obtenidos en este trabajo, y reportadas el GenBank por otros investigadores

también se ha encontrado este biotipo en cultivos de sorgo y algodón (Nagoshi *et al.* 2007, Vélez-Arango *et al.* 2008), para el caso del biotipo arroz, se ha reportado preferentemente en cultivos de arroz y en el pasto Bermuda (Pashley, 1986) (Cuadro 1 y Figura 2).

Las secuencias obtenidas de 569 pb de los insectos de *S. frugiperda* colectados en los diferentes estados mostraron una similitud del 99.2 al 98.9% con el biotipo Maíz reportado en Estados Unidos y Canadá, y un 97.3 a un 99.0% con el biotipo arroz, observándose una similitud más alta al biotipo maíz en los insectos colectados en Sinaloa y Coahuila (Figura 2).

## 5. Conclusiones

Mediante RFLP-PCR del gen *COI* se identificó al biotipo maíz en *S. frugiperda* colectados en maíz y sorgo. Se confirmó la presencia del biotipo maíz en *S. frugiperda* en cultivos de maíz y sorgo en Sinaloa, Sonora, Chihuahua y Baja California observándose una similitud entre 98 - 99.2% con biotipo maíz comparados con Canadá y EU.

## Referencias

1. Andrews, K. L. 1980. The whorlworm, *Spodoptera frugiperda*, in Central America and neighboring areas. *Florida Entomol.* 63: 456-467.
2. Clark, P. L., J. Molina-Ochoa, S. Martinelli, S. R. Skoda, D. J. Isenhour, D. J. Lee, J. T. Krumm, and J. E. Foster. (2007) Population variation of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in the western hemisphere. *Journal of Insect Science* 7: 1–10.
3. Drés, M. y J. Mallet. (2002). Host races in plant-feeding insects and their importance sympatric speciation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of Science.* 3 57: 471 - 492.
4. García F, Mosquera M., Vargas C., Rojas L. (2002) “Control biológico, microbiológico y físico de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) plaga del maíz y otros cultivos en Colombia”. *Rev. Colomb Entomol* 28: 53-60.
5. López Edwards, M., J. Hernández Mendoza, L. Pescador Rubio, A. Molina Ochoa, J. R. Lezma Gutierrez, Hamm, J.J y B. R. Wiseman. (1999). Biological differences between five populations of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) collected from corn in Mexico. *Florida Entomologist.* 82: 254-262.
6. Martinelli, S., P. L. Clark, M. I. Zucchi, M. C. Silva-Filho, E. J. Foster, and C. Omoto (2007). Genetic structure and molecular variability of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) collected in maize and cotton fields in Brazil. *Bull. Entomol. Res.* 93: 225-231.
7. Meagher, R. L., and M. Gallo-Meagher. (2003). Identifying host strains of fall armyworm (Lepidoptera\Noctuidae) in Florida using mitochondrial markers. *Fla. Entomol.* 86: 450-455.
8. Murúa, M. G., R. N. Nagoshi, D. A. Dos Santos, M. M. Hay-Roe, R. L. Meagher, and J. C. Vilaridi. (2015). Demonstration using field collections that Argentina fall armyworm population exhibit strain-specific host plant preferences. *J. Econ. Entomol.* 108: 2305-2315.
9. Nagoshi, R. N., and R. Meagher. (2003b). RF tandem-repeat sequence in fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) host strains. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 96: 329-335.
10. Nagoshi, R. N., and R. L. Meagher. (2004). Behavior and distribution of the two fall armyworm host strains in Florida. *Fla. Entomol.* 87: 440-449.
11. Pashley, D. P. (1986). Host-associated genetic differentiation in fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): a sibling species complex *Ann. Entomol. Soc. Am.* 79: 898-904.
12. Pashley, D. P. (1988). The status of fall armyworm host strains. *Fla Entomol* 71: 227-234.
13. Vélez-Arango, A. M., R. E. Arango I., D. Villanueva M., E. Aguilera G., and C. I. Saldamando B. 2008. Identificación de biotipos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) mediante marcadores mitocondriales y nucleares. *Rev. Col. Entomol.* 34: 145-150.



## Análisis Proximal De Frutos De *Pouteria Campechiana* (Kunth Baehni)

Evangelista-Lozano Silvia<sup>1</sup>, Robles-Jimarez Héctor Rubén<sup>1</sup>, Briones-Martínez Roberto<sup>1</sup>, Escobar-Arellano Sandra Luz<sup>1</sup>, Pérez-Barcena José Fernando<sup>1</sup>

Instituto Politécnico Nacional Centro de Desarrollo de Productos Bióticos-IPN [sevangel@ipn.mx](mailto:sevangel@ipn.mx)

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar las características físicas y composición químico proximal en tres estadios de madurez de *P. campechiana* para considerar la madurez de cosecha. La firmeza en frutos verdes fue de 2.56 y en maduros de 0.79 (kg.cm<sup>2</sup>), la acidez titulable (AC) en frutos verdes fue de 0.42 y en maduros de 0.15% de ácido málico y los sólidos solubles totales (SST) aumentaron de 12 °Bx (frutos verdes) a 34 °Bx en frutos maduros. La pulpa representó el 79% seguido de la cáscara con el 12% y finalmente la semilla con 9%. El análisis químico proximal (AQP), en cáscara y pulpa en los tres estadios de maduración; la cáscara presentó mayor cantidad de cenizas (2.8%), proteínas (8.9%), fibra (17.3%) y lípidos (10.7%); la pulpa contiene más carbohidratos (44.1%) y humedad (34.4%). Es mejor cosechar los frutos en estado semimaduro para el consumo.

**Palabras clave:** canistel, madurez de frutos.

### Abstract

The objective of this work was to study the physical characteristics and the proximal chemical analysis in three stages of *P. campechiana* maturity to consider the harvest maturity. The firmness in green fruits was of 2.56 and in mature fruits of 0.79 (kg.cm<sup>2</sup>), the titratable acidity in green fruits was 0.42 and in mature ones of 0.15% of malic acid and the total soluble solids increased of 12 °Bx (green fruits) at 34 ° Bx in ripe fruits. The pulp represented 79% followed by the shell with 12% and finally the seed with 9%. The proximal chemical analysis, in pulp and seed in the three stages of maturation: the shell showed the highest amount of ash (2.8%), proteins (8.9%), fiber (17.3%) and lipids (10.7%); the pulp contains more carbohydrates (44.1%) and humidity (34.4%). According to the maturity of the fruit. It is better to harvest the fruits in a semi-ripe state for fresh consumption.

**Keywords:** canistel, fruit maturity.

### 1. Introducción

Las frutas destacan por su aporte de agua, vitaminas y minerales, así como por su bajo contenido calórico (Hernández, 2010). Existe una búsqueda constante de nuevos productos y sabores exóticos con potencial (Ho, Hofman, Joyce y Bhandari, 2016). En caso de *Pouteria campechiana* (Kunth Baehni), produce frutos que pueden consumirse en fresco, o preparado en: helados, mermeladas y panes; su consumo ha sido asociado con la prevención de enfermedades

cardiovasculares, oculares y tiene efecto antioxidante; por lo tanto, es importante generar información acerca de su composición química y estadios de maduración; para permitir conocer el mejor momento de cosecha, manejo del fruto y evitar su deterioro. *P. campechiana* (zapote amarillo, canistel), Sapotácea, que se distribuye desde el sur de México, Belice, Guatemala y El Salvador (Pennington, 1990). En general la maduración de los frutos, inicia cuando el crecimiento y la acumulación de reservas se detienen (Khan, 2007). La vida de los frutos se divide en: crecimiento, maduración y senescencia; la etapa más compleja es la maduración (Pravendra, Mondher, Autar, Mattoo y Claude, 2014). La madurez comercial, hace referencia al momento en que se procede a realizar la cosecha. El índice de madurez, depende del tipo de frutos y el mercado al que va dirigido, entre estos índices esta: la firmeza, la acidez titulable, el porcentaje de sólidos solubles totales, el color y sabor, entre otros (López. 2003). Existen herramientas que nos ayudan a clasificar los fruto y evitar pérdidas; ya que existe la necesidad de satisfacer exigencias del mercado, el análisis proximal, brinda un panorama de las condiciones de calidad de la pulpa de los frutos (Watada, 1995). Por lo que en este trabajo, el objetivo fue estudiar las características físicas y composición químico proximal en tres estadios de madurez de *P. campechiana* para considerar la madurez de cosecha.

## 2. Materiales y métodos

Los frutos fueron colectados en un huerto familiar, localizado en el estado de Morelos (18°52'55.5" N 99°10'36.9" O); y llevados al laboratorio en una hielera acondicionada con hielo en gel. Fueron colocados en una mesa y seleccionados en tres grupos, de acuerdo a la intensidad de color amarillo del fruto (color electrónico obtenido por las coordenadas CIELAB) (verde: L<sub>Luminosidad</sub> 55.9±2.4, Cr<sub>Tono</sub> 46.22±2.8, Hue<sub>Angulo del color</sub> 271.2±1.2; semimaduro: L58.9±1.3, Cr 54.6±2.8, Hue 74.1±5.8; maduro: L 63.2±3.8, Cr 61.7±8.6, Hue 63.3±4.4). Cada fruto fue numerado y pesado. Como consecuencia de la pérdida de agua por transpiración y respiración (Wills, McGlasson, Graham y Joyce, 1998), los frutos pierden peso durante el almacenamiento; por lo que se registró la pérdida de peso, de un grupo de frutos en cada estado de madurez. La firmeza se determinó con un puntal cónico de 0.7 cm de diámetro (penetrometro Chatillon). Se analizó el grado de acidez (NMX-F-102-S-1978); el porcentaje de ácido málico. Los SST se determinaron empleando un refractómetro (Atago N1-E); y fueron expresados en grados Brix (°Bx). Los componentes de los frutos (cáscara, pulpa y semillas) se reportaron en porcentaje (Gaona-García *et al.*, 2008).

Para el análisis químico proximal de la cáscara y pulpa; los componentes se secaron en una estufa a 60°C y se molieron; se determinó: humedad, cenizas, lípidos, proteínas, fibra dietaria total y carbohidratos (AOAC, 2005). El análisis de varianza de una vía (ANOVA) y el método de comparación de medias de Tuckey, se utilizaron para encontrar las diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes factores; fue utilizado el software estadístico Minitab 17.

### 3. Resultados y discusión

Los frutos maduros de *P. campechiana* fueron los que mostraron la mayor pérdida de peso (1.67%), en un transcurso de cinco días; seguidos de los semimaduro (1.25%) y de los frutos verdes (0.2%); la pérdida de peso fue mínima, en comparación con frutos como *Pouteria zapota*, con una pérdida de peso del 7.4% (Tejacal y Colinas, 2002), *P. zapota* presentan una cáscara áspera y escamosa, que favorece la pérdida de agua durante la transpiración y respiración (Wills *et al.*, 1998); no así *P. campechiana*, cuya cáscara es delgada y cerosa. Los frutos verdes llegaron a una madurez para consumo, se caracterizó por un color amarillo canario homogéneo, alto contenido de sólidos solubles totales (34° Bx), cáscara de fácil desprendimiento y una firmeza de 0.79 kg/cm<sup>2</sup>). La firmeza disminuyó conforme ocurrió la maduración; entre los frutos verdes (2.56 kg/cm<sup>2</sup>) y los semimaduros (2.2 kg/cm<sup>2</sup>), no hubo diferencia significativa; no así con los maduros (0.79 kg/cm<sup>2</sup>). La disminución de la firmeza se debe a cambios en la pared celular y degradación de polisacáridos (Prasanna y Prabha, 2007), esto corresponde con la disminución de fibra presente en la cáscara (20.8 a 17.3%). El patrón de maduración es posible que este asociado con el ablandamiento de la pulpa, como sucede con *P. zapota* (Villanueva y Evangelista, 2000).

El ácido málico disminuyó conforme el fruto maduró, en los frutos verdes con 0.42% seguido de los semimaduros con 0.21%, los frutos maduros con el menor porcentaje (0.15%). La disminución de ácidos orgánicos durante la maduración, se infiere a que son utilizados en el proceso respiratorio o en la conversión de azúcares (Seymou, 1993).

Los SST, en los tres estadios de madurez fueron diferentes, en los maduros, de 34 °Bx. Los grados Brix obtenidos son altos en comparación con otros frutos ricos en azúcares como *P. zapota* (26.7° Bx) (Sauri, 2001). Los SST están involucrados en la hidrólisis del almidón durante la maduración de los frutos (Eskin, 2013).

Los componentes del fruto, fue semejante en los tres estadios de maduración; el mayoritario fue la pulpa (79%), seguido de la cáscara (12%) y la semilla (9%); *P. campechiana* puede consumirse con cáscara, se tiene así una mayor porción comestible.

Análisis químico proximal. La humedad (g/100g de muestra), en la cáscara la humedad fue de 34.7% en verdes, 34.0% en semimaduros y 31.1% en maduros. La pulpa presentó una humedad de 31.0% en verdes, 33.6% en semimaduros y 32.3% para maduros, con diferencias significativas en los tres estadios; la disminución de la humedad en frutos durante la maduración es consecuencia del proceso respiratorio del fruto (Pravendra *et al.*, 2014) (Cuadro 1).

El contenido de cenizas (g/10g muestra seca) en la cáscara fue más alto que en pulpa. En cáscara en verdes tienen un menor contenido de cenizas (2.44) y fueron significativamente diferentes en relación con los semimaduros (2.84) y los maduros (2.7). La ceniza en pulpa sin diferencias significativas (2.05 al 2.14%); el porcentaje de cenizas es ligeramente más alto al reportado en *P. zapota*, (0.8 a 1.7) (Azurdía, 2006) (Cuadro 1).

El contenido de fibra en pulpa fue de 14.8 en frutos verdes, 15.9 en semimaduros y 11.7 para maduros, con diferencias estadísticamente significativas en los tres estadios de maduración; esto

se puede deberse a los cambios en la pared celular por la acción de enzimas líticas que provocan la degradación de polisacáridos como la celulosa, hemicelulosa y peptina (Ibarra-Garza, Ramos-Parra, Hernández-Brenes y Jacobo-Velázquez (2015), como se reporta en frutos de *Diospyros digyna* Jacq (Arellano-Gómez, Saucedo-Veloz y Arévalo-Galarza (2005) (Cuadro 1).

El contenido de proteínas (g/100g muestra seca), presentó diferencias significativas en cáscara y pulpa, se observa un aumento en el contenido de proteínas al pasar los frutos de verdes (8.81 en cáscara y 4.52 en pulpa) a semimaduros (10.08 en cáscara y 5.13 en pulpa), en frutos maduros el contenido de proteínas es semejante a los verdes (8.89 en cáscara y 4.5 en pulpa). El aumento y la posterior disminución es similar a lo reportado en *Annona cherimola* (Cordeiro, Sousa, Freitas, N. y Gouveia, 2013) y se debe a que en etapas iniciales en la maduración se produce la síntesis de proteínas que posteriormente son degradadas para formar aminoácidos que se utilizan como precursores de compuestos volátiles (Escribano y Merodio, 1994). El contenido de lípidos totales (g/100g muestra seca) en la cáscara sin diferencias estadísticamente significativas, en los 3 estados de madurez. En la pulpa los lípidos fueron similares a lo reportado en frutos como el plátano, donde el contenido de lípidos totales, se mantiene constante durante el proceso de maduración (Wade, 1978) (Cuadro 1).

Carbohidratos. La pulpa presentó mayor contenido (g/100g muestra seca) en los tres estadios de madurez. En la cáscara el contenido fue menor. Estos resultados son similares a lo reportado en la mayoría de los frutos, donde existe un aumento en el contenido de carbohidratos solubles al madurar (Villanueva y Evangelista, 2000) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis químico proximal de dos de los componentes de *Pouteria campechiana* en tres estadios de maduración

Análisis Proximal	Estado de madurez de la cáscara			Estado de madurez de la pulpa		
	Verde	Semimaduro	Maduro	Verde	Semimaduro	Maduro
Humedad %	34.7 <sup>a</sup>	33.9 <sup>a</sup>	31.0 <sup>b</sup>	31.0 <sup>a</sup>	33.9 <sup>ab</sup>	32.3 <sup>b</sup>
Cenizas %	2.5 <sup>a</sup>	2.9 <sup>b</sup>	2.8 <sup>b</sup>	2.1 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>
Lípidos%	10.9 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	10.7 <sup>a</sup>	5.4 <sup>a</sup>	5.2 <sup>b</sup>	5.2 <sup>b</sup>
Proteína %	8.8 <sup>a</sup>	10.1 <sup>b</sup>	8.9 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	5.1 <sup>b</sup>	4.5 <sup>c</sup>
*FD %	20.8 <sup>a</sup>	20.3 <sup>a</sup>	17.3 <sup>b</sup>	14.8 <sup>a</sup>	15.9 <sup>b</sup>	11.7 <sup>c</sup>
Cenizas %	2.5 <sup>a</sup>	2.9 <sup>b</sup>	2.8 <sup>b</sup>	2.1 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>
**CH. %	22.3 <sup>a</sup>	22.8 <sup>b</sup>	29.3 <sup>c</sup>	41.1 <sup>a</sup>	38.9 <sup>b</sup>	44.1 <sup>c</sup>
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

FD: Fibra dietaria total, CH: carbohidratos. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre hileras (Pba. de Tuckey p<.05)

#### 4. Conclusión

El estudio de las características físicas y la composición químico proximal como indicadores de cosecha, tuvieron relación con los estadios de maduración seleccionados de forma visual, y se puede considerar que la madurez adecuado para la cosecha es el estado semimaduro.

#### Referencias

1. Arellano-Gómez, L. A., Saucedo-Veloz, C., y Arévalo-Galarza, L. (2005). Cambios bioquímicos y fisiológicos durante la maduración de frutos de zapote negro (*Diospyros digyna* Jacq.). *Agrociencia*, 39(2), 173–181.
2. Azurdia, C. (2006). Tres especies de zapote en américa tropical (primera ed). Southampton, Universidad de Southampton UK.
3. Cordeiro, N., Sousa, L., Freitas, N., y Gouveia, M. (2013). Changes in the mesocarp of *Annona cherimola* Mill. “Madeira” during postharvest ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 85, 179–184. <http://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.05.014>
4. Escribano, M. I. y Merodio, C. (1994). The Relevance of Polyamine Levels in Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) Fruit Ripening. *Journal of Plant Physiology*, 143(2), 207–212. [http://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)81688-3](http://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)81688-3)
5. Eskin Michael, E. H. (2013). *Biochemistry of Foods*. (Shahidi, Ed.) (Tercera edición). Pag. 104.
6. Gaona-García, A., Alia-Tejagal, I., López-Martínez, V., Andrade-Rodríguez, M., Colinas-León, M. T., y Villegas-Torres, O. (2008). Characterization of sapote mamey fruits (*Pouteria sapota*), in the southwest region of morelos. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 14(1), 41–47.
7. Hernandez, A. G. D. (2010). *Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos*, Volume 2. Ed. Médica Panamericana. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=hcwBJ0FNvqYC&pgis=1>
8. Ho, B. T., Hofman, P. J., Joyce, D. C., y Bhandari, B. R. (2016). Uses of an innovative ethylene- $\alpha$ -cyclodextrin inclusion complex powder for ripening of mango fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 113, 77–86. <http://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.11.005>
9. Ibarra-Garza, I. P., Ramos-Parra, P. A., Hernández-Brenes, C., y Jacobo-Velázquez, D. A. (2015). Effects of postharvest ripening on the nutraceutical and physicochemical properties of mango (*Mangifera indica* L. cv Keitt). *Postharvest Biology and Technology*, 103, 45–54. <http://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.02.014>
10. Khan, N. A. (2007). *Ethylene Action in Plants*. Springer Science & Business Media. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=DwSJ5CUyjNMC&pgis=1>
11. López, A. (2003). *Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas*. Balcarce, Argentina: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
12. NMX-F-102-S-1978. Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas (1978).
13. Pennington, T. (1990) Sapotaceae. *Flora neotropica: monograph*, vol 52. New York Botanical Garden, New York, 70 p.
14. Prasanna, V. y Prabha T. (2007). Fruit ripening phenomena an overview. *Food Science*, 47, 1–19.
15. Pravendra Nath, Mondher Bouzayen, Autar K. Mattoo, J. Claude P. (2014). *Fruit Ripening: Physiology, Signalling and Genomics*. CABI. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=hceWBAQAQBAJ&pgis=1>
16. Sauri, E. 2001. *Frutas exóticas de la península de Yucatán*. Instituto Tecnológico de Mérida. Mérida, Impresos Puerto. 109 p.

17. Tejacal, A., y Colinas, M. T. (2002). Caracterización de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota*) en el suroeste del estado de Morelos, 8(2), 263–271. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2008000100006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000100006)
18. Villanueva, A. R., y Evangelista, L. S. (2000). Cambios bioquímicos y físicos durante el desarrollo y postcosecha de mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore y Stearn). Rev. Chapingo Serie Horticultura. VI (1) 63-72., VI, 63–72.
19. Wade, N. L. (1978). Changes in the lipid composition of ripening banana fruits and evidence for an associated increase in cell membrane permeability. *Biochemica et Biophysica*, 529, 454–464.
20. Watada, A. (1995). Methods for determining quality of fruits and vegetables. *Horticulturae*, 379. Retrieved from <http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-1700.pdf>
21. Wills, R., B. McGlasson, D. Graham y D. Joyce. 1998. *Postharvest: an introduction to the physiology and handling*. CAB International, Wallingford (UK).

# Escalamiento Tecnológico A Nivel Planta Piloto Para La Producción De Un Biofertilizante A Partir De Residuos Vegetales Mediante Biodigestión Anaerobia En Dos Fases De Flujo Continuo

González Villicaña Octavio, Barajas Medina Fernando

Grupo Solena S.A. De C.V. [ogonzalez@solenagreen.com](mailto:ogonzalez@solenagreen.com)

## Resumen

La biodigestión anaeróbica es un sistema viable para degradar y mineralizar material orgánico para aprovecharlo como nutriente vegetal, ya que, el nitrógeno orgánico se convierte en nitrógeno amoniacal y nítrico. El objetivo del presente proyecto es obtener un fertilizante orgánico a escala planta piloto a partir de un sistema de digestión anaerobia en dos fases trabajando en flujo continuo, alimentado a partir de residuos vegetales no procesados. El sistema se alimentó con residuos vegetales a punto de descomposición recolectados de fruterías, los cuales se molieron y se estandarizaron a un tamaño de partícula de 2mm y no mayor a 10% de sólidos totales, se caracterizaron las variables: pH y Demanda Química de Oxígeno (DQO). Los resultados obtenidos demuestran que, una vez estabilizado el sistema, se logra tener una disminución del 37,7% de la DQO en la etapa fermentativa y hasta un 91.3% en la etapa metanogénica. En base a la norma NMX-AA-042-SCFI-2015 se realizó una caracterización de coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli*, no se obtuvo presencia de dichos microorganismos en los resultados.

**Palabras clave:** DQO, Mineralización, Anaeróbico.

## 1. Introducción

De acuerdo con datos de la SAGARPA, durante el 2014 se realizó fertilización química en 66.8% de las 22.2 millones de hectáreas sembradas en el país (Gaucín, 2016). Estos datos son alarmantes ya que son millones de toneladas las cuales se aplican a los suelos anualmente. Guanajuato aplicó el 5.9% del total del fertilizante nacional. Los reactores (por su inglés *Continuous Stirred Tank Reactor*) Son sistemas ampliamente utilizados tanto a escala laboratorio como industrial debido a su facilidad de diseño y operación. Debido a que mantiene en mezcla los lodos con el sustrato, son reactores que pueden trabajar hasta con un 15% de sólidos totales (ST) en alimentación, aunque generalmente trabajan con menos de 10% de ST (Xavier, 2016). Actualmente se tiene un prototipo validado a nivel laboratorio, el cual desarrollamos en un sistema diseñado a pequeña escala con tanques de 50 L, en dicho sistema validamos el funcionamiento de la digestión anaerobia de dos fases en flujo continuo, mostrando excelentes resultados en la degradación de los residuos vegetales, logrando la obtención de moléculas

(macro y micronutrientes) de fácil asimilación para la planta. El presente proyecto tiene como objetivo llevar a cabo el escalamiento a planta piloto de la producción de un biofertilizante llamado FORTISOL, elaborado a partir de residuos vegetales mediante biodigestión anaerobia en dos fases de flujo continuo.

## 2. Materiales y métodos: Recolección de residuos orgánicos

Se recolectaron 120 kg de residuos orgánicos provenientes de fruterías en la zona de Villas de San Juan en León Guanajuato, se realizó una separación de residuos inorgánicos como bolsas de plástico que pudieran traer. Una vez separada la fracción orgánica se trituró en un molino de turbina de impacto, doble turbo con 6 aspas de alta admisión, con criba de 2mm de diámetro, a una relación de Residuo vegetal: Agua = 1.6. La colecta de los residuos orgánicos y su procesamiento se realizaron cada tercer día durante un mes. Una vez triturada la basura, por gravedad se alimentó un tanque de 200L, dosificando a un segundo barril de 200L de volumen total, ajustado con válvula a un volumen de operación de 140 Litros, un caudal de 66L/día teniendo un TRH de 48 horas, el cual a su vez alimentó un tanque de HDPE de 600L con un TRH de 10 días aproximadamente. La carga orgánica de alimentación a la primera etapa se ajustó a: DQO de 22.7 g/L. Las temperaturas de operación de ambos reactores fueron de un rango de 30 a 35°C. Se inocularon lodos activados en la etapa metanogénica, obtenidos de un reactor anaeróbico mesofílico de una planta tratadora de aguas residuales de la ciudad de León Gto.

**VARIABLES DE MEDICIÓN.** Las variables de respuesta en ambas etapas fueron pH y DQO, por ello se caracterizó la DQO en base a la NMX-AA-030/1-SCFI-2012. Utilizando una probeta se ajustó el caudal de alimentación a 66L/día con ayuda de una válvula de compuerta. En la etapa de fermentación el parámetro de DQO se determinó cada 4 horas durante 24 horas. En la etapa metanogénica se determinaron a los días: 0, 3, 6, 8, 10. El pH se midió con la ayuda de un potenciómetro con base en la norma NMX-AA-013-SCFI-2006. Por fines del proyecto, se planteó que la variable de respuesta para una la degradación anaeróbica fuera la DQO; por lo tanto, en esta etapa del proyecto no se caracterizó ni cuantificó el flujo de gas.

## 3. Resultados y discusión

La Figura 1 muestra la degradación de Demanda Química de Oxígeno en la etapa de fermentación con la línea azul y en la etapa de metanogénesis con la línea roja. Los reactores tipo CSTR trabajan con cargas de DQO que van desde 2.5 hasta 30 g/L para TRH de 10 días (Rajeshwari K., *et al.* 2000). Se caracterizó la DQO de los residuos vegetales dando como resultado 38 g/L. Conociendo el rango de alimentación de carga de DQO se estableció la alimentación en un rango entre 25 y 20 g/L. Debido a los sólidos totales con los cuales puede trabajar el sistema se realizó una prueba según el método estipulado en la NOM-AA-34-1976; en base al valor de DQO obtenido, se diluyó la mezcla molida hasta llegar a un DQO de 22.73 g/L y 12% de ST, con el cual se inició el sistema de biodigestión anaeróbica. En la etapa fermentativa

la DQO comenzó en 22.73 g/L y pasadas las 24 h este parámetro llegó a 14.16 g/L, en cuanto a la etapa metanogénica la Demanda Química de Oxígeno comenzó en 14.16 g/L y se degradó hasta 2 g/L.

Los resultados de la medición de pH se muestran en la Figura 2, para ambas etapas en las cuales la línea de color amarilla indica la etapa de fermentación y la línea de color verde indica la etapa de metanogénesis. El pH de la etapa fermentativa tuvo una oscilación entre 7 y 5. Duran *et al.* 2014, indican que la etapa fermentativa no debe disminuir de un pH de 5, debido a que en un pH más ácido la etapa fermentativa entra en una producción de ácidos orgánicos y alcoholes y esta producción inhibe el crecimiento de bacterias metanogénicas provocando que jamás se llegue a la etapa metanogénica. En la fermentación anaeróbica se producen principalmente los ácidos: acético, butírico, pirúvico, propiónico, málico y fumárico. Las concentraciones de cada uno se generan bajo diferentes valores de pH. A pH entre 4 y 5 se da la mayor concentración de ácido butírico (Feng L., *et al.*, 2009). Asimismo, la etapa metanogénica debe mantener un pH neutro, debido a que las bacterias metanogénicas necesitan que esta variable se mantenga estable para un buen crecimiento. (Gerardi, M., 2003). Una vez terminada la fermentación anaeróbica se midió el pH, el cual se encontró ligeramente ácido y se neutralizó para alimentar la etapa metanogénica. Por ello el pH mostrado en la Figura 2 se mantuvo en un pH neutro. En este escalamiento no se midió la alcalinidad del sistema.



Figura 1. Degradación de DQO, etapa fermentativa y metanogénica

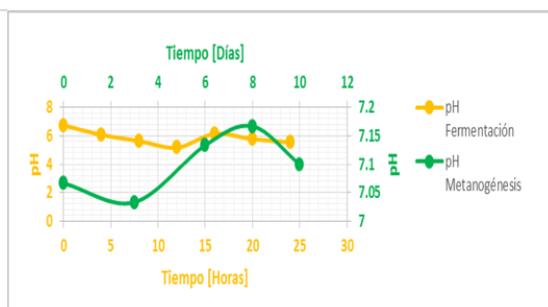


Figura 2. Comportamiento de pH en la etapa fermentativa y metanogénica

#### 4. Conclusiones

La biodigestión anaerobia es una buena alternativa para degradar materia orgánica bajo condiciones controladas en reactores y así obtener un biofertilizante mineralizado asimilable por las plantas. Es necesario aún analizar los nutrientes asimilados por las plantas mediante un extracto de sabia para cuantificar la disponibilidad de estos.

## Referencias

1. Durán A., Casas D., Rojas U., Vázquez G., Roa M. & Alcántara R. . (2014). *Fundamentos de Digestión Anaerobia de residuos Sólidos Orgánicos Urbanos*. Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacan, Ciudad de Mexico : Universidad Autónoma de México.
2. Gaucín D. (2016). *El mercado de los fertilizantes*. 25/ Agosto/2018, de El Economista Sitio web: <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/El-mercado-de-los-fertilizantes-II-20160211-0003.html>
3. Gerardi M., (2003). *The Microbiology of Anaerobic Digesters*. Hoboken, New Jersey, Wiley-Interscience.
4. Rajeshwari K., Balakrishnan M., Kansal A., Kusum L. & Kishore V.. (2000). State -of-the-art of anaerobic digestion technology for industrial wastewater treatment. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 4(2000) , 135-156.
5. Feng L., Chen Y. & Zheng X. (2009). Enhancement of Waste Activated Sludge Protein Conversion and Volatile Fatty Acids Accumulation during Waste Activated Sludge Anaerobic Fermentation by Carbohydrate Substrate Addition: The Effect of pH. *Environmental Science & Technology* , 43, 4373-4380.

## Screening De Antioxidantes Sintéticos En Características Morfométricas De Plántula De Tomate, *Lycopersicon Esculentum*

Ruiz Espinoza Francisco. H.<sup>1</sup>, Rosales Nieblas Ayenia C.<sup>2</sup>, Arce Amezquita Pablo M.<sup>1</sup>, Beltrán Morales Félix A<sup>1</sup>, Zamora Salgado Sergio<sup>1</sup>, Loya Ramírez José G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Profesor-Investigador De La Universidad Autónoma De Baja California Sur

<sup>2</sup>Ayudante De Investigación De La Universidad Autónoma De Baja California Sur [fruiz@uabcs.mx](mailto:fruiz@uabcs.mx)

### Resumen

El estrés oxidativo está vinculado a la cadena de transporte de electrones en las membranas de las mitocondrias y cloroplastos durante la producción de ATP. Por lo tanto, numerosos procesos fisiológicos energéticos exigentes como germinación y plántula desarrollo están asociados a estrés oxidativo, por lo que se desarrollo un trabajo de investigación preliminar en la Universidad Autónoma de Baja California Sur con la finalidad de observar el impacto de tres antioxidantes sintéticos en las características morfométricas de plántulas de tomate, las semillas se sometieron a un osmocondicionamiento por una hora y se dejaron secar 24 horas. Posteriormente, se sembraron en vasos de poliestireno del número 10, a los 21 días se realizaron evaluaciones de diferentes variables: longitud del tallo (LT), longitud de raíz (LR), diámetro del tallo (DT), biomasa fresca de parte aérea (BFA), biomasa fresca de raíz (BFR), biomasa seca de parte aérea (BSA), biomasa seca de raíz (BSR), número de hojas (NH) y clorofila (SPAD). Los resultados obtenidos indican que estadísticamente no se presentaron diferencias, pero numéricamente si se pudo observar diferencias en biomasa radicular fresca y seca entre ellos, el antioxidante PyC12 fue el que obtuvo el valor mayor, por lo que podemos inducir que es necesario realizar más investigación para utilizarlo como enraizador.

**Palabras claves:** Acetona, Quinona, estrés abiótico.

### Abstract

Oxidative stress is linked to the chain of electron transport in the membranes of mitochondria and chloroplast during the production of ATP. Therefore, numerous demanding as germination and seedling development energetic physiological processes are associated with oxidative stress, so a preliminary research study was developed at the Universidad Autónoma de Baja California Sur with the order to observe the impact of three synthetic antioxidants in the morphometric characteristics of tomato seedlings, seeds were subjected to an osmopriming for an hour and were left to dry for 24 hours, they were subsequently planted in vessels of polystyrene from number 10, 21 days were assessments of different variables: stem length (LT), length of root (LR), stem diameter (DT), fresh biomass of aboveground (BFA), fresh biomass of root (BFR), (BSA) aboveground dry biomass, dry biomass of root (BSR), number of leaves (NH) and chlorophyll (SPAD). The results obtained indicate that statistically differences there were, but numerically if differences in fresh and dry root biomass between them could be observed, the

antioxidant PyC12 was which obtained the higher value, so we can induce that It is necessary to carry out more research to be used as rooting.

**Key words:** Acetone, Quinone, abiotic stress.

## 1. Introducción

El estrés abiótico es la principal causa de daño a los cultivos y el problema de salinidad es el más severo (Mahajan y Tuteja, 2005). Numerosos tipos de estrés conducen a un aumento de los niveles ROS, como la sequía, la salinidad, el exceso de luz o las bajas temperaturas, entre otros, alternando el equilibrio redox de los cloroplastos además de la posibilidad de causar daños en macromoléculas tales como lípidos, proteínas o ácidos nucleicos, que pueden conducir a la muerte celular en último lugar. Para evitar esto el conjunto de antioxidantes se coordina para detoxificar la ROS (Apel and Hirt, 2004).

El estrés oxidativo está vinculado a la cadena de transporte de electrones en las membranas de las mitocondrias y cloroplastos durante la producción de ATP. Por lo tanto, numerosos procesos fisiológicos exigentes en energía, como la germinación y el desarrollo de plántula están asociados al estrés oxidativo (Bailly, 2004). Es bien sabido que las mitocondrias son el principal compartimiento subcelular del consumo de oxígeno y la principal fuente de especies reactivas del oxígeno (ROS) (Puntarulo, Sanchez, and Boveris, 1988). La mayoría del ATP necesario para etapas tempranas de desarrollo proviene de las mitocondrias; por lo tanto, la generación de ROS durante este proceso se asocia fundamentalmente a respiración celular. En etapas posteriores del desarrollo, la fotofosforilación en el cloroplasto se convierte en la principal fuente de ATP para cubrir las necesidades de energía para el desarrollo adecuado; entonces, el cloroplasto también se convierte en una fuente primaria de ROS (Asada, 2006), las plantas también contienen pequeñas moléculas como el ácido ascórbico (vitamina C) y  $\alpha$ -tocopherol (vitamina E) que juegan un papel importante en la mitigación del daño oxidativo. Una de las primicias en la agricultura moderna es buscar alternativas para mitigar este tipo de estrés, por lo que es de suma importancia para los productores. Por lo que la investigación tuvo como finalidad evaluar preeliminarmente la efectividad de tres antioxidantes (Acetona, Py12 y quinona) en las características morfométricas de la plántula de tomate a la aplicación de la acetona como simulador de estresante hídrico.

## 2. Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de semillas de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, ubicado en la ciudad de La Paz, Baja California Sur. Para el montaje de este experimento se utilizó un testigo absoluto, la Acetona (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O ó Dimetil Cetona - 2-Propanona - Dimetil Formaldehído - Cetona Propano - Eter P iroacético), Py12 (2-(dodecyl(methyl)amino)-4,6-dimethylpyrimidin-5-ol) y la Quinona (1,4-bencenodiol, 1,2-dihidroxibenceno). Con el fin de sintetizar los compuestos pyrimidinol usados en este experimento, se desarrolló un camino corto. La estrategia consistió en la adición de una

guanidina compuesto teniendo cadenas de alquilo diferente tamaño 3-acetoxi-2, 4-pentanodione, que fue preparado por reacción 3-cloro-2, 4-pentanodione con acetato de sodio. Entonces, para obtener el análogo Py12C con mayor metilación reductiva fue realizado (Figura 1).

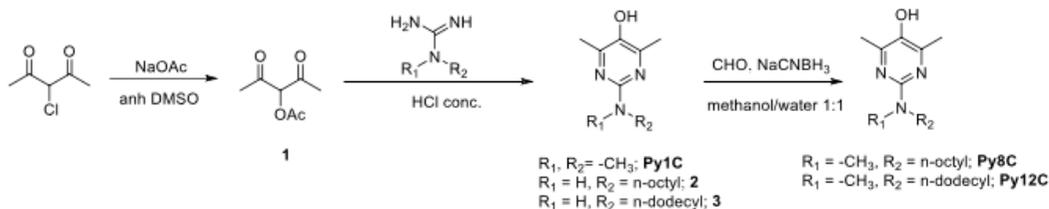


Figura 1. Estrategia seguida para la síntesis de Py12C



Figura 2. Esquema del seguimiento del experimento y variables medidas

Ya obtenido la síntesis del antioxidante Py12C, el experimento inició sometiendo a la semilla de tomate (*Lycopersicon esculentum*) a un osmoacondicionamiento por 1 h con los tres tratamientos, posteriormente se dejó secar la semilla por 24 horas, para luego sembrarse en vasos de poliestireno N° 10 en una casa de malla sombra, tomándose una planta como repetición, la evaluación se llevó a cabo en 10 plántulas para cada tratamiento en un diseño completamente al azar. Las variables morfométricas evaluadas fueron: longitud del tallo (LT), longitud de raíz (LR), diámetro del tallo (DT), biomasa fresca de parte aérea (BFA), biomasa fresca de raíz (BFR), biomasa seca de parte aérea (BSA), biomasa seca de raíz (BSR), número de hojas (NH) y clorofila (SPAD). Estas variables se realizaron inmediatamente al cumplir los 21 días de evaluación de la emergencia.

### 3. Resultados y discusión

En cuanto a emergencia no se presentó diferencias entre los tratamientos, en lo que respecta al análisis de crecimiento al realizar el análisis estadístico no mostró diferencias entre tratamientos en cuanto a las unidades Spad (Figura 3A), número de hojas (Figura 3B), aunque numéricamente el tratamiento con acetona fue el que presentó el valor mayor en ambas variables, en lo que respecta a la longitud de raíz (Figura 3C) los mejores tratamientos fueron el Py12C y Quinona, mientras que el testigo y la acetona fueron los de menor valor, en lo que respecta al diámetro del tallo la Quinona (Figura 3D) fue la de mayor valor junto con el testigo, estos valores son numéricos ya que el análisis estadístico no mostró diferencias.

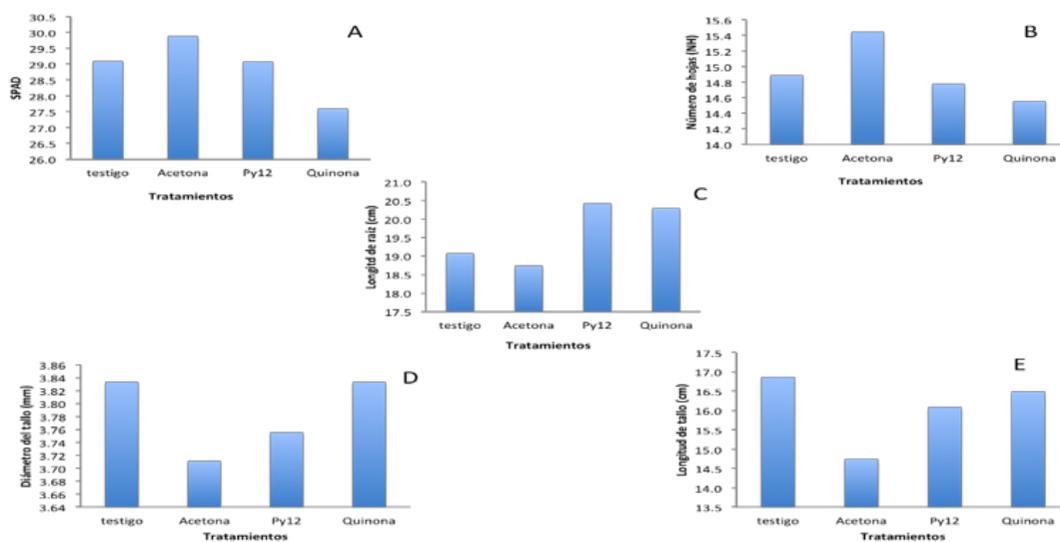


Figura 3. Variables de crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) sometidas a los antioxidantes sintéticos

El incremento en crecimiento del tallo y la raíz por medio de las quinonas, se han relacionado con sistemas aromáticos muy complejos, de fuentes biológicas tan diversas como hongos, vegetales superiores, esponjas y otros. En muchos casos parece que participan en ciclos de óxido-reducción que son esenciales para estos organismos, lo que se puede establecer que en la naturaleza se utiliza mucho este tipo de reacción en procesos reductivos y oxidativos para transportar un par de electrones de una sustancia a otra (Suárez *et al.*, 2005). Numerosas quinonas desempeñan papeles vitales en la bioquímica de las células y los organismos. Ellas ejercen actividades biológicas relevantes, siendo un ejemplo de ello la Vitamina K1, que es un factor importante en la coagulación sanguínea y la coenzima Q, una quinona que interviene en la cadena de transporte de electrones en las células (Jianzhang *et al.*, 2017). En lo que se refiere a las biomasa fresca de la parte aérea el testigo presentó una mayor biomasa, pero en la biomasa seca

el testigo y el antioxidante Py12 fueron similares, quedando por abajo la acetona y la quinona, mientras que la biomasa de raíz fresca el testigo, la acetona y el Py12 fueron iguales, pero en biomasa seca de raíz el mejor fue el Py12 (Figura 4). Esto quiere decir que para la producción de raíz en plántula de tomate el Py12 se podría utilizar como enraizador, cabe señalar que como son pruebas preliminares, es fundamental realizar otras investigaciones a futuro con la aplicación foliar.

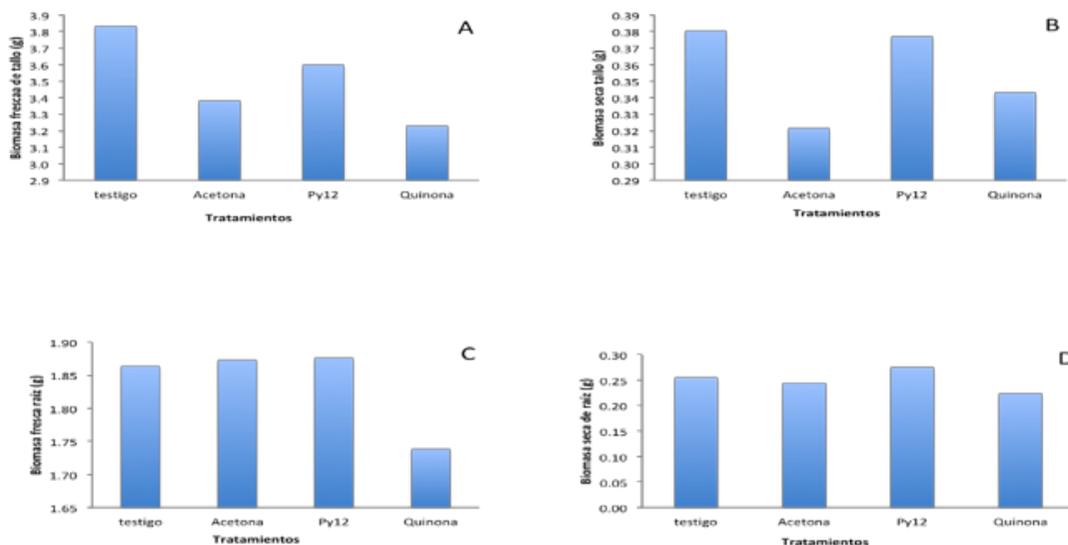


Figura 4. Variables de biomasa de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) sometidas a los antioxidantes sintéticos

#### 4. Conclusiones

El Py12C, demostró la capacidad para aumentar la biomasa radicular fresca y seca en el tratamiento como osmocondicionamiento de semillas. Mientras que la Acetona, fue capaz de lograr un índice mayor de clorofila y el número de hojas, a su vez la Quinona incremento la longitud de raíz y el diámetro del tallo y longitud del mismo. Es importante seguir explorando la aplicación de estos productos, posiblemente de manera foliar.

#### Referencias

1. Apel, K. and Hirt, H. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress and signal transduction. *Annu Rev Plant Biol* 55.
2. Asada Kozi. 2006. Production and Scavenging of Reactive Oxygen Species in Chloroplasts and Their Functions. *Plant Physiology*, June 2006, Vol. 141, pp. 391–396

3. Bailly, C., Leymarie, J., Lehner, A., Rousseau, S., Côme, D. and Corbineau, F. 2004. Catalase activity and expression in developing sunflower seeds as related to drying. *Journal of Experimental Botany* 55, 475–483.
4. Jianzhang Wu, Jiye Ren, Song Yao, Jiabing Wang, Lili Huang, Peng Zhou, Di Yun, Qing Xu, Shoubiao Wu, Zhankun Wang, Peihong Qiu. 2017. Novel antioxidants' synthesis and their anti-oxidative activity through activating Nrf2 signaling pathway. *Bioorganic & medicinal chemistry letters* 27(7) Pages 1616-1619.
5. Mahajan S., Tuteja N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 444 139–158.
6. Puntarulo, S., Sanchez, R.A. and Boveris, A. 1988. Hydrogen peroxide metabolism in soybean embryonic axes at the onset of germination. *Plant Physiology* 86 ,626–630.
7. Suárez Margarita, De Armas Merly, Ramírez Oney, Alvarez Martínez-Alvarez Amaury, Dolores Molero Roberto, Seoane Carlos, Liz Ramón, Novoa de Armas Hector, Blaton Norbert M., Peeters Oswald M. and Nazario Martín. 2005. Synthesis and structural study of new highly lipophilic 1,4-dihydropyridines. *New J. Chem.*, 29, 1567–157.

## Caracterización Bioquímica De Bacterias Aisladas De La Filósfera De *Coffea Arabica*

Vidal-Martínez Nayelli A.<sup>1</sup>, Argumedo-Delira Rosalba<sup>2,4</sup>, González-Mendoza Daniel<sup>3</sup>, Sánchez-Pale Jesús R.<sup>4</sup>, Sánchez-Viveros Gabriela<sup>1</sup>, Chiquito-Contreras Roberto G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Posgrado En Ciencias Agropecuarias, Facultad De Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán S/N, Zona Universitaria C.P. 91090, Xalapa, Veracruz, México.

[ayatzol.vidal@gmail.com](mailto:ayatzol.vidal@gmail.com) [gabsanchez@uv.mx](mailto:gabsanchez@uv.mx)

<sup>2</sup>Instituto De Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma De Baja California. Av. Álvaro Obregón Y Julián Carrillo S/N Col. Nueva C.P. 21100. Mexicali, Baja California, México

<sup>3</sup>Facultad De Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma Del Estado De México. Instituto Literario 100 Col. Centro C.P. 50000, Toluca Del Lerdo, México

<sup>4</sup>Unidad De Servicio De Servicios De Apoyo En Resolución Analítica (Sara). Universidad Veracruzana. Luis Castelazo Ayala S/N. Col. Industrial Animas. C.P. 91190, Xalapa, Veracruz, México

### Resumen

Las poblaciones bacterianas que colonizan la filósfera son diversas y las interacciones entre éstas con la planta huésped tiene resultados neutros, positivos o negativos. La filósfera estimula la proliferación de comunidades bacterianas relacionadas con el crecimiento, la producción de nutrientes y protección contra algunos microorganismos patógenos. El objetivo fue caracterizar la actividad bioquímica *in vitro* de aislamientos bacterianos aislados de la filósfera de café. Los aislamientos fueron obtenidos de hojas sanas y enfermas recolectadas en dos parcelas (manejo convencional y orgánico), que se caracterizaron mediante pruebas bioquímicas (solubilización de fósforo, fijación de nitrógeno, producción de ácido 3-indol acético, sideróforos y cianuro). Se aislaron 64 comunidades bacterianas en total. El 67.6% se desarrollan en la filósfera de hojas con manejo orgánico. El análisis bioquímico de 46 aislados bacterianos mostró actividad metabólica mayor en hojas de finca orgánica, con mayor capacidad en la producción de sideróforos y solubilización de fósforo. La caracterización bioquímica de los microorganismos de la filósfera es la base para la selección de microorganismos con potencial de uso en la promoción de crecimiento y el control biológico de microorganismos patógenos.

**Palabras clave:** características metabólicas, sideróforos, solubilización fósforo.

### 1. Introducción

La filósfera proporciona un hábitat idóneo para la proliferación de numerosos microorganismos. Las comunidades bacterianas son las de mayor abundancia y pueden establecer relaciones positivas, negativas o neutras, influir en el crecimiento y la producción de nutrientes. Algunas bacterias producen hormonas que estimulan el crecimiento o proporcionan al huésped protección contra la presencia de algunos microorganismos patógenos (Kembel *et al.*, 2014). Las

pruebas bioquímicas permiten la identificación microbiana; además reducen el tiempo requerido para identificar microorganismos, a su vez disminuyen costos y mejoran la precisión para la caracterización (Zhou y Li 2015). Conocer el metabolismo microbiano con alto potencial, permite ofrecer alternativas para favorecer el crecimiento de plantas a través de la fijación de nitrógeno, la solubilización de fosfatos, así como la producción de fitohormonas y sideróforos (Badía, Hernández, Murrel, Mahillon y Pérez., 2011; Clavijo, Chipana, Centeno, Zúñiga y Guillén., 2012).

## 2. Materiales y métodos: Material vegetativo y asilamiento de bacterias

Material vegetativo fueron hojas sanas y hojas enfermas obtenidas en dos fincas con producción de café (manejo convencional (MC) y manejo orgánico (MO)), de la localidad de Zacamitla, Municipio de Ixhuatlan del Café. De acuerdo a la metodología de Toloza & Lizarro (2013), 11 g de hojas fueron cortadas en fragmentos (1 cm) y procesadas. El extracto (10 L) se colocó en placas por duplicado en medio selectivo: agar nutritivo (AN), papa-dextrosa-agar (PDA), agar tripticaseína de soya (ATS) y B-King (BK). Las colonias crecidas en las primeras 12 horas fueron aisladas y purificadas.

**Pruebas bioquímicas cualitativas in vitro.** A los aislados bacterianos purificados (46) se realizaron pruebas bioquímicas (Cuadro 1) para la caracterización metabólica.

Cuadro 1. Pruebas bioquímicas determinadas en bacterias filósfericas

Determinación	Metodología utilizada
Solubilización de fósforo	Argumedo, Sánchez y Díaz, 2017
Producción Ácido 3-indol-acético (AIA)	Gordon y Weber, 1951
Fijación de nitrógeno	Kneen y Larue , 1983
Producción de sideróforos	Schwyn y Neilands, 1987
Producción de cianuro	Argumedo, Sánchez y Díaz, 2017

## 3. Resultados y discusión

Se obtuvieron un total de 65 aislamientos de la filósfera de café. El 67.6% de las bacterias obtenidas se desarrollan en la filósfera de hojas provenientes de una finca con manejo orgánico. Esto puede atribuirse a que el manejo orgánico esta libre de la aplicación de insumos químicos y se rige bajo normas de producción y procesamiento vigiladas por un proceso de certificación que estimula el desarrollo de las comunidades microbianas, tanto del suelo como de la planta, lo que a su vez beneficiará el rendimiento del cultivo (Escamilla *et al.*, 2005; Srivastava, Roseti y Sharma, 2007; Marín, Bertch y Castro, 2017).

Mientras que, el manejo convencional se caracteriza por el uso de productos sintéticos para la fertilización y el control de plagas y enfermedades (Davine, Eza, Ogusuku y Furlong, 2008). El medio de cultivo BK permitió obtener mayor número de aislamientos bacterianos (15), seguido

por los medios AN (11), ATS y PDA (ambas con 10 aislamientos). Las pruebas bioquímicas fueron realizadas a 46 aislamientos bacterianos. El medio de cultivo BK favoreció la mayor expresión metabólica de las bacterias, seguido del medio de PDA, ATS y AN. Las bacterias que proliferan en hojas de finca con MO presentaron mayor actividad bioquímica (Figura 1). Mientras que las bacterias que crecen en MC presentan menor actividad bioquímica relacionada con la solubilización de fósforo, producción de sideróforos y AIA. Aquellas con la capacidad solubilizadora de fósforo le proporcionan a la planta fosfatos de manera asimilable; los sideróforos favorecen la quelación de hierro y; el AIA es una de las principales auxinas relacionadas con el crecimiento vegetal.

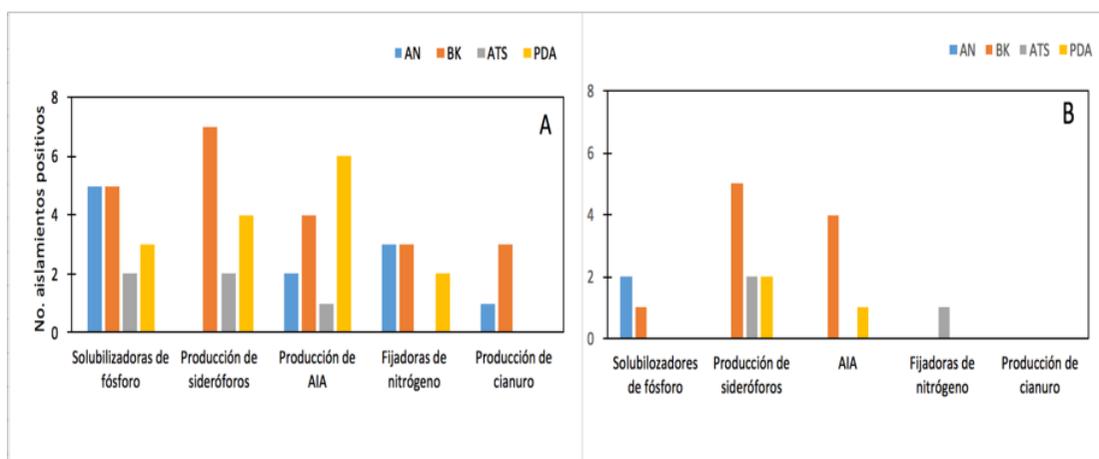


Figura 1. Caracterización bioquímica de bacterias filósfericas aisladas en dos fincas con diferente manejo: orgánico (A) y convencional (B). AN, agar nutritivo; BK, King B; ATS Agar tripticaseína de soja; PDA, Papa-dextrosa-agar

#### 4. Conclusiones

Un manejo orgánico favorece una mayor diversidad de grupos bacterianos en la filósfera de café. Las bacterias filósfericas presentaron mayor actividad bioquímica para la producción de sideróforos y la solubilización de fósforo. La caracterización bioquímica de los microorganismos de la filósfera es la base para la selección de microorganismos con potencial de uso en la promoción de crecimiento y el control biológico de microorganismos patógenos.

#### Referencias

- Argumedo, D. R., Sánchez, V. G. y Díaz M. M.E. (2017). Manual de prácticas de microorganismos promotores de crecimiento vegetal y sus aplicaciones. Doctorado en Ciencias Agropecuarias. Universidad Veracruzana. 25p.

2. Badía, M. R., Hernández, B. T., Murrel, L. J., Mahillon, J. y Pérez, H. M. (2011). Aislamiento y caracterización de cepas de *Bacillus* asociadas al cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). *Rev. Bras. De Agroecología*. 6 (1): 90-99.
3. Clavijo, C., Chipana, V., Centeno, J., Zúñiga, D y Guillén, C. (2012). Aislamiento, caracterización e identificación de bacterias diazotróficas de la rizósfera del cultivo de *Olea europea* en Tacna Perú. *Ecol. Apl.* 11 (2): 89- 102.
4. Davine, J. G., Eza, D., Ogusuku, E. y Furlong, J. M. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Rev. Perú. Med. Exp. Salud Publica*. 25 (1): 74- 100.
5. Escamilla, E., Ruiz, R. O., Díaz, P. G., Landeros, S. G., Platas, R. D.E., Zamarrilla, C. A. y González, H. V. (2005). El agroecosistema café orgánico en México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 76: 5-16.
6. Gordon, S. A. y Weber, R. P. (1951). Colorimetric estimation of indilacetic acid. *Plant Physiology*. 26: 192-195.
7. Kembel, S. E., O' Connor, K. T., Arnold, K. H., Hubbell, P. S., Joseph, W. S. y Green, L. J. (2014). Relationships between phyllosphere bacterial communities and plant functional traits in a neotropical forest. *PNAS*. Recuperado de <https://doi.org/10.1073/pnas.1216057111>.
8. Kneen, E. B y Larue, A. T. (1983). Congo Red Absorption by Rhizobiuminosaru. *Applied and Enviromental Microbiology*. 45 (1): 340- 342.
9. Marín, S., Bertsch, F. y Castro, L. (2017). Efecto del manejo orgánico y convencional sobre propiedades bioquímicas de un Andisol y el cultivo de papa en invernadero. *Agronomía Costarricense*. 41 (2). DOI: [10.15517/rac.v41i2.31298](https://doi.org/10.15517/rac.v41i2.31298)
10. Schwyn, B. y Neilands, J. B. (1987). Universal chemical assay for the detection and determination of siderophores. *Anal Biochem*. 160(1):47-56.
11. Srivastava, R., Roseti, D. y Sharma, A.K. (2007). The evaluation of microbial diversity in a vegetable based cropping system under organic farming practices. *Applied Soil Ecology*. 36: 116- 123.
12. Toloza, M. D. L. y Lizarazo, F. L. M. (2013). Microbial population associated whit the Rhizosphere and Phyllosphere Plants of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Revista de Ciencias*. 18 (2): 27- 38.
13. Zhou, X. y Li, Y. (2015). *Atlas of Oral Mycobiology. From Healthy Microflora to Disease*. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2013-0-19154-4>

---

**Área temática: Horticultura**



## Comportamiento Preliminar De Cultivares De Olivo (*Olea Europaea L.*) En El Centro De México

Grijalva-Contreras Raúl Leonel<sup>1</sup>, Ávila-Escobedo María De Jesús<sup>2</sup>, Guzmán-Maldonado Salvador Horacio<sup>2</sup>, Guerra-Jara Romualdo<sup>3</sup>, Macías-Duarte Rubén<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Investigadores Del Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias. Campo Experimental Costa De Hermosillo, Sonora [rgrijalva59mx@hotmail.com](mailto:rgrijalva59mx@hotmail.com)

<sup>2</sup> Investigadores Del Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias. Campo Experimental Bajío, Celaya Guanajuato

<sup>3</sup>Asesor Técnico Del Grupo De Olivicultores De Guanajuato A.C.

### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento y calidad de aceite en diferentes cultivares de olivo para aceite y mesa. El experimento se realizó durante el año 2017 en ocho localidades con productores de la Asociación de Olivicultores de Guanajuato A.C. Las variables evaluadas fueron rendimiento, contenido y calidad de aceite. Los resultados mostraron que hubo diferencias en rendimiento entre localidades, cultivares y edad de la planta. Los cultivares con mayor rendimiento fueron Coratina y Arbequina en la localidad "La Escondida" con 13.8 y 10.2 kg árbol<sup>-1</sup>, respectivamente. El mayor contenido de aceite fue para Coratina con 24.4%. Los atributos de calidad del aceite producido en Guanajuato cumplen a lo establecido en la norma internacional.

**Palabras claves:** *Olea europaea*, productividad, contenido de aceite, calidad de aceite.

### Abstract

The objective of this work was to evaluate the yield and oil quality in different olive cultivars for oil and table olive. The experiment was carried out during the year 2017 in eight locations with belonging growers from Asociación de Olivicultores de Guanajuato A.C. The evaluated variables were yield, content and quality of oil. The results showed that there were differences in yield among localities, cultivars and tree age. The cultivars with the highest yield were Coratina and Arbequina in the locality "La Escondida" with 13.8 and 10.2 kg tree<sup>-1</sup>, respectively. The highest oil content was for Coratina with 24.4%. The quality attributes of the oil produced in Guanajuato meets the requirements established inside international standard.

**Key Words:** *Olea europaea*, productivity, oil content, oil quality.

### 1. Introducción

La producción comercial de olivo en el mundo se encuentra entre los 30° y 45° de latitud norte y sur. En el mundo se estima una superficie de 9.4 millones de ha de olivo, siendo España, Italia, Grecia y Turquía los países con más superficie y con el 79% de la producción. Por otro lado, el 90% de la producción se dedica a la producción de aceite (2.9 millones de ton) y el 10%

para aceituna de mesa (1.4 millones de ton). La tendencia del consumo y producción de aceite de oliva en el mundo se ha incrementado hasta un 97% en los últimos 20 años (COI, 2011).

En México la superficie plantada de olivo para el 2010 fue de 8,928 ha de las cuales 6,817 se encuentran en etapa productiva que producen 27 209 toneladas anuales con un valor de la producción de 187.3 millones de pesos. Los principales estados con olivos son Baja California, Sonora y Tamaulipas con una superficie de 4,707, 2,167 y 2,000 ha, respectivamente. Se estima que alrededor del 60% de la superficie de olivo en México se destina para la producción de aceite (SIAP, 2010).

El cultivo del olivo ofrece algunas ventajas como son: su alta eficiencia en el uso del agua, tolerancia a la salinidad del suelo y agua sin detrimento en su productividad, y sus productos la aceituna y el aceite son fuertemente demandados por el mercado internacional, en especial por la ubicación geográfica del Noroeste de México de su inmejorable cercanía con el gran mercado de los Estados Unidos de Norteamérica, el cual produce solamente el 1.0% de aceite que consume y el 99% es importado principalmente de Italia con 57% y España con 22%. (Grijalva, López, Navarro y Fimbres, 2010). El consumo per cápita de aceite en Estados Unidos es de 844 g por habitante y el de México es de solamente 70 g, muy por debajo de los principales consumidores en el mundo que son Grecia y España con un consumo de 23.0 y 13.0 kg por habitante, respectivamente (COI, 2011).

El desarrollo de la olivicultura en el estado de Guanajuato en la última década, ha tomado presencia debido a diversos factores, el desarrollo de la viticultura ha promovido la demanda de aceitunas y aceite para uso gourmet. Otro aspecto importante del beneficio socioeconómico que representa el cultivo del olivo es la asociación olivo-vid-lavanda, que al ser cultivados forman un paisaje ecoturístico sobresaliente que atrae al turismo regional en el estado, impactando positivamente en el ingreso de las familias (Ávila *et al*, 2017).

Actualmente en México y principalmente en el centro, existen pocas investigaciones sobre prácticas agronómicas en olivo y menos aún en conocer el comportamiento de nuevos cultivares; por tanto, el objetivo del presente trabajo de investigación fue el de introducir y evaluar cultivares de olivo, y seleccionar aquellos que muestren el mayor potencial de adaptación, producción y calidad de aceite bajo condiciones de riego en el estado de Guanajuato.

## **2. Materiales y métodos**

El presente trabajo se realizó en ocho localidades del estado de Guanajuato en terrenos de productores cooperantes que pertenecen a la Asociación de Olivicultores de Guanajuato A.C. Durante el año 2017. El experimento consistió en la introducción y evaluación de varios cultivares de olivo para la producción de aceituna de mesa y para la extracción de aceite. Las plantas fueron propagadas por estacas bajo neblina en un vivero comercial de Guanajuato. Casi la totalidad de las plantaciones tienen entre 4 a 8 años y la distancia de plantación varió entre las localidades y osciló entre 277 hasta 1250 árboles ha<sup>-1</sup> y usando en la mayoría de las localidades

riego por goteo. En general el manejo agronómico de los olivares se realizó de acuerdo a lo recomendado por (Ávila *et al.*, 2017). Las variables evaluadas fueron: Rendimiento (kg árbol<sup>-1</sup>), contenido de aceite (%), calidad de aceite (acidez, índice de peróxido y K232) y perfil graso (oleico, linoleico, palmítico, esteárico). El contenido de aceite, calidad de aceite y perfil graso se determinaron por medio de análisis químicos de acuerdo a la metodología descrita en (AOAC, 1985). Solamente el rendimiento en tres localidades fue analizado estadísticamente bajo un diseño completamente al azar tomando entre 5 y 20 árboles como unidad experimental. Las medias fueron analizadas utilizando la prueba de DMS al 0.05 de probabilidad. La calidad del aceite y perfil graso se determinó usando cinco muestras para el cultivar Arbequina, dos para Coratina y una en Mission.

### 3. Resultados y discusión

El rendimiento de aceituna entre localidades y cultivares son presentados en el Cuadro 1. En la localidad de “Cuna de Tierra” con árboles de la misma edad (6 a 8 años) se presentaron diferencias estadísticas ( $p < 0.01$ ) siendo los cultivares Coratina y Mission los de mayor rendimiento con 10.0 y 8.0 kg árbol<sup>-1</sup>, respectivamente. En la localidad “La Escondida” el rendimiento presentó diferencias estadísticas ( $p < 0.01$ ) siendo los cultivares Coratina y Misión fueron los más rendidores en su ensayo de producción con 13.8 y 10.2 kg árbol<sup>-1</sup>, respectivamente. En la localidad “Viñedos San Miguel” no hubo diferencia en el rendimiento entre los cultivares a pesar de las diferencias de edades y teniéndose rendimientos muy bajos entre ellos, que variaron entre 3.2 a 4.6 kg árbol<sup>-1</sup>. En el resto de las localidades donde solamente se tiene el cultivar Arbequina el rendimiento osciló entre 1.0 y 12.2 kg árbol<sup>-1</sup>). Las diferencias en rendimiento entre localidades con el mismo cultivar obedece principalmente a la edad de los árboles, manejo agronómico y condiciones de clima. El bajo rendimiento en las localidades “San Olivo” y “Dehesa San Isidro” en el cultivar Arbequina es debido a una fuerte granizada que provocó caída de frutos antes de cosecha. La productividad obtenida en árboles jóvenes (4 a 6 años) es similar reportada por otros autores (Tous, Romero, Plana y Hermoso, 2002; Villamil, Villamil, Rodríguez, 2007) pero inferior a lo reportado en el Noroeste de México (Grijalva, Macías, Robles, Navarro, 2014 ; Grijalva *et al.*, 2017).

En el Cuadro 2 se muestra el contenido de aceite entre los cultivares y características del aceite. El contenido de aceite varió entre cultivares siendo mayor en Coratina con 24.4%, seguida por Mission y Arbequina con 22.1 y 21.2%, respectivamente. Estos valores son superados a los encontrados por Grijalva *et al.*, (2017) en regiones desérticas del Noroeste de México. En todos los parámetros de calidad de aceite el cultivar Mission obtuvo los valores mejores, siendo de 0.22% en acidez, 6.7 en el índice de peróxidos y también los menores valores de absorbancia en K232 y K270 con valores de 1.7 y 0.08 Nm. Todos los cultivares cumplieron con los requisitos de calidad de acuerdo a (IOOC, 2013) que son acidez ( $< 0.8\%$  de ácido oleico), Índice de peróxidos ( $< 20$  meq de O<sub>2</sub>/kg de aceite), K232 de (2.5 Nm) y K270 de (0.22 Nm).

El perfil graso de los cultivares es mostrado en el Cuadro 3 donde se obtuvo que Arbequina logró mayor contenido de ácidos grasos insaturados (oleico y linoleico con 78.1 y 10.9% respectivamente) y Coratina el mayor contenido de ácidos grasos insaturados (palmítico y esteárico con 12.9 y 2.3%, respectivamente). Al respecto, la suma de los valores de ácidos grasos saturados obtenidos en este estudio son ligeramente mayores a los señalados por el IOOC, (2003).

Cuadro 1. Rendimiento de aceituna de cinco cultivares de olivo en diferentes localidades del estado de Guanajuato

Localidad	Cultivar	Plantación (Años)	Rendimiento (kg árbol <sup>-1</sup> )
Cuna de Tierra	Arbequina	6-8	5.1 b
	Mission	6-8	8.0 a
	Coratina	6-8	10.0 a
	Manzanilla	6-8	6.1 b
La Escondida	Arbequina	4	10.2 a
	Coratina	4	13.8 a
	Mission	4	2.5 b
Viñedos San Miguel	Arbequina	5	4.6 a
	Hojiblanca	20	3.2 a
	Manzanilla	8	3.9 a
Santísima Trinidad	Arbequina	6	12.2
San Olivo	Arbequina	15	5.4
San José Lavista	Arbequina	6	5.4
Productores de Gto.	Arbequina	4	5.8
Dehesa San Isidro	Arbequina	4	1.0

Cuadro 2. Porcentaje y características del aceite en tres cultivares de olivo en el estado de Guanajuato

Cultivar	Aceite	Acidez (% ácido oleico)	Índice de peróxidos (Meq de O <sub>2</sub> /kg)	Absorbancia	
				232	270
Arbequina	21.2	0.32	13.8	2.0	0.15
Coratina	24.4	0.24	15.0	1.9	0.15
Mission	22.1	0.22	6.7	1.7	0.08

Cuadro 3. Perfil graso en la evaluación de cultivares de olivo en el estado de Guanajuato

Cultivar	Oleico (%)	Linoleico (%)	Palmítico (%)	Esteárico (%)
Arbequina	78.1 ± 0.80	10.9 ± 0.66	9.7 ± 0.57	2.0 ± 0.15
Coratina	77.1 ± 0.33	7.9 ± 0.19	12.9 ± 0.49	2.3 ± 0.05
Mission	77.1 ± 0.93	8.3 ± 0.43	13.6 ± 1.07	1.43 ± 0.11

#### 4. Conclusiones

En los primeros años de evaluación los cultivares Arbequina y Coratina muestran buen potencial de rendimiento de aceituna y porciento de aceite en diferentes localidades del estado de Guanajuato. La calidad del aceite de oliva obtenido en las diferentes localidades y cultivares pertenece a la calidad de virgen extra y cumplen con los atributos de calidad de acuerdo a la norma internacional.

#### Referencias

1. Association of Official Agricultural Chemist (AOAC). (1985). 'Official methods of analysis'. 14<sup>th</sup>. Edition, Benjamin Franklin Station, Washington D.C. pp 490-576.
2. Ávila-Escobedo MJ, Grijalva-Contreras RL, Guzmán-Maldonado SH, Villalobos-Reyes S, Villalobos-Reyes S, Mariscal-Amaro LA, Bujanos-Muñiz R, Cerón-Mendoza JF (2017). Perspectivas y situación del olivo en Guanajuato. Folleto Técnico No.5. SAGARPA-INIFAP-CIRSE-CEBAJ. p 50.
3. Consejo Oleico Internacional. (COI). (2011). Cifras del mercado mundial del aceite de oliva. <http://www.internationalolive.org>. Consultada en febrero del 2012.
4. Grijalva, C.R.L., López C.A., Navarro A.J.A.C. y Fimbres F.A. (2010). El cultivo del olivo bajo condiciones desérticas del Noroeste de Sonora. Folleto Técnico No. 41. SAGARPA-INIFAP-CECH-CECAB. 100 p.
5. Grijalva, C. R. L., Macías D. R., Robles C. F. y Navarro A. J. A. C. (2014). Comportamiento de cultivares de olivo para aceite (*Olea europaea* L.) bajo condiciones desérticas de Sonora. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 5(1),17-27.
6. Grijalva-Contreras, R.L., Aguilar-Sánchez J., Macías-Duarte R., López-Carvajal A., Robles-Contreras F. y Valenzuela R.M. (2017). Productividad de cultivares de olivo (*Olea europaea* L.) en el Noroeste de México. XX Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C. México. pp. 784-789.
7. International Olive Oil Council (IOOC). (2003). Trade standard applying to olive oil and olive-pomaceas oil. <https://cesoma.ucanr.edu/files/27262.pdf>. Consultada en Agosto del 2018.
8. Tous, J., Romero A., Plana J. and Hermoso J.F. (2002). Behaviour of ten mediterranean olive cultivars in the northeast of Spain. Acta Hort (ISHS), 586,113-116. <http://www.actahort.org/> Consultada en abril 2016.
9. Villamil, J., Cabrera D., Villamil J.J. y Rodríguez P. (2007). Evaluación de variedades de olivo. Serie de actividades de difusión No.512. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay. 6 p.



## Evaluación De Naranjas Tempranas Para El Valle Del Yaqui, Sonora

Márquez Cervantes Jesús Arnulfo, Ortiz Enríquez José Eliseo, Ramírez Díaz Juan Manuel, Barreras González Jesús Francisco

INIFAP Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug Km 12. Cd. Obregón, Sonora.C.P.85000 [marquez.arnulfo@inifap.gob.mx](mailto:marquez.arnulfo@inifap.gob.mx)

### Resumen

El presente estudio se realizó en el Valle del Yaqui, Sonora, en dos variedades de naranja temprana, en dos huertas diferentes, una de naranja Marris y otra de naranja Hamlin. El objetivo fue medir la calidad interna y externa. Las variables medidas fueron: Distribución por tamaño del fruto, peso por tamaño del fruto, peso medio del fruto, peso medio del jugo por fruto, % de jugo, contenido de azúcar ( $^{\circ}$ Brix), acidez (A) y relación  $^{\circ}$ Brix/A. Los resultados obtenidos indican QUE la calidad de fruto ES similar en ambas variedades, ya que presentaron mayor cantidad de frutos y peso de frutos en tamaños de fruta más grande, inclinándose en un alto porcentaje la rezaga de fruta grande. En cuanto % de jugo, LA VARIEDAD Marris presentó en todos los tamaños alto % de jugo (40% o más) mientras que Hamlin la fruta más grande no llegó al 40% de contenido de jugo; ambas presentaron bajo contenido de azúcar y acidez.

**Palabras clave:** Cítricos, calidad, Tamaño de fruta.

**Abstract.** The present study was conducted in the Yaqui Valley, Sonora, in Marris and Hamlin, two early orange varieties, in two different orchards. The objective was to measure internal and external quality. The variables measured were: Distribution by size of the fruit, weight by size of the fruit, average weight of the fruit, average weight of the juice per fruit, % juice, sugar content ( $^{\circ}$  Brix), acidity (A) and  $^{\circ}$ Brix /acid ratio. The results obtained indicate a very similar behavior in fruit quality in both varieties, since they presented a greater amount of fruit and fruit weight in larger fruit sizes, with a high percentage of large fruit lag, with a percentage of Marris juice presented in all sizes high % juice (40% or more) while Hamlin the largest fruit did not reach 40% juice content; both varieties had low sugar and low acidity content.

**Keywords:** Citrus, quality, Size of fruit.

### 1. Introducción

La mayor parte de la naranja plantada y que se cosecha en Sonora es de la variedad Valencia, una variedad tardía que se cosecha de fines de enero hasta abril al igual que en la Huasteca Potosina y Veracruz lo cual satura el mercado nacional. Por ello, es importante conocer el comportamiento en cuanto a producción y calidad de variedades tempranas como Marris y Hamlin que son nuevas plantaciones en el Valle del Yaqui, Sonora. El uso de variedades precoces e injertadas en patrones tolerantes al virus de la tristeza de los cítricos (VTC), se convierte en una

estrategia de mercado PARA obtener naranjas tempranas cuando hay escasez de esta fruta y se eleva el precio en el mercado nacional. La variedad Marrs es considerada una de las más tempranas en madurar (Duron, ET AL, 1990; Cruz, 2003; Patrón y Rocha, 2009) con buena adaptación en la Huasteca Potosina con la ventaja de ofertar a más del doble que la Valencia (Cruz, 2003). Se reporta que el fruto es de medio a grande con un tamaño promedio de 7.0 a 7.4 cm de diámetro, 8.8 °Brix y una acidez titulable baja de 4 a 5 ml de NaOH 0.321 N. La variedad Marrs se cosecha de septiembre a octubre, mientras que la variedad Hamlin se cosecha de septiembre a diciembre que es un poco más tardía. Hamlin es un árbol de mediano a grande su fruto es redondo de tamaño mediano a pequeño con pocas o ninguna semilla, de color naranja pálida y calidad satisfactoria en relación a las variedades de naranja temprana. Los datos que contrastan es que Hamlin es un fruto más pequeño que Marrs, pero con más dulce (Cruz, 2003). Duron et al,1990, mencionan que la variedad Marrs por ser la más temprana ha desplazado a otras variedades tempranas como Hamlin, Person Brown y Pineapple. La Marrs proviene de una mutación de la variedad Navel en Texas estados Unidos, sin embargo, su sabor, aunque dulce es insípido, lo cual puede mejorar si se deja avanzar más en su maduración (Padrón-Chavez y Rocha-Peña, 2009).

## 2. Materiales y métodos

Se realizó un estudio en el Valle del Yaqui, Sonora, para determinar la calidad de las variedades de naranja temprana Marrs y Hamlin, cosechadas el 12 de noviembre, como una estrategia de mercado temprano cuando la naranja Valencia de mayor calidad aún no inicia su cosecha sino hasta 2 meses después que las probadas en este estudio. El propósito del mismo fue determinar la calidad interna y externa de estas variedades para definir cuál de ellas presenta mejores características de calidad. Todas las variables medidas se hicieron en relación al tamaño de fruto. Los tamaños comerciales de fruto están definidos por los números 163, 138, 113, 88 y 72 que significa el número de naranjas que caben en una caja de 7/10 de bushel (24.66 litros); los números que se salen de esta escala se consideran rezaga. Las variables medidas fueron: 1) No. De frutos de la fruta total muestreada, por tamaño; 2) peso total de los frutos muestreados por tamaño en gramos, 3) peso por fruto de acuerdo al tamaño en gramos. Otras variables de calidad fueron medidas a partir de una muestra de 20 frutos como la variable 4) peso de 20 frutos, 5) Peso del jugo de 20 frutos, 6) volumen de jugo de 20 frutos, 7) % de jugo/fruto, 8) contenido de azúcar (°Brix) con un refractómetro manual ATAGO ATC-1 , 9) acidez titulable (A), se titularon 25 ml de jugo con NaOH 0.325 N, 10) acidez, medida a partir de acidez titulable mediante una Cuadro de conversión estándar para el volumen utilizado convirtiéndolos en ácido cítrico anhidro y 11) relación °Brix/A. Diseño Bloques al azar, 3 repeticiones. Análisis estadístico SAS.

### 3. Resultados y discusión

Los tamaños comerciales de la variedad Marrs se presentaron a la cosecha del No. 138 hasta el No. 72 y solo se tuvo rezaga de fruta grande de tamaño menor de 72 frutos por caja. El mayor número de naranjas se presentó para los tamaños 88 y 72 (Cuadro 1). La cantidad de frutos fue mayor en tamaños más grandes lo que necesariamente no indica calidad ya que los frutos fuera de la escala comercial representaron el 31.4% y en peso representó el 42.3%, lo cual significa una cantidad de energía mal utilizada, pudiendo dirigirla a tamaños más pequeños, pero dentro de la escala comercial.

Cuadro 1. Cantidad de frutos, peso de frutos y peso de fruto de acuerdo al tamaño comercial de la variedad de naranja Marrs, tasado en No. De frutos/caja de 7/10 bushel

Tamaño (No de frutos /caja)	No. Frutos	peso de frutos (g)	Peso de fruto (g)
>163	0	0	0
163	0	0	0
138	3	360	120
113	29	4296	148.1
88	153	30070	196.5
72	147	33780	229.8
<72	167	50236	300.8
<b>Media</b>	<b>99.8</b>	<b>23748.4</b>	<b>199.1</b>

Cuadro 2. Características de calidad de la fruta y jugo de naranja temprana Marrs

Tamaño de fruto	Peso 20 frutos (g)	Peso de jugo de 20 frutos (g)	ml de jugo de 20 frutos	% de jugo	°Brix	Acidez titulable	Acidez	Relación °Brix/Acidez
113	3200	1534	1500	47.9 a	10.2 a	7.4 a	0.57 a	17.9 a
88	4075	2028	1980	49.8 a	10 a	7.2 a	0.55 a	18.2 a
72	4865	2160	2150	44.4 a	10 a	7 a	0.54 a	18.5 a
<72	6070	2866	2820	47.2 a	9.8 a	7 a	0.54 a	18.1 a
Media	4552.5	2147	2112.5	47.3	10	7.15	0.55	18.2

Letras iguales no son diferentes. DMS ( $P \leq 0.05$ )

En cuanto a la calidad interna, la variedad Marrs presentó un porcentaje de jugo aceptable (mayor de 40%) en todos los tamaños de naranja obtenidos, porcentaje de jugo que debe tener a la cosecha, sin embargo, el contenido de azúcar fue bajo (10 °Brix), la acidez fue baja (0.55) y aunque la relación azúcar/acido fue alta (18.2) el sabor de jugo fue plano (Cuadro 2), es decir con sabor a naranjada.

Los tamaños comerciales de la variedad Hamlin se presentaron a la cosecha del No. 163 hasta el No. 72 y solo se tuvo rezaga de fruta grande de tamaño menor de 72 frutos por caja. El mayor número de naranjas se presentó para los tamaños 88 y 72 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Cantidad de frutos, peso de frutos y peso de fruto de acuerdo al tamaño comercial de la variedad Hamlin de naranja, tasado en No. De frutos/caja de 7/10 bushel

Tamaño (No de frutos /caja)	No. Frutos	peso de frutos (g)	Peso de fruto (g)
>163	0	0	0
163	2	220	110
138	13	1515	116.5
113	59	9035	153.1
88	114	21465	188.3
72	117	26905	230.0
<72	160	50380	314.9
<b>Media</b>	77.5	18253.3	185.5

Cuadro 4. Características de calidad de la fruta y jugo de naranja temprana Hamlin

Tamaño de fruto	Peso 20 frutos (g)	Peso de jugo de 20 frutos (g)	ml de jugo de 20 frutos	% de jugo	°Brix	Acidez titulable	Acidez	Relación °Brix/Acidez
138	2560	1162	1040	45.4 a	9.4 a	8.4 a	0.645a	14.6 a
113	3040	1266	1230	41.6 ab	9.4 a	8.2 ab	0.63 a	14.9 a
88	3990	1702	1660	42.7 ab	8.6 b	8.3 ab	0.64 a	13.4 ab
72	4780	1706	1670	35.7 b	8 b	8.5 a	0.65 a	12.3 b
<72	5830	1942	1900	33.3 b	7.8 b	8 b	0.615a	12.7 b
<b>Media</b>	<b>4410</b>	<b>1654</b>	<b>1615</b>	<b>38.3</b>	<b>8.45</b>	<b>8.25</b>	<b>634</b>	<b>13.3</b>

Letras iguales no son diferentes. DMS ( $P \leq 0.05$ )

La cantidad de frutos fue mayor en tamaños más grandes lo que necesariamente no indica calidad ya que los frutos fuera de la escala comercial representaron el 35.2% y en peso representó el 46%, lo cual significa que esta variedad obtuvo una menor calidad de fruta que la variedad Marrs.

En cuanto a la calidad interna, la variedad Hamlin presentó un porcentaje de jugo dentro de los requerimientos de mercado (mayor de 40%) en los tamaños comerciales 138, 113 y 88, pero en la 72 tuvo menor de 40% de jugo; el contenido de azúcar fue bajo (8.25 °Brix), la acidez fue baja (0.634) y la relación azúcar/acido fue buena en los tamaños 138 y 113 (14.5 a 14.9) en la 88 y 72 fue menor 13.4 y 12.3 respectivamente (Cuadro 4). El sabor fue mejor que la variedad Marrs.

Cuadro 5. Características de calidad de la fruta y jugo de las variedades Marrs y Hamlin

Tamaño de fruto	Peso 20 frutos (g)	Peso de jugo de 20 frutos (g)	ml de jugo de 20 frutos	% de jugo	°Brix	Acidez titulable	Acidez	Relación °Brix/Acidez
MARRS	4552	2147	2112	47.3 a	10 a	7.1 b	0.55b	17.9 a
HAMLIN	4410	1654	1615	38.3 b	8.4 b	8.2 a	0.63 a	13.3 b

Letras iguales no son diferentes. DMS ( $P \leq 0.05$ )

En el Cuadro 5, podemos observar un mayor contenido de jugo en la variedad Marrs que en la Variedad Hamlin (2147g vs 1654g) proveniente del porcentaje de jugo (47% vs 38.3%) y ligeramente por peso de fruta (4552g vs 4410), también presentó mayor contenido de azúcar (10.0 vs 8.4 °Brix) y menor acidez titulable (7.1 vs 8.2), lo cual se como consecuencia que Marrs presente una mayor relación °Brix/Acidez.

#### 4. Conclusión

La variedad Marrs fue mejor que la variedad Hamlin, ya que presentó mayor porcentaje de jugo y mayor concentración de °Brix y menor acidez, lo cual le da un sabor menos ácido.

#### Referencias

1. Cruz F.M. (2003). Naranjas tempranas una opción para la diversificación cítrica en la Huasteca Potosina. INIFAO-CIRNE-CEHUP. Folleto para productores No. 3. 16 p.
2. Duron N.L.J., Valdés G. B., Núñez M. H. y González V. F. (1990). El naranjo en la costa de Hermosillo. SARH-INIFAP-CIFAP Sonora-CECH. Folleto técnico No. 6- 68 P.
3. Padrón-Chávez J.E. y Rocha-Peña M. A. (2009). Cultivares y portainjertos cítricos. En: El cultivo de los cítricos en el Estado de Nuevo León. INIFAP-CIRNE-CEGET. Libro científico No.1. pp 56-89.



## Relación Fuente Demanda: Manejo Del Dosel En La Calidad Del Jugo De Uva Para Vino

Martínez Gerardo, Pérez Adriana, Miranda José

Investigadores Del INIFAP En El Campo Experimental Costa De Hermosillo  
[martinez.gerardo@inifap.gob.mx](mailto:martinez.gerardo@inifap.gob.mx)

### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la cantidad follaje en relación a la cantidad de racimos en las características del jugo de uva para vino. El experimento se realizó en los cultivares Cabernet Sauvignon, Touriga Nacional y Tempranillo en Cananea, Sonora. Los tratamientos fueron: a) relación 1:1 (un brote por racimo); b) relación 1.5:1 (1.5 brotes por racimo) y c) testigo (crecimiento libre del dosel y racimos), los cuales se distribuyeron en un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. El cultivar Tempranillo presentó la mayor concentración de sólidos solubles y la menor acidez ( $P \leq 0.05$ ), pero los tres cultivares evaluados presentaron estas características en el rango de aceptables para vinificación. El tratamiento 1.5:1 aportó una reducción significativa del pH del jugo en Cabernet Sauvignon y de contenido de ácido málico en Touriga Nacional ( $P \leq 0.05$ ).

**Palabras Clave:** Vitis vinífera, dosel, uvas.

### Abstract

The objective of this work was to evaluate the effect of the amount of foliage in relation to number of clusters in grape juice traits for wine. The experiment was carried out in cv. Cabernet Sauvignon, Touriga Nacional and Tempranillo, in Cananea, Sonora. Treatments were: a) 1:1 ratio (one shoot per bunch); b) 1.5: 1 ratio (1.5 shoots per cluster) and c) control (free growth of the canopy and clusters). Treatments were distributed in a completely randomized block design, with three replications. Tempranillo showed the highest soluble solids content and the lowest acidity ( $P \leq 0.05$ ); nevertheless, the three cultivars had acceptable trait levels for wine making. Treatment 1.5:1 gave a significant reduction in pH juice in Cabernet Sauvignon and in malic acid content in Touriga Nacional ( $P \leq 0.05$ ).

**Key words:** Vitis vinifera, canopy, grapes.

### 1. Introducción

Las uvas de calidad para una buena vinificación deben tener un contenido de sólidos totales entre 23 a 25 °Brix, relación azúcar:ácidos de 4.0 a 5.0 g L<sup>-1</sup>, acidez total (volátiles + fijos) entre 4.0 - 4.5 g L<sup>-1</sup>, pH entre 2.8 a 3.6, ácido tartárico entre 6 y 7 g L<sup>-1</sup> y málico entre 1 y 2 g L<sup>-1</sup>; el primero de estos ácidos es el más importantes en la elaboración del vino debido a que se presenta en mayor cantidad y ser el más específico de la uva. La acidez volátil generalmente

refleja la cantidad de ácido acético presente, el cual es un ácido indeseable y debe estar presente en los rangos de 0.2 a 0.4 g L<sup>-1</sup>. Finalmente, el ácido glucónico es indeseable en el mosto, por lo que su ausencia es un indicador de buena calidad del mosto; si éste se presenta, no debe de rebasar los 0.5 g L<sup>-1</sup> (Barajas y Yuste, 2010).

Se requiere aumentar el conocimiento del efecto de prácticas de manejo del viñedo en la calidad de las uvas para vinificación. Se ha reportado que el manejo de la luminosidad en las parras es esencial para lograr un buen efecto en la biosíntesis de los fotosintatos; por lo que, la manipulación del dosel, la carga, la cantidad y calidad de luz, pueden tener efectos en el desarrollo del racimo, modificando la concentración de los compuestos y de sustancias antioxidantes en la epidermis y pulpa de las bayas (Dokoozlian y Kliewer, 1996). El determinar la relación óptima entre en nivel carga (racimos) y cantidad de follaje, puede ser una práctica que permita producir uvas de calidad y que a su vez se refleje en la calidad de los vinos (Champagnol, 1984). El presente estudio se llevó a cabo con el propósito de determinar la relación adecuada entre carga y follaje para producir uvas de calidad para vinificación.

## 2. Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la localidad del Ejido Ignacio Zaragoza, municipio de Cananea, Sonora. Con coordenadas 31° 05' 12.32" N y 110° 04' 54.42" O y con elevación de 1554 msnm, con clima templado BS<sub>1</sub>K (García, 988), con variaciones de temperatura máximas de 14.8 a 37.7 °C y mínimas de -1.21 a 21.9 °C., en los cultivares de vid para vino: Cabernet Sauvignon, Tempranillo y Touriga Nacional y que se encuentran plantados en un lote experimental ubicado en dicha localidad. Los tratamientos evaluados fueron las siguientes proporciones brotes/racimos: 1) relación 1:1 (1 racimo por cada brote); 2) relación 1.5:1 (1 racimo por cada 1.5 brotes) y 3) Testigo (total de racimos por planta). Estos tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones con unidad experimental de ocho plantas. Los tratamientos se aplicaron el 20 de Julio de 2016, cuando las bayas estaban en envero. La cosecha se realizó los días 29 y 30 de agosto del 2016. Se seleccionaron 10 bayas por racimo a las cuales se les extrajo el jugo para medir contenido de sólidos solubles (°Brix) con un refractómetro manual, pH (potencial de Hidrógeno) y contenido ácidos orgánicos con un espectrofotómetro OenoFoss. Se realizó el análisis de varianza de los datos, así como la prueba de separación de medias utilizando la prueba de Duncan al 0.05%.

## 3. Resultados y discusión

En lo que respecta a los resultados por variedad se encontró que el cv Tempranillo presentó el más alto contenido de sólidos solubles que Cabernet Sauvignon ( $p \leq 0.05$ ) (Cuadro1). A la vez este mismo cultivar presentó el menor contenido de ácido málico y ácido tartárico que el restante de los cultivares.

A pesar de estas diferencias, los tres cultivares presentaron valores que los hacen aceptables para vinificación de acuerdo a Valdés *et al.*, 2009. La relación de 1.5 brotes por racimo redujo significativamente el pH del cv Cabernet Sauvignon ( $p \leq 0.05$ ); no obstante, en Tempranillo y Touriga nacional no hubo tal efecto. En contraste, en Touriga Nacional la concentración de ácido málico se redujo significativamente ( $p \leq 0.05$ ) con este mismo tratamiento de dosel (Cuadro 2).

Cuadro 1. Parámetros de calidad del jugo de uva para vino de tres cultivares de vid en Cananea, Sonora. 2016

Cultivar	pH	Ácido tartárico (g L <sup>-1</sup> )	Ácido málico (g L <sup>-1</sup> )	Acidez Total (g L <sup>-1</sup> )	°Brix
Cabernet Sauvignon	3.80 a	6.70 a	1.93 a	2.20 a	20.5 b
Touriga Nacional	3.90 a	7.10 a	2.00 a	1.90 a	22.3 ab
Tempranillo	3.90 a	6.20 b	1.50 b	1.90 a	23.4 a

Cuadro 2. Efecto de la relación de brote/racimo en los componentes que determinan calidad de las uvas en cultivares de vid para vino, en Cananea, Sonora

Variedad/ Tratamiento	pH	Acidez volátil (g L <sup>-1</sup> )	Ácido tartárico (g L <sup>-1</sup> )	Ácido málico (g L <sup>-1</sup> )	Ácido glucónico (g L <sup>-1</sup> )	Conc. total de ácidos (g L <sup>-1</sup> )	Sólidos solubles °Brix
Cabernet Sauvignon							
Relación 1:1	3.86 a	0.08 a	6.27 a	1.40 a	0.07 a	2.20 a	20.47 a
Relación 1:1.5	3.72 b	0.06 a	6.83 a	1.10 a	0.07 a	2.83 a	20.90 a
Testigo	3.77 ab	0.06 a	7.13 a	1.93 a	0.00 a	2.80 a	20.03 a
Touriga Nacional							
Relación 1:1	3.98 a	0.14 a	6.97 a	2.37 a	0.00 a	1.80 a	21.70 a
Relación 1:1.5	3.92 a	0.13 a	7.13 a	1.57 b	0.00 a	1.90 a	23.43 a
Testigo	3.94 a	0.13 a	7.20 a	2.06 ab	0.00 a	1.90 a	21.90 a
Tempranillo							
Relación:1.1	3.88 a	0.05 a	6.16 a	1.50 a	0.00 a	1.80 a	24.13 a
Relación 1:1.5	3.99 a	0.04 a	6.23 a	1.57 a	0.00 a	1.66 a	23.27 a
Testigo	3.77 a	0.02 a	6.23 a	1.30 a	0.00 a	2.27 a	23.03 a
C.V.	2.36	77.66	13.58	26.62	212.19	17.31	8.5

El valor del pH en todos los tratamientos y cultivares son superiores a los valores considerados como óptimos, esto posiblemente sea efecto de las condiciones de clima y suelo en que desarrollan los cultivares (Hunter and Visser, 1990).

#### 4. Conclusiones

El cultivar Tempranillo presentó la mayor concentración de sólidos solubles y la menor acidez, pero los tres cultivares evaluados presentaron estas características en el rango de aceptables para vinificación, por lo que dichos cultivares podrían ser muy buenas opciones para la producción de vinos de calidad en la región serrana de Sonora. El manejo del dosel no tuvo importantes repercusiones en la calidad del jugo para vinificación en las tres variedades evaluadas.

#### Referencias

1. Barajas-Tola, E. 2010. Comportamiento fisiológico y agronómico y calidad de la uva de la variedad Tempranillo, en función de la distancia entre cepas en el valle del Río Duero. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales. Universidad de Valladolid. España. 375p.
2. Champagnol, F. 1984. *Éléments de physiologie de la vigne et viticulture générale*. F. Champagnol (ed.) Saint Gely dufesc. France. 351p.
3. Dokoozlian N. K, Kliewer W. M. 1996. Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 12:869-874.
4. García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana). 4ta. Ed. Offset Larios. México D. F. 115p.
5. Hunter, J. J. and J. H. Visser. 1990. The effect of partial defoliation on growth characteristics of *Vitis Vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon I. vegetative growth. *S. Afric. J. Enol. Vitic.* 11:18-25.
6. Valdés E., Moreno D., Gamero E., Uriarte D., Prieto M., Manzano R., Picon J. and Intrigliolo D.S. 2009. Effects of cluster thinning and irrigation amount on water relations, growth, yield and fruit and wine composition of Tempranillo grapes in Extremadura. *J. Int. Sci. Vigne Vin.* 43(2), 67-76.

---

**Área temática: Parasitología**



## Efecto De Fluensulfone, Fluopyram Y Abamectina En La Marchitez De Tomate En Suelo Infestado Por *Meloidogyne Spp.*

Castro López Ricardo<sup>1</sup>, Godoy Angulo Tirzo Paúl<sup>2</sup>, Gastélum Luque Roberto<sup>2</sup>, Yáñez Juárez Moisés Gilberto<sup>2</sup>, Guerra Liera Juan Eulogio<sup>2</sup>, Inzunza Castro Jorge Fabio<sup>2</sup>, Enríquez Verdugo Idalia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante De Doctorado En Ciencias Agropecuarias [ricardo\\_castro\\_lopez\\_80@hotmail.com](mailto:ricardo_castro_lopez_80@hotmail.com)

<sup>2</sup>Profesores-Investigadores De La Facultad De Agronomía De La Universidad Autónoma De Sinaloa

<sup>3</sup>Profesora-Investigadora De La Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia De La Universidad Autónoma De Sinaloa

### Resumen

Entre los factores que limitan la producción de tomate están los nematodos fitoparásitos, de estos, el nematodo agallador (*Meloidogyne spp.*) es el que más reduce la calidad y cantidad de su producción, por tanto, se consideró conveniente realizar el presente estudio con el objetivo de investigar el efecto de fluensulfone, fluopyram y abamectina, solos y combinados en el control del nematodo agallador en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. Este trabajo se estableció en la Facultad de Agronomía en suelo infestado por *Meloidogyne spp.*, bajo un diseño en bloques completos al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. La variable evaluada fue plantas marchitas a los 112, 132, 152, 172 y 192 días después del planteo (ddp). Los resultados indicaron que la abamectina (Oregon 60 SC) a dosis 1.25 L ha<sup>-1</sup> aplicada 2, 19, 36, 53 y 70 ddp no contribuyó en la disminución de plantas marchitas inducidas por *Meloidogyne spp.* en ninguno de los muestreos efectuados, en cambio, con una aplicación de fluensulfone (Nimitz 480 CE 2.0 L ha<sup>-1</sup>) 12 días antes del planteo se logró disminuir significativamente la incidencia de la marchitez en los cinco muestreos realizados; y con la utilización de fluopyram (Verango 50 SC 1.0 L ha<sup>-1</sup>) a los 2, 30 y 58 ddp se indujo ausencia total de plantas marchitas. Finalmente, todos los tratamientos que poseían fluensulfone y/o fluopyram contribuyeron en menor incidencia de marchitez que las plantas infectadas por el nematodo agallador sin nematicida.

**Palabras clave:** Meloidogyne, fluensulfone y fluopyram.

### Abstract

Among the factors that limit the tomato production are the phytoparasitic nematodes, of these, the root-knot nematode (*Meloidogyne spp.*) is the one that reduces the quality and quantity of its production, therefore, it was considered convenient to carry out the present study with the Objective: To investigate the effect of fluensulfone, fluopyram and abamectin, alone and in combination in the control of the root-knot nematode in tomato cultivation under greenhouse conditions. This work was established in the Faculty of Agronomy in soil infested by *Meloidogyne spp.*, Under a design in complete blocks at random with eight treatments and four repetitions. The evaluated variable was wilted plants at 112, 132, 152, 172 and 192 days after planting (dap). The results indicated that abamectin (Oregon 60 SC) at doses 1.25 L ha<sup>-1</sup> applied 2, 19, 36, 53

and 70 dap did not contribute to the decrease of wilted plants induced by *Meloidogyne* spp. in none of the samplings carried out, however, with an application of fluensulfone (Nimitz 480 CE 2.0 L ha<sup>-1</sup>) 12 days before the proposal, the incidence of wilting in the five samplings carried out was significantly reduced; and with the use of fluopyram (Verango 50 SC 1.0 L ha<sup>-1</sup>) at 2, 30 and 58 dap total absence of wilted plants was induced. Finally, all the treatments that possessed fluensulfone and/or fluopyram contributed to a lower incidence of wilt than the plants infected by the root-knot nematode without nematicide.

**Palabras clave:** *Meloidogyne*, fluensulfone and fluopyram.

## 1. Introducción

El cultivo de tomate tiene mucha importancia por la superficie destinada y el alto consumo en México y a nivel mundial, los principales países productores son China, India y Estados Unidos, los cuales aportan más del 49% de la producción mundial total de esta hortaliza (FAO, 2018). México ocupó el décimo lugar a nivel mundial con una producción total de 4, 047, 172 t<sup>-1</sup> en 2016, siendo la segunda hortaliza que mayor derrama económica genera para México, con exportaciones por un valor superior a los mil 773 millones de dólares (FAO, 2018; SAGARPA, 2018). Sinaloa es el estado con mayor producción de tomate y aporta un 27% de lo que se produce en nuestro país, este producto está destinada principalmente para exportación al mercado de Estados Unidos (SIAP, 2018). Sin embargo, el cultivo de tomate es afectado por diversos factores que limitan tanto su producción como su comercialización, entre los que podemos encontrar distintas plagas y enfermedades, estas últimas pueden ser causadas por diferentes organismos patogénicos como son hongos, bacterias, virus y nematodos fitoparásitos, en este último grupo, se encuentra el nematodo agallador del género *Meloidogyne* spp., el cual afecta adversamente el desarrollo de las plantas y causa pérdidas muy importantes en diferentes cultivos agrícolas en el mundo (Reddy, 2008). Entre los nematodos fitoparásitos, el de mayor importancia es *Meloidogyne* spp. porque es capaz de reducir el rendimiento en un 12.3% en los 40 principales cultivos a nivel mundial (Sasser y Freckman, 1987). En México entre las especies reportadas están *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla* (Cid Del Prado, 2001). En el estado de Sinaloa las especies reportadas del nematodo agallador son *M. Incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. enterolobii*, entre otras (Carrillo *et al.*, 2000; Martínez *et al.*, 2015 y Villar *et al.*, 2016). El nematodo agallador es un parásito obligado, se aloja dentro del tejido radical de las plantas e induce la formación de agallas, y como consecuencia de este daño, en la parte aérea de las plantas se puede apreciar una reducción en el vigor, marchitamientos, clorosis, deficiencias nutricionales, menor producción y baja calidad de la misma (Anwar y Javid, 2010); por tanto, las diferentes especies de *Meloidogyne* provocan cuantiosas pérdidas en diferentes cultivos, aunque los daños son más evidentes en hortalizas, estimaciones específicas de reducción en el rendimiento por *M. javanica* y *M. incognita* varían del 17 al 20% en berenjena, del 18 al 30% en melón, 25% en papa, y en tomate fluctúa del 24 al 38% (Kathy, 2000; Sasser y Freckman, 1987). Por tanto, es necesario presentar alternativas que coadyuven en el manejo de este nematodo, al respecto entre los nematicidas que se reportan se menciona a la abamectina (Burg *et al.*, 1979; Egerton *et al.*, 1979;

Kang *et al.*, 2012; Miller *et al.*, 1979. El fluensulfone es un producto no fumigante que posee actividad nematocida sobre el género *Meloidogyne* (Kearn *et al.*, 2014; Morris *et al.*, 2016; Oka, 2014). De igual manera, existen reportes que el fluopyram tiene propiedades nematocidas (Broeksma *et al.*, 2014; Haydock *et al.*, 2013; Jones *et al.*, 2017).

Con base en la información anterior se consideró conveniente realizar la siguiente investigación cuyos objetivos se indican a continuación.

## 2. Objetivos

1. Cuantificar el efecto de tres nematocidas (fluensulfone, abamectina y fluopyram), solos o combinados sobre el control del nematodo agallador (*Meloidogyne* spp.) en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

2. Establecer un programa de manejo del nematodo agallador (*Meloidogyne* spp.) en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

## 3. Materiales y métodos

La investigación fue realizada en uno de los invernaderos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Las plántulas de tomate utilizadas fueron del cultivar Moctezuma y el planteo se realizó el 14 de enero de 2017. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con ocho tratamientos y 4 repeticiones, cada unidad experimental útil constó de una cama de 3.0 m de longitud y 1.6 m de ancho, misma que se inoculó con *Meloidogyne* spp. Quince días antes del planteo. Los tratamientos considerados en este experimento se indican a continuación:

1. Fluensulfone (Nimitz 480 CE 2.0 L ha<sup>-1</sup>) 12 días antes del planteo (dap), fluopyram (Verango 50 SC 1.0 L ha<sup>-1</sup>) 28 días después del planteo (ddp), abamectina (Oregon 60 SC 1.25 L ha<sup>-1</sup>) 56 ddp y Verango 50 SC (1.0 L ha<sup>-1</sup>) 73 ddp.

2. Nimitz (2.0 L ha<sup>-1</sup>) 12 dap, Verango (1.0 L ha<sup>-1</sup>) 28 ddp y Verango (1.0 L ha<sup>-1</sup>) 56 ddp.

3. Nimitz (2.0 L ha<sup>-1</sup>) 12 dap, Oregon (1.25 L ha<sup>-1</sup>) 28 ddp, Oregon (1.25 L ha<sup>-1</sup>) 45 ddp, Oregon (1.25 L ha<sup>-1</sup>) 62 ddp y Oregon (1.25 L ha<sup>-1</sup>) 79 ddp.

4. Nimitz (2.0 L ha<sup>-1</sup>) 12 dap.

5. Verango (1.0 L ha<sup>-1</sup>) 2 ddp, Verango 30 ddp y Verango 58 ddp.

6. Oregon (1.25 L ha<sup>-1</sup>) 2 ddp, Oregon 19 ddp, Oregon 36 ddp, Oregon 53 ddp y Oregon 70 ddp.

7. Testigo con inóculo de *Meloidogyne* spp. y sin nematocida.

8. Testigo sin inóculo del nematodo agallador y sin nematocida.

La variable evaluada fue porcentaje de plantas marchitas a los 112, 132, 152, 172 y 192 ddp; la cuantificación de las plantas marchitas se empezó al observar los síntomas de flacidez en las plantas, posteriormente se realizaron evaluaciones cada 20 días hasta concluir el ciclo del cultivo.

Los datos de las variables no cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, razón por la cual se analizaron con estadística no paramétrica, donde los datos fueron transformados a rangos a través de la prueba de rangos de Friedman (Castillo, 2000). El programa estadístico utilizado fue Statistical Analysis System (SAS).

#### 4. Resultados y discusión

**Plantas marchitas a los 112 días después del planteo.** El análisis de los datos con la prueba de rangos de Friedman, indicó que todos los tratamientos con nematicida, excepto donde solo se usó abamectina, disminuyeron significativamente ( $P \leq 0.05$ ) la incidencia de plantas marchitas a los 112 ddp, respecto a las plantas del testigo con presencia del nematodo agallador y sin nematicida (Cuadro 1).

**Plantas marchitas a los 132 días después del planteo.** El resultado del muestreo realizado a los 132 ddp mostró una incidencia de marchitez del 10 y 45%, donde se aplicó solo abamectina y en el testigo con inóculo del nematodo agallador y sin nematicida, respectivamente; en cambio, las plantas que estuvieron sometidas a los demás tratamientos no manifestaron síntomas de marchitez, observándose una disminución significativa ( $P \leq 0.05$ ) de ésta variable respecto a las plantas infectadas con el nematodo agallador que no se protegieron con nematicida (Cuadro 1).

**Plantas marchitas a los 152 días después del planteo.** A los 152 ddp, el mayor porcentaje de las plantas se encontró en las plantas inoculadas con el nematodo agallador que no recibieron nematicida (65%) y en las plantas que se les aplicó abamectina (60%), estos niveles de incidencia de la enfermedad fueron significativamente superiores ( $P \leq 0.05$ ) a lo observado en las plantas de los demás tratamientos con nematicidas y en el testigo sin *Meloidogyne* spp. y sin nematicida, donde la expresión de la variable fluctuó entre el 0 y el 5% (Cuadro 1).

**Plantas marchitas a los 172 días después del planteo.** Se registró un aumento significativo ( $P \leq 0.05$ ) de la variable a los 172 ddp en las plantas del testigo con inóculo sin nematicida y donde se usó abamectina que alcanzó el 100% de incidencia de marchitez, no obstante, donde aplicaron los demás tratamientos la expresión de la variable fue del 0%, excepto en las plantas tratadas solo con fluensulfone, cuyo porcentaje resultó ser del 10% (Cuadro 2).

**Plantas marchitas a los 192 días después del planteo.** Como se indicó anteriormente, el 100% de plantas enfermas se detectó a los 172 ddp solo en dos tratamientos, donde estaba presente el nematodo agallador y no se usó nematicida, y en las plantas donde se usó abamectina al suelo; este porcentaje de incidencia de marchitez fue significativamente superior ( $P \leq 0.05$ ) al encontrado en los demás tratamientos. Donde se utilizó únicamente fluensulfone se registró una incidencia de la enfermedad del 40%; misma que fue significativamente superior a la encontrada en fluensulfone- abamectina (20%) y fluensulfone-fluopyram (10%); estos porcentajes a su vez resultaron ser estadísticamente diferentes a los detectados en fluopyram, fluensulfone-fluopyram-abamectina y del testigo sin presencia del nematodo agallador y sin nematicida, porque hubo ausencia de plantas enfermas (Cuadro 2).

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de plantas marchitas de tomate en suelo infestado por *Meloidogyne* spp. Culiacán, Sinaloa, México, 2017

Tratamiento	112 ddp			132 ddp			152 ddp		
	Media <sub>1</sub>	Rango <sup>2</sup>		Media <sub>1</sub>	Rango <sup>2</sup>		Media <sub>1</sub>	Rango <sup>2</sup>	
1	0	4.12	B	0	4.12	B	0	3.37	B
2	0	4.12	B	0	4.12	B	0	3.37	B
3	0	4.12	B	0	4.12	B	0	3.37	B
4	0	4.12	B	0	4.12	B	5	4.12	B
5	0	4.12	B	0	4.12	B	0	3.37	B
6	5	5.12	AB	10	6.12	AB	60	7.62	A
7	10	6.12	A	45	5.12	A	65	7.37	A
8	10	4.12	B	0	4.12	B	0	7.37	B

<sup>1</sup>Medias del porcentaje de plantas marchitas.

<sup>2</sup>Rangos con diferente literal difieren estadísticamente ( $Pr \leq 0.05$ ) Friedman. DMS 1.52, 1.52. 0.84.

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de plantas marchitas de tomate en suelo infestado por *Meloidogyne* spp. Culiacán, Sinaloa, México, 2017

Tratamiento	172 ddp			192 ddp		
	Media <sup>1</sup>	Rango <sup>2</sup>		Media <sup>1</sup>	Rango <sup>2</sup>	
1	0	3.37	B	0	2.37	D
2	0	3.37	B	10	3.62	C
3	0	3.37	B	20	4.50	C
4	10	4.12	B	40	5.75	B
5	0	3.37	B	0	2.37	D
6	100	7.50	A	100	7.50	A
7	100	7.50	A	100	7.50	A
8	0	3.37	B	0	2.37	D

<sup>1</sup>Medias del porcentaje de plantas marchitas.

<sup>2</sup>Rangos con diferente literal difieren estadísticamente ( $Pr \leq 0.05$ ) Friedman. DMS 0.76, 1.15

## 6. Conclusiones

De acuerdo con la información anterior, es evidente que la abamectina (Oregon 60 SC) a la dosis 1.25 L L ha<sup>-1</sup> aplicada dos días después del planteo y cuatro veces más cada 17 días no contribuyó en la disminución de plantas marchitas inducidas por *Meloidogyne* spp., en cambio, el uso de fluensulfone (Nimitz 480 CE 2.0 L ha<sup>-1</sup>) 12 días antes del planteo logró disminuir significativamente la incidencia de la marchitez en los cinco muestreos realizados; por otra parte, la aplicación de fluopyram dos días después del planteo y dos veces más, dejando un período de tiempo de 28 días entre aplicación, logró tener ausencia total de plantas marchitas; este mismo efecto se observó en la variable investigada con la combinación de fluensulfone-fluopyram-

abamectina-fluopyram. Finalmente, se concluye que los productos que contienen fluensulfone y fluopyram pueden incluirse en un programa de manejo del nematodo agallador en el cultivo de tomate.

## Referencias

1. Anwar, S.A., Javid N. 2010. *Meloidogyne incognita* infecting Dhalia. *Pakistan J. Zool.*, 42:348-350.
2. Broeskma, A., Puetzkhul, K., Lamprecht S. y Fuersch, H. 2014. Velum-A evolutionary nematicide for efficient crop production. *Journal of Nematology*. 46(2): 130-260.
3. Burg, R.W., Miller, B.M., y Barker, E.E. 1979. Avermectins, new family of potent anthelmintic agents: producing organism and fermentation. *Antimicrob Agents Chemother* 15: 361-367.
4. Carrillo, F.A., García, E.R.S., Allende, M.R., Márquez, Z. I. y Cruz, O.J. 2000. Identificación y distribución de especies del nematodo nodulador (*Meloidogyne* spp) en hortalizas en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 18(2): 115-119.
5. Castillo, M. L. E. 2000. Introducción a la estadística experimental. Universidad Autónoma Chapingo. México. 263 p.
6. Chitwood, D.J. 2003. Research on plant-parasitic nematode biology conducted by the United States Department of Agriculture-Agricultural Research Services, *Pest. Manag. Sci.* 59.
7. Cid del Prado, V.I., Tovar, S.A. y Hernández, J.A. 2001. Distribución de especies y razas de *Meoloidogyne* en México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 32: 19: 32-39.
8. Egerton, J.R., Ostlind, D.A., Blair, L.S., Eary, C., Suhayda, D, Cifelli S., Rick, RF y Campbell, WC. 1979. Avermectins, new family of potent anthelmintic agents: efficacy of the Bla component. *Antimicrob Agents Chemother* 15:372-378.
9. FAO, 2018. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Consultado 15 de enero de 2018.
10. Haydock, P.P.j., Woods, S.R., Grove, I.G. y Hare, M.C. 2013. Chemical control of nematodes, in Perry R.N. and Moens, eds. *Plant nematology*, 2nd ed. Wallingford: CABI Publishing. Pp. 459-479.
11. Jones, G.K., Kleczewski, M.N., Desaeger, J. y Meyer, L.F.S. 2017. Evaluation of nematicides for southern root-knot nematode management in lima bean. *Crop Protection*, 96, 151-157.
12. Kang, Q, Xia, L., Hongyan, W., Xiaoming, X., Xiaoxue, J. y Kaiyun, w. 2012. Effect of abamectin on root-knot nematodes and tomato yield. *Pest Manag Sci*; 68: 853–857.
13. Kathy, M. 2000. Root-parasitic nematode host range and damage levels on Oregon vegetable crops: a literatura survey. Nematode Testing Service, Extension Plant Pathology, Oregon.
14. Kearn, J., Ludlow, E., Dillon, J., O'Connor, V. y Holden-Dye, L. 2014. Fluensulfone is a nematicide with a mode of action distinct from anticholinesterases and macrocyclic lactones. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 109: 44-57.
15. Martínez, G.J.A., Díaz, T.V., Allende, M.R., García, E.R.S. y Carrillo, F.J.A. 2015. Primer reporte de *Meloidogyne enterolobii* parasitando tomate en Culiacán, Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub Esp. Núm. 11. P. 2165-2168.*
16. Miller, T.W., Chaiet, L. y Cole, D.J. 1979. Avermectin, new family or potent anthelmintic agents: isolation and chromatographic properties. *Antimicrob. Agents Chemother*, 15: 368-371.
17. Morris, K.A., Langston, B.D., Davia, F.R., Noe, P.J., Dickson, W.D. y Timper, P. 2016. Efficacy of Various Application Methods of Fluensulfone for Managing Root-knot Nematodes in Vegetables. *Journal of Nematology* 48(2): 65–71. 2016.
18. Nachrichten, Bayer. Published by Farbenfabriken Ag. Leverkusen. 10: 141-144.
19. Oka, Y. 2014. Nematicidal activity of fluensulfone against some migratory nematodes under laboratory conditions. *Pest Management Science* 10.1002/ps.3730.

- 20.Reddy, P. P. 2008. Diseases of horticultural crops: Nematode problems and their management (379 pp). Jodhpur: Scientific Publishers.
- 21.SAGARPA, 2018. Secretaría de agricultura ganadería y pesca. [http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC\\_0055\\_10.as.px](http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC_0055_10.as.px). Consultado el 14 de enero de 2018.
- 22.SAS Institute. 2002. Users Guide. Statistics. (Release 9.0) SAS Inst., Cary Nc. USA.
- 23.Sasser, J.N. y Freckman D.W. 1987. A world perspective on nematology: the role of the society, in: J. Veech, D. Dickson (Eds.), Vistas on Nematology, Society of Nematologists, Hyattsville, MD, pp. 7–14.
- 24.SIAP, 2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.gob.mx/> (15 de enero de 2018).
- 25.Villar, L.E, Gómez, R.O.y Rojas, M.R.I. 2016. Presence of *Meloidogyne enterolobii* on Jalapeño pepper (*Capsicum annuum* L.) in Sinaloa México. *Helminthologia* 53(2): 155 – 160.



## **Daño De Gusano Cogollero, Gusano Elotero Y Mosca De Los Estigmas En Elotes De 24 Híbridos De Maíz**

Cortez Mondaca Edgardo<sup>1</sup>, Llaven Valencia Genny<sup>1</sup>, Pérez-Márquez Jesús<sup>3</sup>, Macías Cervantes Jaime<sup>1</sup>, Valdez Corral Marco A.<sup>2</sup>, Saucedo Acosta Raúl H.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional De Investigaciones Forestales Agrícolas Y Pecuarias (Inifap)- Campo Experimental Valle Del Fuerte. Km 1619 Carretera Internacional México-Nogales. Juan José Ríos, Sinaloa 81110. [cortez.edgardo@inifap.gob.mx](mailto:cortez.edgardo@inifap.gob.mx).

<sup>2</sup>Universidad Autónoma De Occidente. Blvd. Macario Gaxiola Y Carret. Internacional México 15, Los Mochis, Sinaloa 81223

<sup>3</sup>Inifap-C.E. Valle De Culiacán, Km 17.5 Carretera Culiacán-El Dorado Culiacán, Sinaloa 80430

### **Resumen**

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la preferencia relativa de gusano cogollero, gusano elotero y mosca de los estigmas en mazorcas de 24 híbridos de maíz. Con gusano cogollero no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos; con gusano elotero se obtuvo diferencia significativa, el híbrido de maíz XR60 Ceres fue el que menos elotes dañados mostró (0.71), en contraste el genotipo Pioneer-3090 W registró más elotes con daño (2.11). Por su parte el complejo mosca de los estigmas mostró también diferencia significativa entre los tratamientos y mayor número promedio de elotes y mazorcas dañadas en comparación de las especies plaga antes mencionadas.

**Palabras claves:** Preferencia, Mazorca, Rendimiento.

### **Abstract**

The present work was carried out with the objective of determining the relative preference of fall armyworm, corn earworm and cornsilk fly of maize ears of 24 maize hybrids. With the armyworm there was no significant difference between treatments; with corn earworm significant difference was obtained, the XR60 Ceres hybrid corn was the least ears damaged by this insect showed (0.71), in contrast the genotype Pioneer-3090 W was the one with more ears with damage recorded (2.11). On the other hand, the flies complex of corn, known “stigma flies” also showed a significant difference between the treatments and a higher average number of damaged corn and ears in comparison with the aforementioned pest species.

**Key Words:** Preference, Cob of maize, Yield.

### **1. Introducción**

En Sinaloa se siembran alrededor de 500 mil ha de maíz *Zea mays* L. (Poales: Poaceae) al año (SIAP-SAGARPA, 2017), en las cuales se presentan como plagas importantes el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith) y el gusano elotero *Helicoverpa zea* (Cortez y Macías,

2006), y un complejo de dípteros, cuyas larvas causan daños similares en el elote y mazorca, *Chaetopsis massyla* (Walker) *Eumecosomyia nubila* (Wiedemann) y *Euxesta stigmatias* (Loew) (Cortez, Camacho y Meza, 2009). Pacheco (1985), menciona que la mosca de los estigmas es una plaga secundaria del maíz que se alimenta del excremento del gusano elotero, dañando así los granos tiernos. Sin embargo, en los últimos años ha adquirido importancia por alimentarse del grano de maíz, “sin requerir de daño previo del gusano elotero” o del gusano cogollero. Por otra parte, la presencia y daño es más evidente en el ciclo agrícola de primavera-verano (Camacho *et al.*, 2012; Cortez, Pérez, Barreras y Ochoa, 2008); se ha observado que las larvas se alimentan de los estigmas y pericarpio de los granos de elote propiciando con esto la pudrición de la mazorca por *Fusarium* spp., lo que ha originado mermas económicas en la comercialización del grano (García, Nava, Camacho y Armenta, 2010). El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la preferencia relativa de gusano cogollero, gusano elotero y mosca de los estigmas en mazorcas de 24 híbridos de maíz.

## 2. Materiales y métodos

El trabajo se realizó en una parcela establecida en el sub-ciclo Otoño-Invierno 2017/2018, el 09 de diciembre de 2017, en el INIFAP-C.E. Valle del Fuerte (CEVAF), 25°46'28.71" N. 108°48'26.29" O. El manejo agronómico del cultivo fue el convencional que realizan los productores de la región del norte de Sinaloa (Agenda Técnica Sinaloa, 2014). Se inspeccionó la presencia o daño de la plaga: gusano cogollero, gusano elotero y mosca de los estigmas en 24 híbridos de maíz que se comercializan y se establecen en el estado de Sinaloa, mayormente blancos (21) y amarillos (3) (Cuadro 1). Los días del 23 al 27 de abril de 2018 es decir, alrededor de los 113 a 114 d de edad del cultivo, se recolectaron 14 elotes predominantemente en estado masoso-dentado, al azar en cada tratamiento, en cuatro repeticiones. A los elotes recolectados primeramente se les inspeccionó el totomoxtle para determinar si se encontraba perforado, lo cual es señal inequívoca de daño de gusano cogollero, ya sea que se encuentre o no la larva; en ocasiones ésta se puede encontrar en la parte apical, no obstante, todo el tiempo perfora las hojas que cubren el elote o mazorca. La presencia y daño de gusano elotero se realizó retirando el totomoxtle, inspeccionando en la parte apical del elote para observar las larvas, excremento o daño característico; igual se procedió con las larvas de la mosca de los estigmas, pero en éste caso las larvas están generalmente presentes, o bien las pupas hasta en la cosecha. Se utilizó un diseño completamente aleatorio en una parcela semi-comercial y los datos de número de elotes/mazorcas dañadas se sometieron a un ANOVA (SAS, 2006) para cada especie, previamente se transformaron los datos a raíz cuadrada y las medias de los tratamientos se separaron por Tukey (= 0.05%). En la cosecha se obtuvo el rendimiento por genotipo en kg ha<sup>-1</sup> para relacionarlo con la preferencia de las plagas en estudio.

### 3. Resultados y discusión

Para gusano cogollero no se obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ), el rango de daño promedio fluctuó entre 0.71 y 1.54 elotes con daño de dicho insecto, por lo tanto es indistinto utilizar cualquiera de los híbridos de maíz evaluados si el objetivo es reducir la presencia y daño de ésta. Con gusano elotero se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.0016$ ), el híbrido de maíz XR60 fue el que menos elotes dañados por dicho insecto mostró (0.71), en contraste el genotipo P3090 W fue el que más elotes con daño registró (2.11); el rango de daño fluctuó entre 0.71 y 2.11 elotes con daño de gusano elotero. Por su parte, el ANOVA de los datos de la mosca de los estigmas encontró diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.0001$ ), el genotipo EXP-102Y de Novasem resultó el que menos cantidad promedio de elotes o mazorcas afectadas por mosca de los estigmas tuvo, pero sin diferenciarse de Noro 1989, Noro Ares, M-Vikingo, M-Troyano, P3090, P3258, P3201, XR35A, Garañon y Croplan 9009Y, en contraste el híbrido más afectado fue el N1R05, sin diferenciarse significativamente de C-8025 CI, C-8031 CI, Noro Euros, Noro 2017, Noro 1904, Noro 2012, M-XS6609, P3140, P3289, EXP-2303, EXP-203, XR35A y XR60. El resto de los materiales se ubicaron en un daño promedio de elotes intermedio. El rango de daño fue de 4.00 a 12.75 elotes o mazorcas en promedio; transformando los datos a porcentaje podemos observar que 12.75 elotes representa al 91.0% de daño, o sea, sólo el 9% de los órganos fructificativos no fueron dañados.

El número de elotes dañado fue mucho mayor por la mosca de los estigmas, esto significa por un lado que no requiere el daño previo del gusano elotero (Pacheco, 1985) o de gusano cogollero, ya que obviamente daño muchos más elotes o mazorcas que el gusano cogollero y el gusano elotero, incluso que la suma del daño de ambas especies plaga (Cuadro 1). Por otro lado, significa que el esfuerzo por controlar a ésta plaga, la mosca de los estigmas, es más justificado, sin embargo, Nuesly (Citado por Giles, 2014) indica que las moscas de los estigmas son casi tan destructivas como el gusano cogollero, por el daño que ocasiona el lepidóptero en el cogollo y en el follaje, no en el fruto.

Los resultados obtenidos en la presente evaluación sobre la frecuencia de daño en elotes o mazorcas de maíz, no incluyen la severidad del mismo. En ese sentido, de las tres especies plaga el que menor impacto de daño provoca generalmente es el gusano cogollero, ya que cuando penetra al elote se encuentra casi siempre en el último instar larval y consume sólo unos cuantos granos localizados en el lugar por donde perfora, aunque en ocasiones propicia pudrición por *Fusarium* spp. El gusano elotero se ubica en el segundo lugar por la severidad del daño, ya que la larva consume el grano a lo largo de su ciclo de vida como tal y puede causar pérdidas de 10 a 30% de la producción (Agenda Técnica Sinaloa, 2014) a diferencia del gusano cogollero, generalmente el gusano elotero no propicia pudriciones con su daño. Las larvas de mosca de los estigmas en forma individual provocan un daño menor al del gusano elotero, pero generalmente son varias las larvas las que se encuentran por elote y además propician la pudrición de la mazorca, sobre todo en las fechas de siembra tardía de otoño-invierno y más en las de primavera-verano.

Cuadro 1. Número promedio de elotes con daño de gusano cogollero, gusano elotero y mosca de los estigmas en 24 genotipos de maíz para grano

Híbrido	GC	GE	ME	Rend
	Media	Media	Media	Media (kg ha <sup>-1</sup> )
1. C-8025 CI Maíz Genery	1.30a	1.10abc	9.50abcde	13,390.0
2. C-8031 CI Maíz Genery	1.13a	1.26abc	10.00abcde	13,747.0
3. Noro Euros Unisem	1.31a	0.93bc	8.75abcdef	15,757.0
4. Noro 1989 Unisem	1.27a	1.26abc	6.25defg	16,327.0
5. Noro 2017 Unisem	0.71a	0.97abc	9.75abcde	15,383.0
6. Noro 1904 Unisem	1.54a	1.31abc	10.25abcde	16,399.0
7. Noro Ares Unisem	1.06a	1.27abc	4.75fg	15,632.0
8. Noro 2012 Unisem	1.06a	0.93abc	9.00abcdef	15,786.0
9. M-Vikingo Megasem	0.97a	1.41abc	8.00bcdefg	13,085.0
10. M-Troyano Megasem	1.06a	0.93bc	6.50cdefg	14,471.0
11. M-XS6609 Megasem	1.50a	1.18abc	10.25abcde	14,564.0
12. Pionner -3090	0.90a	2.11a	6.75cdefg	17,318.0
13. Pionner -3258	1.26a	1.35abc	6.00efg	16,056.0
14. Pionner -3140	1.41a	1.44abc	10.75abcd	16,388.0
15. Pionner - 3289	1.22a	1.18abc	9.25abcdef	17,501.0
16. Pionner -3201 Y	0.97 <sup>a</sup>	0.97abc	7.25cdfeg	15,283.0
17. EXP-2303 Novasem	1.06 <sup>a</sup>	0.97abc	11.00abc	16,502.0
18. EXP-102 Y Novasem	1.26 <sup>a</sup>	1.18abc	4.00g	14,059.0
19. EXP-203 Novasem	1.10 <sup>a</sup>	1.89ab	10.00abcde	16,068.0
20. N1R05 Novasem	1.35 <sup>a</sup>	1.35abc	12.75a	16,704.0
21. XR35A Ceres Y	1.31 <sup>a</sup>	1.8abc	8.25abcdefg	11,534.3
22. XR60 Ceres	1.42 <sup>a</sup>	0.71c	12.25ab	16,724.0
23. Garañon	1.45 <sup>a</sup>	0.97abc	6.00efg	16,659.0
24. Croplan 9009 Y	1.35 <sup>a</sup>	1.82abc	6.00efg	15,736.0

C = Cymaiz. Noro = Unisem. EXP (N1R05) = Novasem. M= Megasem. Y = amarillo.

GC = gusano cogollero. GE= gusano elotero. ME= mosca de los estigmas.

Considerando que el daño más relevante es el del complejo de la mosca de los estigmas, es factible sugerir el empleo de genotipos con menor daño y mayor rendimiento, como: Noro 1989 con 16,327 kg ha<sup>-1</sup>, Noro Ares con 15,632 kg ha<sup>-1</sup>, P3090 con 17,318 kg ha<sup>-1</sup>, P3258 con 16,056 kg ha<sup>-1</sup>, P3201 con 15,283 kg ha<sup>-1</sup>, Garañon con 16,659 kg ha<sup>-1</sup> y Croplan 9009Y con 15,736 kg ha<sup>-1</sup>. Cabe mencionar que algunos genotipos que formaron el grupo de medias con mayor número promedio de elotes dañados, mostraron rendimientos elevados, como: P3289 con 17,501 kg ha<sup>-1</sup> (el rendimiento más alto), el mismo N1R05 tuvo un rendimiento de 16,704 kg ha<sup>-1</sup>, entre los más altos, a pesar de ser el genotipo con mayor número de mazorcas dañadas por las moscas, Noro 1904, Noro 2012, P3140, EXP-2303, EXP-203 y XR60, todos con rendimientos superiores

a las 15,000 kg ha<sup>-1</sup>. No obstante, lo anterior, el empleo de genotipos poco preferidos por la mosca de los estigmas y buen potencial de rendimiento representan mayor garantía de producción, especialmente en fechas de siembra tardías de O-I y de P-V.

#### 4. Conclusiones

Se determinó la preferencia relativa de gusano cogollero, gusano elotero y mosca de los estigmas en mazorcas de 24 híbridos de maíz. Para gusano cogollero no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos; para gusano elotero se obtuvo diferencia significativa, el híbrido de maíz XR60 mostró menos elotes dañados por dicho insecto, en contraste el genotipo P3090 W fue el que más elotes con daño registró. El complejo moscas de los estigmas mostró diferencia significativa entre los tratamientos y mayor número promedio de mazorcas dañadas en comparación de las especies plaga antes mencionadas, los genotipos EXP-102Y, Noro 1989, Noro Ares, M-Vikingo, M-Troyano, P3090, P3258, P3201, XR35A, Garañon y Croplan 9009Y mostraron menor frecuencia de daño y algunos de ellos mostraron además rendimientos elevados, por arriba de los 15,000 kg ha<sup>-1</sup>.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen al C. Héctor Saucedo Orduño por su colaboración en el trabajo de campo.

#### Referencias

1. Agenda Técnica Sinaloa. (2014). Agenda Técnica Agrícola Sinaloa. SAGARPA-INIFAP-CIRNO. Impreso en México. México, D.F. pp 84.
2. Camacho-Báez, J. R., C. García- Gutiérrez, M. Mundo-Ocampo, A. D. Armenta-Bojorquez, E. Nava-Pérez, J. I. Valenzuela-Hernández y U. González-Guitrón. (2012). Enemigos Naturales de las Moscas de los Estigmas del Maíz: *Euxesta stigmatias* (Loew), *Chaetopsis masysla* (Walker) y *Eumecosomyia nubila* (Wiedemann) en Guasave, Sinaloa, México. Ra Ximhai, 8: 71-77.
3. Cortez, M. E., y J. Macías, C. (2006). Recomendaciones para el manejo de las plagas insectiles del maíz en Sinaloa. INIFAP-CIRNO. C.E. Valle del Fuerte. Folleto técnico No. 26. Los Mochis, Sinaloa, México, pp 24-25.
4. Cortez, M. E., J. Pérez, M., M. A. Barreras, S., y L. Ochoa, V. (2008). Respuesta de Genotipos de Maíz a la Mosca de los Estigmas *Euxesta* sp., en el Norte de Sinaloa, México, Nacional, Congreso Nacional de Entomología. León, Guanajuato. México.
5. Cortez, M. E., Camacho B. J., Meza G. L. (2009). La mosca de los estigmas *Chaetopsis masysla* (Walker), *Eumecosomyia nubila* (Wiedemann) y *Euxesta stigmatias* (Loew). En: *Maíz; bioecología y manejo*. Tecnología de granos y semillas. Libros técnicos: Serie Agricultura. Universidad Autónoma Indígena de México. Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa. Guasave, Sinaloa. C.P. Campus Puebla. Puebla, México.
6. García, G. C., Nava P. E., Camacho B. J., Armenta B. D. (2010). Identificación y control de la mosca de los estigmas del maíz. IV Jornada de transferencia de tecnología del cultivo de maíz. Folleto Técnico Memoria de capacitación. FPS zona Norte. pp. 63-68.

7. Giles, N. (2014). Control de la Mosca de los estigmas del maíz durante las últimas etapas del ciclo de cultivo. Productores de Hortalizas. <http://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/control-de-la-mosca-de-los-estigmas-del-maiz-durante-las-ultimas-etapas-del-ciclo-de-cultivo/>. Consultado el 20 de junio de 2017.
8. Pacheco, M. F. (1985). Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. SARH-INIFAP-CIANO-CAEVY. Libro Técnico No. 1. Cd. Obrejón, Sonora, México. 414 p.
9. SAS. (2006). Stastical analysis system. SAS User`s Guide; Statistics (Ver. 9.3.1). SAS Institute Inc. Cary, NC.
10. SIAP-SAGARPA. (2017). Servicio de información estadística agroalimentaria (SIAP) <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/integra/Agrícola/DatBas/DBmaiz.pdf> Consultado el 20 de julio de 2018.

## Identificación De Patógenos Poscosecha En Zarzamora (*Rubus Ulmifolius L.*) En El Valle De San Quintín

Ordaz Silva Salvador<sup>1</sup>, Jaimes Nava Mariano<sup>2</sup>, Carrasco Peña Laura D.<sup>1</sup>, López Sánchez Imelda V.<sup>1</sup>, Delgadillo Ángeles Jorge L.<sup>1</sup>, Pedro Méndez José G.<sup>1</sup>

<sup>1,2</sup>Maestros Y Alumno De La Facultad De Ingeniería Y Negocios San Quintín, Universidad Autónoma De Baja California. Km 180.2. Carretera Ensenada-San Quintín. Cp 22930. Ejido Padre Kino, San Quintín, Baja California, México [mariano.jaimes@uabc.edu.mx](mailto:mariano.jaimes@uabc.edu.mx)

### Resumen

En Baja California, el cultivo de zarzamora ocupa el cuarto lugar de importancia económica en la producción de berries con 722 toneladas producidas al año. Así como este cultivo representa ganancias para los productores de la región, también se han registrado pérdidas en poscosecha por ataque de patógenos, por lo que es importante conocer los principales agentes fúngicos que se desarrollan durante el manejo poscosecha. Para la realización de este trabajo se evaluaron frutos de zarzamora recién cosechadas en un lote experimental con el propósito de identificar los organismos causantes de la corta vida de anaquel. La evaluación se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín (FINSQ). Para la identificación de los agentes causantes de las pudriciones en poscosecha se pusieron frutos enteros y cortados a la mitad en medio de cultivo PDA y en cámara húmeda y se almacenaron a una temperatura de 0° C y una Humedad Relativa de  $90 \pm 5\%$  con el fin de tener las condiciones de almacenamiento que se manejan. Los frutos y muestras se revisaron cada 24 h hasta la observación de crecimiento micelial, el cual, se aisló y purificó en medio sólido PDA en cajas Petri. Finalmente, se realizaron preparaciones en laminillas para llevar a cabo la identificación morfológica a nivel género de cada una de las cepas obtenidas mediante las claves de Barnett & Hunter (1998). Los géneros de hongos encontrados correspondieron a *Rhizopus* spp., *Botrytis* spp., *Sclerotinia* spp., *Penicillium* spp. y *Colletotrichum* spp.

**Palabras clave:** Hongos, berries, anaquel.

### Abstract

In Baja California blackberry cultivation occupies the fourth place of economic importance in the production of berries with 722 tons produced per year. However, just as this crop represents great profits for the producers of the region, there have also been post-harvest losses due to the attack of pathogens, therefore, it is important to know the main fungal agents that develop during post-harvest management. To carry out this work, we evaluated freshly harvested blackberry fruits in an experimental lot with the purpose of identifying the organisms that cause the short shelf life. The evaluation was carried out in the facilities of the Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín (FINSQ). For the determination of the causative agents of post-harvest rots, whole fruits were cut in half in PDA and in a humid chamber and stored at a temperature of 0° C and a relative humidity of  $90 \pm 5\%$  order to have the storage conditions that are

handled. The fruits and samples were periodically checked every 24 hours until the observation of mycelial growth, which, once observed, was isolated and purified in Petri dishes with solid medium PDA. Finally, slides were prepared to carry out the morphological identification at the genus level of each of the strains obtained using the keys of Barnett & Hunter (1998). The identified fungal genera were: *Rhizopus*, *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Penicillium*, *Colletotrichum*.

**Key words:** Fungus, berries, shelf

## 1. Introducción

La zarzamora (*Rubus ulmifolius* L.) se considera originaria de Europa y Asia, aunque existen numerosas especies de otros orígenes (Ávila, 2011). En México la zarzamora genera un 30% del volumen de exportación global (INFOAGRO, 2017). En Baja California, este cultivo ocupa el cuarto lugar de importancia económica solo después de la fresa, frambuesa y arándanos caracterizados por su alto valor nutritivo y comercial (SAGARPA, 2016). El cultivo se considera de gran importancia para los productores de las zonas agrícolas de San Quintín, debido a que se encuentra en crecimiento a nivel global. También se han registrado grandes pérdidas en poscosecha por ataque de patógenos como *Botrytis*, *Penicillium*, *Colletotrichum* (Ayala y Morales, 2007), por lo cual se considera importante hacer estudios relacionados con las condiciones que se les dan a los frutos en almacenamiento de poscosecha. Por tal motivo el objetivo del presente trabajo fue identificar los principales agentes fúngicos que alteran la consistencia y reducen la vida de anaquel en zarzamoras.

## 2. Materiales y métodos

La investigación fue realizada a partir de frutos recién cosechados de plantas de zarzamoras del lote experimental localizado al Sur de la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín (FINSQ) de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicada en el Ejido Padre Kino, km 180.2 de la carretera transpeninsular. Se tomaron al azar los clamshells de la respectiva caja que contenían los frutos observados, los cuales fueron trasladados al laboratorio de Fitopatología de la FINSQ para llevar a cabo el aislamiento, purificación e identificación de los patógenos que reducen la productividad en los frutos en poscosecha. Para lo anterior, los frutos se esterilizaron con una solución de hipoclorito de sodio al 1% (v/v) durante 10 minutos, posteriormente se lavaron tres veces con agua destilada estéril para retirar el exceso de cloro, se secaron en papel estéril y se realizaron cortes con la ayuda de un bisturí estéril, mismos que fueron colocados en cajas Petri con medio de cultivo PDA y en cámara húmeda en condiciones asépticas para evitar contaminaciones, finalmente se sellaron con kleen pack. Las placas se incubaron en condiciones de refrigeración de  $0\pm 1^{\circ}$  C y 90-95% de humedad relativa para simular las condiciones reales de almacenamiento; los frutos, se examinaron cada 24 h hasta la observación del crecimiento micelial. A partir del décimoquinto día se comenzó a manifestar el crecimiento micelial, el cual una vez observado fue aislado y purificado en cajas Petri con medio sólido PDA. Se realizaron

preparaciones en laminillas y se observaron en un microscopio compuesto Carl Zeiss Primo Star para llevar a cabo su identificación con la ayuda de las claves de Barnett & Hunter (1998).

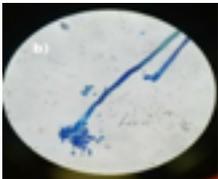
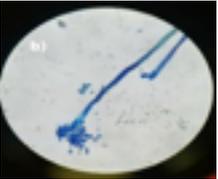
### 3. Resultados y discusión

De acuerdo a las claves de Barnett & Hunter (1998), y a lo descrito por Agrios (2011) se identificaron cinco géneros de hongos fitopatógenos sobre frutos de zarzamoras en condiciones de almacén (Cuadro 1). Cabe mencionar que en la región no existe mucha información sobre los géneros de hongos que atacan en poscosecha y sus respectivos días aproximados de aparición en condiciones de almacenamiento, por lo que se consideró que el presente trabajo puede ayudar a investigaciones posteriores relacionadas con estos patógenos. Los géneros de hongos identificados, según las características morfológicas, corresponden a *Botrytis* spp., *Rhizopus* spp., *Sclerotinia* spp., *Penicillium* spp., *Colletotrichum* spp. Algunas de las técnicas de control para la enfermedad conocida como moho gris, causada por el hongo *Botrytis cinerea* en *Fragaria vesca* consiste en someter los frutos a 0°C después de cosechados o bien cambiar diferentes técnicas con la refrigeración para alargar su vida de anaquel (Chávez, 1993). En Coatepec, Estado de México se han registrado pérdidas en poscosecha por ataque de patógenos como *Botrytis*, *Penicillium*, *Colletotrichum* (Ayala y Morales, 2007) lo que concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo al ser tres de los hongos identificados en el mismo.

### 4. Conclusiones

De acuerdo a las condiciones de almacenamiento en poscosecha se identificaron cinco géneros de patógenos que son: *Rhizopus*, *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Penicillium* y *Colletotrichum*, mismos que alteran la consistencia y reducen la vida de anaquel en los frutos dificultando la comercialización y ocasionando grandes pérdidas en la región. La zarzamora, es una de las especies de berries sobre la cual existe muy poca información con respecto a los patógenos que ocasionan daños en poscosecha y que sin embargo es un tema importante para los productores de la región, ya que mediante la información recabada se pueden adoptar medidas para controlar la incidencia de los patógenos, en esta etapa de producción.

Cuadro 1. Géneros de hongos aislados a partir de frutos de zarzamora en condiciones de almacenamiento a 0°C y 90 ± 5% y tiempo de aparición (días) de cada uno de ellos

Patógeno	Días de Aparición	Aislamiento en PDA	Morfología
Botrytis spp.	15 ± 1		
Rhizopus spp.	18 ± 1		
Penicillium spp.	18 ± 1		
Colletotrichum spp.	21 ± 1		
Sclerotinia spp.	20 ± 1		

Géneros de hongos según su morfología (Barnett & Hunter, 1998; Agrios, 2011).

## Referencias

1. Agrios, G. N. 2001. Fitopatología. LIMUSA-Noriega Editores. Mexico. Pp 334-460.
2. Ávila, F. F. 2011. El cultivo de zarzamora. Experiencias Laborales. Saltillo-Coahuila: Universidad Autónoma Antonio Narro.
3. Ayala, L.H.A., Morales, S.S.G. 2007. Evaluación patogénica de algunos hongos asociados con enfermedades de frutas de zarzamora (*Rubus* sp.) y ciruela mexicana (*Spondias* sp.). Informe Técnico. México D.F: Instituto Politécnico Nacional.
4. Barnett, H. L. and Barry B. H. 1998. Illustrated genera of Imperfect Fungi. Fourth edition. APS Press The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota.

5. Chávez, F. S. 1993. Manejo poscosecha de frambuesa y zarzamora. Primera Reunión Nacional Sobre Frutales Nativos e Introducidos. Zamora-Michoacán: Colegio de Postgraduados.
6. INFOAGRO 2017. Sistema de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Costarricense. <https://infoagro.com/mexico/mexico-productor-mundial-de-zarzamora-y-principal-exportador-de-fresa/> ( Consultada 3 de septiembre 2018).
7. SAGARPA. 2016. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257076/Potencial-Frutas\\_del\\_Bosque.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257076/Potencial-Frutas_del_Bosque.pdf) (Consultada 28 de agosto de 2018).



## **Listroderes Costirostris (Schoenherr, 1826), Una Nueva Plaga Potencial Para El Cultivo Del Apio (*Apium Graveolens, L.*) En El Valle De San Quintín**

Ordaz Silva Salvador<sup>1</sup>, Merino González Ricardo<sup>2</sup>, Guerrero Guerrero Margarita J.<sup>2</sup>, López Sánchez Imelda V.<sup>1</sup>, Soto Hernández Macotulio<sup>3</sup>, Pedro Méndez José Guadalupe<sup>1</sup>, Delgadillo Ángeles Jorge L.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Estudiante Y Maestros De La Facultad De Ingeniería Y Negocios San Quintín, Universidad Autónoma De Baja California. Km 180.2. Carretera Ensenada-San Quintín. Cp 22930. Ejido Padre Kino, San Quintín, Baja California, México

<sup>3</sup>Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias, Sitio Experimental Zaragoza; (Inifapcirne). Carretera Zaragoza-Ciudad Acuña, Km 12.5. Zaragoza, Coahuila. C.P. 26450 [a344337@uabc.edu.mx](mailto:a344337@uabc.edu.mx)

### **Resumen**

El apio es una hortaliza que se cultiva principalmente en climas templados y frescos, donde se explota debido a sus propiedades alimenticias y curativas. En Baja California, durante el año 2016 se plantaron 315.5 ha con éste cultivo, de las cuales el 90 se encontraban en el municipio de Ensenada. En la región de San Quintín, este cultivo ha venido tomando auge debido a sus múltiples usos tanto en la alimentación como en el ámbito medicinal. Éste, al igual que todas las plantas cultivadas presenta una serie de problemas fitosanitarios. Dentro de las principales plagas se menciona a los pulgones, minadores, trips y algunos gusanos trozadores. En el presente trabajo se muestrearon y monitorearon 100 plantas de apio al azar durante los meses de enero a marzo de 2018 en un lote en producción ubicado en la Colonia Vicente Guerrero, del municipio de Ensenada. Los datos obtenidos con respecto a la plaga identificada como picudo (*Listroderes costirostris* Schoenherr) correspondieron a 26, 24, 28% para los meses de enero, febrero y marzo, respectivamente. Lo anterior nos indica los problemas y el ciclo de vida de la plaga con respecto al cultivo, ya que las poblaciones de insectos se mantuvieron durante los tres meses de muestreo.

**Palabras clave:** Picudo, Apio, San Quintín.

### **Abstract**

Celery is a vegetable grown mainly in template and cold climates, where it is exploited due to its nutritional and healing properties. During 2016, in Baja California, were planted 315.5 ha with this crop, of which 90 were in the municipality of Ensenada. In the San Quintín region, this crop has been booming due to its multiple uses in both food and medicine. All cultivated plants, presents a series of phytosanitary problems. Among the celery main pests are aphids, leaf miners, thrips and some cutworms. In the present work, 100 celery plants were randomly sampled and monitored during the months of January to March, 2018 in a production lot located in Colonia Vicente Guerrero, Ensenada. The data obtained with respect to the pest identified as weevil (*Listroderes costirostris* Schoenherr) corresponded to 26, 24 y 28% for the months of

January, February and March, respectively. This indicates the problems and the life cycle of the pest with respect to the crop, since insect populations are maintained during the three months of sampling.

**Key words:** Weevil, Celery, San Quintín.

## 1. Introducción

El apio (*Apium graveolens* L.) es una planta que pertenece a la familia de las Apiáceas junto con otras importantes utilizadas en la horticultura, como la zanahoria y el perejil (Maroto, 1992). Su centro de origen es de las regiones templadas de Europa y Asia (González, 1984). Los griegos y los romanos la utilizaban como planta aromática porque, posiblemente, no conocían sus propiedades culinarias ni medicinales (Zeven and Zhukovsky, 1975; Cásseres, 1980). Los principales países productores de apio son: España, Israel, Estados Unidos de América e Inglaterra. En México, para el año 2016 se plantaron 2027.40 ha, de las cuales 405.5 (20%) se cultivaron en Baja California Norte, que ocupa el segundo lugar en cuanto a producción de esta hortaliza solo después del estado de Guanajuato, el tercer lugar lo ocupa Sonora (SIAP, 2017). Entre las principales plagas del apio se encuentran los pulgones, gusanos trozadores, falsos medidores y otros, algunas especies de picudos, tijerillas y trips, principalmente (Eckman and Tesoriero, 2015). Ordaz *et al* (2018), en un estudio preliminar sobre picudos en San Quintín en la colección de insectos de la Facultad de ingeniería y Negocios San Quintín encontraron a las especies *Hypera postica* y *Listroderes costirostris*, que son plagas potenciales para diversos cultivos (Morrone, 2013), por lo que el objetivo del presente trabajo es dar a conocer los porcentajes de daño y presencia de esta última especie en el Valle de San Quintín, así como el potencial que esta presenta de volverse una plaga primaria.

## 2. Materiales y métodos

En el mes de enero se observaron adultos y larvas de picudo causando daños en cultivo del apio (Figura 1), lo cual nos dio la pauta a realizar la presente investigación. Se realizaron muestreos en una parcela agrícola con cultivo de apio en la Colonia Vicente Guerrero correspondiente al municipio de Ensenada, Baja California durante los meses de enero a marzo de 2018. Se muestrearon 100 plantas al azar durante los meses de enero a marzo y se contó el número de plantas con presencia/ausencia del picudo en cualquiera de sus etapas. Los datos se anotaron en una bitácora y los adultos y larvas fueron recolectados y preservados en alcohol al 70% (v/v) y trasladados al laboratorio de entomología de la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín para su identificación a nivel familia y género. Para la corroboración de la especie se montaron algunos especímenes en triángulos de cartulina y se enviaron al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental Zaragoza, Coahuila.



Figura 1. Picudos observados en el cultivo del apio en el ciclo agrícola 2018. Adultos (izquierda), larvas (centro) y daño (derecha)

### 3. Resultados y discusión

La especie de picudo identificada de acuerdo a las claves taxonómicas de Anderson (2002), y Hamilton (1992) corresponde a *Listroderes costirostris* Schoenherr (Figura 2). De acuerdo a los datos obtenidos durante los tres meses se obtuvo un porcentaje de daño de 26, 24 y 28% para cada uno de los meses muestreados. Lo anterior convierte a la presente especie en una plaga potencial del cultivo de apio, tal como lo menciona Morrone (2013), quien menciona que esta especie se puede encontrar en *Apium graveolens* L., *Daucus carota* L., (Apiaceae), *Brassica rapa* L., *B. oleracea* L., *Coronopus didymus* (L.) (Brassicaceae), *Rumex altissimus* Wood (Polygonaceae), *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae) y *Stellaria* spp. (Caryophyllaceae). Ordaz *et al* (2018) encontraron que esta especie fue una de las más representativas dentro de la colección de curculiónidos de la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín con 19 ejemplares, solo sobrepasada por las especies *Smicronyx* spp, *Coniatus splendidulus*, *Macrorhoptus sphaeralciae* e *Hypera postica*, con 33, 28, 26 y 20 especímenes respectivamente.



Figura 2. *Listroderes costirostris* (larva y adulto)

### 4. Conclusión

La familia Curculionidae, conocidos comúnmente como picudos, se caracteriza porque todos los integrantes de ésta son fitófagos. Los resultados obtenidos en el presente trabajo nos indican que *Listroderes costirostris* puede convertirse en una plaga potencial si no se llevan a cabo acciones de control contra este insecto. Esto nos conlleva a realizar estudios sobre los hábitos alimenticios

de este picudo y buscar hospederos alternantes que pudiéramos eliminar durante el tiempo que no está presente el cultivo para disminuir presencia y daños en ciclos posteriores, así como realizar estudios sobre la biología de la plaga.

### Referencias

1. Anderson, R. S. 2002. Chapter 131. Curculionidae. Pp. 722–815. En Arnett, R.H. Jr., Thomas. M.C. and Skelley, P. (eds.) American Beetles Volume 2. CRC Press.
2. Cásseres, E. 1980. Producción de hortalizas. San José, Costa Rica, IICA. pp. 194-202.
3. Eckman, J. and Tesoriero, L. 2015. Pests, diseases and disorders of carrots, celery and parsley: a field identification guide. Horticulture Innovation Australia Limited. Australia.
4. González, C. M. 1984. Especies vegetales de importancia económica en México. Editorial Porrúa. México. 305 p.
5. Maroto, J.V. 1992. Horticultura Herbácea Especial Ediciones Mundi prensa. Madrid. España.
6. Morrone, J. J. 2013. The subtribes and genera of the tribe Listroderini (Coleoptera, Curculionidae, Cyclominae): Phylogenetic analysis with systematic and biogeographical accounts. Zookeys, 273: 15–71.
7. Ordaz, S. S, Lopez, S. I. V., Soto, H. M., Ríos, V. C., Pedro, M. J. G., Salas M. M. A. y Delgadillo, A. J. L. 2018. Estudio preliminar de la biodiversidad de picudos (Coleoptera: Curculionoidea) en San Quintín, Baja California. Entomología Mexicana 5: 571-575.
8. SIAP. 2017. Cierre estadístico de la producción agrícola 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México.
9. Zeven, A. C. and Zhukovsky, P. M. 1975. Dictionary of cultivated plants and their centres of diversity: excluding ornamentals, forest trees and lower plants. Wageningen, Netherlands, Centre for Agricultural Publishing and Documentation. 219 p.

---

**Área temática: Producción de cultivos**



## **Adaptación De 5 Híbridos De Girasol (*Helianthus Annuus L.*) Alto Oleíco Al Sur De Sonora**

Castillo Torres Nemecio, Borbón Gracia Alberto, Montoya Coronado Lope

SINIFAP - Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) [castillo.nemecio@inifap.gob.mx](mailto:castillo.nemecio@inifap.gob.mx)

### **Resumen**

El cultivo de girasol presenta tolerancia a heladas, bajo consumo de agua y alta demanda nacional, por lo cual puede considerarse como una alternativa de producción para el sur de Sonora. En el Valle del Yaqui, Sonora, en el ciclo Otoño-Invierno 2016-2017, se evaluaron cinco híbridos altos oleicos en un diseño experimental de bloques al azar con 8 repeticiones. La parcela experimental fue de 4 surcos de 0.8 m de ancho por 6 m de largo (19.2 m<sup>2</sup>) y la parcela útil los 2 surcos centrales de 5 m de largo (8.0 m<sup>2</sup>). El híbrido P63HH111 tuvo el mejor comportamiento en rendimiento, cantidad y calidad de aceite, superando al híbrido usado como testigo, SYN3950HO.

**Palabras Clave:** Oleaginosas, Rendimiento, Aceite comestible.

### **Abstract**

The sunflower crop has frost tolerance, low water consumption and high national demand, for that reason can be considered as an alternative production for the south of Sonora. At the Yaqui Valley, Sonora, in the cycle Autumn-Winter 2016-2017, five high oleic hybrids were evaluated in a randomized complete block design with 8 replications. The experimental plot was 4 rows of 0.8 m width and 6 m large (19.2 m<sup>2</sup>) and the useful plot was 2 central rows of 5 m large (8.0 m<sup>2</sup>). The hybrid P63HH111 had the best performance in grain yield, oil quantity and quality, and was better than the hybrid used as control, SYN3950HO.

**Key words:** Oil crops, Yield, Oil food.

### **1. Introducción**

En 2014 la producción de granos de girasol en México creció 264 por ciento, gracias a que el aceite oleico es muypreciado en el mercado nacional. En 2013 se reportó una producción de 4 mil 545 toneladas, mientras que un año después se registraron 16 mil 558 toneladas, según datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP 2014). Una de las razones de este incremento es la tendencia que existe en el mercado por la demanda de alimentos saludables, que buscan combatir la obesidad y enfermedades cardiovasculares a partir de los productos elaborados con aceite oleico. (CONASIPRO, 2015)

El cultivo de girasol presenta tolerancia a heladas, bajo consumo de agua y una demanda nacional insatisfecha, por lo cual puede considerarse como una alternativa para la diversificación

del patrón de cultivos regional. El girasol se ha sembrado comercialmente bajo condiciones de riego en el Sur de Sonora y la Costa de Hermosillo en base a la demanda que se tiene de empresas aceiteras regionales como Aceites del Mayo y Aceites y Proteínas de Culiacán, interesadas en impulsar la producción de girasol con alto contenido de ácido oleico (AO); para lo cual están trabajando bajo el esquema de agricultura por contrato y gestionando apoyos para su siembra y comercialización. Actualmente, se está importando semilla de híbridos altos oleicos (>80% de AO) de Argentina y EUA. (Castillo, Borbón y Montoya, 2018). El contenido graso en la semilla es un factor importante que da valor a la cosecha. Por eso, cualquier mecanismo que permita poder producir un girasol de mejor calidad, resultará en un mayor beneficio. La elección de híbridos seleccionados genéticamente para tener un alto contenido graso, es el primer factor a considerar. Se ha comprobado que hay diferencias entre híbridos comerciales superiores al 5% de grasa. (Alonso Arnedo y López Ruíz-Calero, 1997). Para incrementar la producción de girasol en México se requiere en primer lugar identificar híbridos de alto potencial de rendimiento (3 a 4 ton ha<sup>-1</sup>), estables, precoces a intermedios, altos oleicos (>80%), contenido de aceite mayor del 40%, con tolerancia a plagas y enfermedades. En base a lo anterior en el INIFAP se planteó la necesidad de establecer convenios con empresas semilleras de híbridos de girasol alto oleico, con el propósito de evaluar e identificar híbridos con un comportamiento agronómico superior en las características mencionadas anteriormente. El objetivo del presente estudio fue recomendar a los productores los mejores híbridos, con alto potencial de rendimiento, cantidad y calidad de aceite, que les permita hacer del girasol un cultivo rentable y competitivo con cultivos tradicionales en el sur de Sonora.

## 2. Materiales y métodos

El lote de prueba se ubicó en los terrenos del Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB-INIFAP), ubicado el Block 910 del Valle del Yaqui, en un suelo arcilloso (> 50% arcilla) y bajo condiciones de riego. Se evaluaron cinco híbridos: 1) P63HE60 de ciclo precoz; 2) P63HH111 de ciclo precoz; 3) P64HE118 de ciclo intermedio; 4) P64HH98 ciclo intermedio y 5) SYN 3950 HO de ciclo intermedio como testigo. Al cultivo se le dio el manejo agronómico recomendado para girasol bajo riego por el CENEB - INIFAP en el sur de Sonora. La siembra fue el 14 de diciembre de 2016, en húmedo de manera manual a “chorrillo”, posteriormente se aclareo y se dejó una población final de 4 plantas m<sup>-1</sup> (50,000 plantas ha<sup>-1</sup>). No se tuvieron mayores problemas con plagas, enfermedades y maleza. Se fertilizó en presiembra con la formula 149-52-00, aplicando 300 kg ha<sup>-1</sup> de Urea (46% de N) y 100 kg ha<sup>-1</sup> de MAP (11-52-00).

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 8 repeticiones. La parcela experimental fue de 4 surcos de 0.8 m de ancho por 6 m de largo (19.2 m<sup>2</sup>) y la parcela útil los 2 surcos centrales de 5 m de largo (8.0 m<sup>2</sup>). Se midieron los siguientes variables: días después de la siembra (DDS) a inicio de botones florales (R1), inicio de floración (R5) y madurez fisiológica (R9); altura de planta (cm), peso de 100 semillas (gr), peso hectolítrico (kg hl<sup>-1</sup>), % de aceite, % de

ácido oleico, rendimiento de grano ajustado al 11% de humedad ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), esta última variable fue analizada estadísticamente y la separación de medias fue mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 0.05 de probabilidad ( $\text{DMS}_{0.05}$ ).

### 3. Resultados y discusión

**Clima.** En la Figura 1 se presentan las temperaturas prevalecientes a través del ciclo de desarrollo del cultivo. Se tuvo un invierno relativamente cálido, sin presencia de heladas, que favoreció un buen desarrollo del cultivo. Las temperaturas altas ( $> 35^{\circ}\text{C}$ ) se presentaron a mediados de abril cuando el cultivo ya había llegado a madurez fisiológica, sin afectar el rendimiento de grano.

En el Cuadro 1 se presentan los promedios de las variables medidas de los 5 híbridos evaluados. El coeficiente variación ( $\text{CV} = 11.42\%$ ) fue aceptable, por lo que se considera que los resultados son confiables. El mejor híbrido estadísticamente fue P63HH111 con un rendimiento de  $4011 \text{ kg ha}^{-1}$ , superando al testigo SYN3950HO que rindió  $3415 \text{ kg ha}^{-1}$ . En un 2° grupo se ubicaron los otros tres híbridos de PIONEER, destacando P63HE60 y P64HH98. El híbrido P64HE118 no tuvo buen comportamiento. No se presentaron problemas de acame y enfermedades que afectaran el rendimiento de grano. En cuanto contenido de aceite destacaron los híbridos P63HH111 y P64HH98 con 41.5% y 40.0%, respectivamente, en tanto que el testigo SYN3950HO solo obtuvo 35.7%. Los híbridos P63HE60 y P64HE118 tuvieron los contenidos más bajos de aceite con 33.4 y 33.1%. En cuanto a contenido de ácido oleico sobresalieron nuevamente los híbridos P63HH111 y P64HH98 con 87.5% y 86.6%, respectivamente, en tanto que el testigo SYN3950HO solo obtuvo 79.9%. En % de ácido oleico todos los híbridos de PIONEER superaron al testigo SYN3950HO. La industria aceitera acepta sin castigos el contenido de aceite y ácido oleico en niveles de 40% y 80%, respectivamente; de dichos niveles hacia arriba se pueden obtener bonificaciones en el precio por tonelada de grano.

### 4. Conclusiones

El híbrido P63HH111 tuvo el mejor comportamiento en rendimiento, cantidad y calidad de aceite. Además la precocidad lo hace ideal para utilizarse en rotación de cultivos, así como en regiones donde hay riesgo de heladas al final del ciclo de desarrollo.

1. El híbrido P64HH98 tuvo un comportamiento aceptable en rendimiento, cantidad y calidad de aceite.

2. En base al comportamiento que presentaron los híbridos P63HH111 y P64HH98 se sugiere validarlos en parcelas con productores.

Cuadro 1. Variables medidas en el ensayo de rendimiento de 5 híbridos de girasol alto oleico. Valle del Yaqui, Sonora. Otoño-Invierno 2016-2017

Híbrido	R1 (DDS)	R5 (DDS)	R9 (DDS)	AP (cm)	DC (cm)	PCS (gr)
P63HH111	49	81	109	125	16.5	5.60
SYN3950HO	52	86	115	151	18.2	4.88
P63HE60	49	78	107	118	16.1	5.65
P64HH98	51	82	112	130	13.1	5.21
P64HE118	52	90	120	164	15.4	4.08

Híbrido	PH (kg hl <sup>-1</sup> )	A (%)	AO (%)	REND* Kg ha <sup>-1</sup>	**DMS 0.05
P63HH111	26.3	41.5	87.5	4011	A
SYN3950HO	30.0	35.7	79.9	3415	B
P63HE60	24.5	33.4	84.8	2942	C
P64HH98	31.1	40.0	86.6	2883	C
P64HE118	25.6	33.1	82.1	2574	C

(T)= Testigo; HO= alto oleico; DDS= Días Después de la Siembra; R1= Inicio de botón floral; R5 = Inicio de Floración; R9= Madurez Fisiológica; AP= Altura de planta; DC= Diámetro de capítulo; PCS= Peso de 100 semillas; PH= Peso Hectolítrico; \*REND.= Rendimiento ajustado al 11% de humedad en el grano; A= % de Aceite; AO= % de Ácido Oleico; \*\*DMS<sub>0.05</sub>= 370; CV= 11.42%. (Diferencia Mínima Significativa - DMS; Coeficiente de Variación - CV).

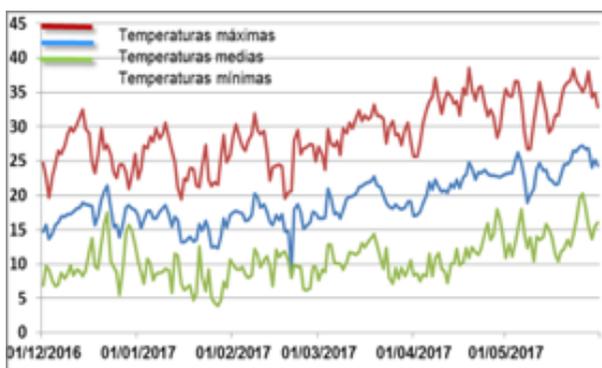


Figura 1. Temperaturas en el desarrollo del cultivo de girasol. Valle del Yaqui, Son. O-I 2016-2017

### Referencias

1. Alonso Arnedo, L. C., y López Ruíz-Calero, G. (1997). El cultivo de girasol. 3ª Edición. Lunwerg Editores, S. A. Madrid, España.
2. Castillo T. N, Borbón, G. A. y Montoya C. L. 2018. Tecnología de producción del cultivo de girasol para el estado de Sonora. Memoria. Día del Agricultor 2018. Publicación especial N° 25 (30-32). Marzo 2018. SAGARPA-INIFAP-CIRNO-CENEB. Ciudad Obregón, Sonora, México.

3. CONASIPRO, 2015. Comité Nacional Sistema Producto Oleaginosas. Oleaginosas en cadena. 'Ilumina' aceite al girasol. Boletín bimestral Octubre-Noviembre 2015, No. 60. México, D. F.
4. SIAP 2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Anuario estadístico de la producción agrícola. Girasol. 2014. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>



## Competencia Intraespecífica, Componentes De Rendimiento Y Absorción De Nutrientes En Trigo En Siembra Directa

Cortés Jiménez Juan Manuel, Ortiz Ávalos Alma Angélica, Zazueta Encinas Gerardo

Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug Km 12. Cd. Obregón, Sonora. C.P. 85000

[cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx](mailto:cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx)

### Resumen

La evaluación se realizó en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, en el ciclo O-I 2017-2018 en un suelo de textura arcillosa. Se comparó la siembra directa de trigo en hileras a 17 cm de separación, 150 kg ha<sup>-1</sup> de semilla y una población de 2.176 millones de plantas ha<sup>-1</sup>, con la siembra a 34 cm de separación, 75 kg ha<sup>-1</sup> de semilla y 1.088 millones de plantas ha<sup>-1</sup>. Se fertilizó con 600 kg ha<sup>-1</sup> de urea aplicada al voleo. Se aplicaron 75 y 150 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato mono amónico mezclados con la semilla. Se sembró en seco con la variedad CIRNO C2008 el 13 de diciembre y se aplicó el riego de germinación el día siguiente. Se utilizó un diseño en franjas de 16 metros de ancho por 110 metros de largo. Se evaluó el rendimiento de grano y sus componentes y la absorción de macro y micro nutrientes, para lo cual se tomaron tres muestras por tratamiento de 0.51 m<sup>2</sup> en el espaciamiento a 17 cm y 0.34 m<sup>2</sup> en el espaciamiento a 34 cm entre hileras. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La reducción de la competencia intraespecífica en trigo, incrementó el número de granos por espiga y el peso del grano, pero mantuvo constante el número de granos por metro cuadrado, el rendimiento de grano y la absorción de nutrientes por hectárea. Una menor competencia promovió un mayor contenido de proteína en el grano.

**Palabras clave:** labranza de conservación, granos por espiga.

### Abstract

The evaluation was carried out in the Norman E. Borlaug Experimental Station, in cycle O-I 2017-2018 in a clay-textured soil. Direct sowing of wheat in rows at 17 cm of separation, 150 kg ha<sup>-1</sup> of seed and a population of 2.176 million plants ha<sup>-1</sup>, was compared with sowing at 34 cm of separation, 75 kg ha<sup>-1</sup> of seed and a population of 1.088 million plant ha<sup>-1</sup>. The plot was broadcast fertilized with 600 kg ha<sup>-1</sup> of urea. 75 and 150 kg ha<sup>-1</sup> of mono ammonium phosphate mixed with the seed were applied. Seed was planted in dry soil to the variety CIRNO C2008 on December 13 and germination irrigation was applied the following day. A strip plot design of 16 meters wide by 110 meters long was used. The yield of grain and its components and the uptake of macro and micro nutrients were evaluated, for which three samples were taken per treatment of 0.51 m<sup>2</sup> in the spacing at 17 cm and 0.34 m<sup>2</sup> in the spacing at 34 cm between rows. A randomized complete block design with three repetitions was used. The reduction of intraspecific competition in wheat, increased the number of grains per spike and the weight of the grain, but kept constant the number of grains per square meter, the grain yield and the

uptake of nutrients per hectare. Less competition promoted a higher protein content in the grain.

**Key words:** Conservation tillage, grains per spike.

## 1. Introducción

La competencia Intraespecífica, que es la competencia que se produce entre individuos de la misma especie, se puede optimizar mediante la determinación de la densidad de población que maximice el rendimiento y la rentabilidad de los cultivos, en combinación con factores de la producción como la fertilización química, orgánica y biológica, el uso de abonos verdes, el manejo fitosanitario, el manejo sostenible de los suelos mediante prácticas de labranza adecuadas y la conservación de los recursos hídricos (Cortés y Ortiz, 2015). Para el caso de trigo, la competencia intraespecífica se puede visualizar a través de los estudios de Hewstone (2003), quien relacionó las etapas de crecimiento del cultivo con los cambios fisiológicos y morfológicos de las plantas que lo integran, mediante el concepto de componentes de rendimiento. En el sur de Sonora, los resultados de validación con métodos y densidades de siembra en trigo indicaron que, dentro de la fecha de siembra recomendada, y en suelos sin problemas de salinidad y maleza, no existen diferencias significativas entre métodos y densidades de siembra. Se puede sembrar de 80 hasta 160 kg ha<sup>-1</sup> de semilla, con dos, tres o cuatro hileras de plantas por surco (Cortés y Ortiz, 2014; Cortés, Contreras y Martínez, 2003). Al sembrar más semilla, existe la creencia que debe aplicarse más fertilizante, ya que habrá una mayor demanda de nutrimentos. En el caso de fósforo, su mayor disponibilidad para el trigo, generó una mayor absorción y extracción unitaria de este elemento (Cortés, Ortiz, Zazueta y Rivera, 2018), sin embargo, se desconoce si la absorción de nutrimentos se incrementa en función de la densidad de siembra. Por otra parte, la siembra directa ha generado excelentes resultados, tanto en ahorro en costos como en el mejoramiento del suelo. Desgraciadamente, es un sistema que depende de un mayor uso de herbicidas. Con una mayor separación entre hileras de siembra, existe la posibilidad de eliminar mecánicamente la maleza al inicio del desarrollo del cultivo, para lo cual, es necesario determinar si la reducción de la cantidad de semilla por hectárea y una mayor separación entre hileras afectan negativamente al trigo.

**2. Objetivos** Determinar el efecto de la competencia intraespecífica sobre el rendimiento de trigo y sus componentes, así como la absorción de nutrimentos y el contenido de proteína en dos densidades de siembra.

## 3. Materiales y métodos

La evaluación se realizó en el Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB), durante el ciclo otoño-invierno 2017-2018 en un suelo de textura arcillosa. El CENEB se encuentra ubicado en el Block 910 del valle del Yaquí, Sonora. Se sembró en el sistema de siembra directa,

para lo cual se utilizó una sembradora marca SEMEATO de manufactura brasileña, la cual tiene los cuerpos de siembra separados a 17 cm. Esta separación entre hileras de siembra es similar a la que utilizan los agricultores de la región. Se comparó la siembra de trigo en hileras a 17 cm de separación, 150 kg ha<sup>-1</sup> de semilla y 2.176 millones de plantas ha<sup>-1</sup>, con la siembra a 34 cm de separación, 75 kg ha<sup>-1</sup> de semilla y 1.088 millones de plantas ha<sup>-1</sup>, para lo cual, una vez calibrada la sembradora con la densidad más alta, se cerró alternadamente una de las compuertas por donde sale la semilla, sembrando así la misma cantidad de semilla por hilera (Figura 1).

Toda la superficie se fertilizó con 600 kg ha<sup>-1</sup> de urea aplicada al voleo sobre la paja. Se aplicó la misma cantidad de fosfato mono amónico (MAP) y de semilla, ya que ambos insumos se mezclaron en la sembradora. La siembra se realizó en seco con la variedad CIRNO C2008 el 13 de diciembre, y se aplicó el riego de germinación el día siguiente. Se utilizó un diseño en franjas de 16 metros de ancho por 110 metros de largo. Se utilizaron cuatro riegos de auxilio. Se aplicó herbicida e insecticida antes del primer riego. Después del último riego se aplicó fungicida para el control de roya de la hoja. El suelo donde se realizó el estudio, tenía una disponibilidad de 20.1 ppm de fósforo Bray, 101 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno nítrico, 0.79% de materia orgánica, 5.2 Cmol (+) kg<sup>-1</sup> de calcio, 1.17 de magnesio y 4.56 de sodio, PSI de 2.47, 0.74 ppm de cobre, 2.26 de fierro, 0.46 de zinc y 2.57 ppm de manganeso. La textura del suelo se clasificó como arcilla y el pH como alcalino. Las variables evaluadas fueron el rendimiento de grano y sus componentes y la absorción de macro y micro nutrientes, para lo cual se tomaron tres muestras por tratamiento de 0.51 m<sup>2</sup> en el espaciamiento a 17 cm y 0.34 m<sup>2</sup> en el espaciamiento a 34 cm entre hileras, con lo cual se determinó el peso de grano y paja y su concentración de nutrimentos. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones.



Figura 1. Imagen izquierda: siembra a 17 cm. Imagen derecha: siembra a 34 cm de separación

#### 4. Resultados y discusión

No se observó efecto significativo de los tratamientos sobre la mayoría de las variables evaluadas. La diferencia en rendimiento de grano fue de sólo 92 kg ha<sup>-1</sup>. Con más semilla, se obtuvo 24.6% más espigas por metro cuadrado, pero con un número significativamente menor

de granos por espiga y peso por espiga. El peso de 100 granos fue mayor con menor cantidad de semilla. El número de granos por metro cuadrado fue estadísticamente igual en ambos tratamientos (Cuadro 1). En general, el trigo regula los componentes de rendimiento dentro de un rango de plantas por metro cuadrado, lo cual está definido por la variedad, el clima, el tipo de suelo y la fecha de siembra (Cortés y Ortiz, 2015).

Cuadro 1. Rendimiento de trigo y sus componentes y resultados del análisis de varianza

Variable de respuesta	Distancia entre hileras		DMS 0.05	C.V. %
	17 cm	34 cm		
Rendimiento de grano kg ha <sup>-1</sup>	8170 a	8078 a*	1263	3.62
Rendimiento de paja kg ha <sup>-1</sup>	10392 a	8058 a	3878	9.77
Espigas por metro cuadrado	400 a	321 a	78.4	5.05
Granos por espiga	36 a	43 b	3.04	1.78
Gramos por espiga	2.04 a	2.51 b	322	3.29
Peso de 100 granos g	5.59 a	5.80 a	686	2.80
Granos por metro cuadrado	14570 a	13894 a	1083	1.77

\*cifras en hileras con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro 2. Absorción de nutrimentos y resultados del análisis de varianza

Absorción de nutrimentos	Distancia entre hileras		DMS 0.05	C.V. %
	17 cm	34 cm		
Nitrógeno kg ha <sup>-1</sup>	232.4 a	220.1 a	58.2	5.98
Fósforo kg ha <sup>-1</sup>	25.8 a	24.5 a	8.7	8.11
Potasio kg ha <sup>-1</sup>	261 a	240 a	215	19.9
Calcio kg ha <sup>-1</sup>	157.9 a	158.5 a	162	23.9
Magnesio kg ha <sup>-1</sup>	24.5 a	23.4 a	21.3	20.6
Sodio kg ha <sup>-1</sup>	179 a	122 a	64.5	9.96
Cobre g ha <sup>-1</sup>	78.8 a	72.4 a	12.5	3.87
Fierro g ha <sup>-1</sup>	2834 a	2129 b	658	6.17
Zinc g ha <sup>-1</sup>	349 a	372 a	64	4.15
Manganeso g ha <sup>-1</sup>	1046 a	899 a	1048	25.1

\*cifras en hileras con la misma letra son estadísticamente iguales

De los 10 elementos analizados, nueve no mostraron diferencias significativas en su absorción al modificar la cantidad de semilla y la distancia entre hileras (Cuadro 2). Lo anterior, se atribuye a que la biomasa producida fue estadísticamente la misma, principalmente la que corresponde al rendimiento de grano por hectárea. Los datos del Cuadro 2, permiten determinar la magnitud de la absorción de macro y micro elementos en una cosecha de 8.0 ton ha<sup>-1</sup> de trigo.

La mayor acumulación de nitrógeno en la siembra a 17 cm se debió básicamente a una mayor acumulación en la paja, ya que, en el grano, su contenido de proteína fue de 11.67 y 11.97% en la

separación a 17 y 34 cm entre hileras respectivamente. Los resultados obtenidos en esta evaluación, corroboran los reportados en labranza convencional, por lo tanto, es factible separar las hileras de siembra en labranza de conservación y controlar mecánicamente la maleza.

## 5. Conclusiones

La reducción de la competencia intraespecífica en trigo, incrementó el número de granos por espiga y el peso del grano, pero se mantiene constante el número de granos por metro cuadrado, el rendimiento de grano y la absorción de nutrimentos por hectárea. Una menor competencia promovió un mayor contenido de proteína en el grano.

## Referencias

1. Cortés, J., J.M., Ortiz, A.A.A., Zazueta E.G. y Rivera G.M. 2018. Efecto de la disponibilidad de fósforo en el suelo, sobre su extracción unitaria en trigo. Valle del Yaqui, Sonora. Memorias de la XXX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. p 361-365.
2. Cortés, J., J.M. y Ortiz, A.A.A. 2015. Manejo de la competencia intraespecífica, en la producción de cultivos sin el uso de agroquímicos, en el valle del Yaqui, Sonora. En: Huerta de la Peña, A. y Díaz Ruíz, R. (Coord.). Agricultura sostenible, una transición desde lo tradicional. Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible. Colegio de Postgraduados. p. 127-142. Recuperado de <http://www.investigacion.colpos Puebla.mx/pdf/AGRICULTURA%20SOSTENIBLE.pdf>
3. Cortés, J., J.M. y Ortiz, A.A.A. 2014. Innovación tecnológica con siembra directa de trigo en el valle del Yaqui, Sonora. Memorias del XVII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Octubre 9-10, 2014. Mexicali, B.C., México. p 473-477.
4. Cortés, J., J.M., Contreras de la C.E. y Martínez S.J.J. 2003. Validación de métodos y densidades de siembra en el cultivo de trigo, en el valle del Yaqui, Sonora. Folleto técnico No. 48. Campo experimental Valle del Yaqui. INIFAP. 28 p.



## Efecto Del Color De Malla Sombra En El Rendimiento De Chile Morrón (*Capsicum Annuum L.*)

Díaz-Pérez Juan Carlos<sup>1</sup>, St. John-Pickel Kelly<sup>2</sup>, Nambeesan Savithri U.<sup>3</sup>, Kabir Mohammad Yamin<sup>1,3</sup>, Cutiño Jiménez Ania Margarita<sup>4</sup>, Alvarado-Chávez Juan Alberto<sup>1</sup>  
Jesús Bautista<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department Of Horticulture, University Of Georgia, 2360 Rainwater Road, Tifton, Ga 31793, U.S.  
[jcdiaz@uga.edu](mailto:jcdiaz@uga.edu)

<sup>2</sup>Trellis Growing Systems Llc, 2427 S. Hadley Road, Fort Wayne, In 46804, U.S.

<sup>3</sup>Department Of Horticulture, University Of Georgia, Athens, Ga 30602, U.S.

<sup>4</sup>Departamento De Biología Y Geografía, Facultad De Ciencias Naturales Y Exactas, Universidad De Oriente. Santiago De Cuba, Cuba

### Resumen

Estudios recientes muestran que bajo condiciones de estrés por calor, las malla sombras negras aumentan el rendimiento de frutos de chile morrón. Hay diversos reportes sobre los beneficios de las mallas sombras de colores, aunque existe poca información sobre el impacto de dichas mallas en chile morrón. El objetivo fue determinar los efectos de mallas sombras de colores en el rendimiento de chile morrón. El experimento se realizó en Tifton, Georgia, durante la primavera de 2015. Las plantas de chile morrón ('PS 09979325') se establecieron en camas altas cubiertas con acolchado negro. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y cinco tratamientos de malla sombra [blanca, negra, plateada, y roja (Green-tek, Janesville, Wisconsin) y un testigo sin sombra]. Las temperaturas del aire medias y máximas tuvieron los valores más altos en el tratamiento sin sombra, aunque las diferencias de temperatura entre tratamientos fueron relativamente pequeñas. En contraste, la temperatura de la zona radical varió de 34.0 °C (malla negra) a 37.1 °C (sin malla sombra). El número y rendimiento de frutos (comerciales y total) y el peso de fruto fueron más bajos en el tratamiento sin sombra. La presencia de una mayor temperatura de la zona radical en el tratamiento sin sombra quizá explique, al menos parcialmente, el que las plantas hayan tenido los menores rendimientos y tamaño de fruto. Nuestros resultados no coinciden con estudios previos que muestran que las plantas bajo malla sombra de colores producen mayores rendimientos que bajo malla sombra negra.

**Palabras Clave:** Plásticultura; estrés por calor; casa-sombra.

### Abstract

Recent reports have shown that under heat stress conditions black shading nets improve bell pepper marketable fruit yield and quality. Use of colored shading nets has shown benefits in some crops although there is little information on bell pepper responses to colored shade nets. The objective was to determine the effects of colored shade nets on fruit yield of bell pepper ('PS 09979325'). Experimental design was a randomized complete block with four replications and five treatments [5 shade treatments (black, red, silver, white, and uncovered) (Green-tek,

Janesville, Wisconsin)]. Results showed that mean and maximal air temperature were highest in the unshaded treatment, although treatment differences were small. In contrast, root zone temperature varied from 34.0 °C (black net) to 37.1 °C (unshaded). Marketable and total fruit number and yield, and individual fruit weight were reduced under unshaded treatment compared to all shading nets. The presence of an increased root zone temperature in unshaded conditions possibly explains, at least partially, the reduced fruit yields and fruit weight. Our results differ from previous studies showing that plants under colored shade nets have increased fruit yields compared to under black shade nets.

**Key words:** Plasticulture; heat stress; shade-house.

## 1. Introducción

Bajo condiciones de estrés por calor, las malla sombras negras aumentan el rendimiento y la calidad de frutos de chile morrón (Díaz-Pérez, 2013, 2014; Hochmuth *et al.*, 2013) y de tomate (El-Gizawy, Abdalla, Gomaa, & Mohamed, 1992). Hay diversos estudios sobre los beneficios de las mallas sombras de colores en varios cultivos, aunque existe poca información sobre el uso de dichas mallas en chile morrón (Shahak, 2008; Shahak, Gussakovsky, Gal, & Ganevelin, 2004). El efecto de dichas mallas de colores (foto-selectivas) se ha atribuido a cambios en la calidad de la luz que influyen en la fisiología del cultivo, sobre todo a través del metabolismo de fitocromo (Shahak, 2008). El objetivo fue el determinar los efectos de mallas sombras de colores en el rendimiento de chile morrón.

## 2. Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el Rancho de Horticultura de la Universidad de Georgia, Tifton, Georgia, durante la primavera de 2015. El suelo de la parcela experimental es limo-arenoso con un pH de 6.5. Las plantas de chile morrón ('PS 09979325') se establecieron en camas altas (6 x 0.76 m, con una distancia de 1.8-m entre los centros de las camas) cubiertas con acolchado negro. En cada cama se colocó una cinta de riego por goteo. Se establecieron dos hileras de plantas en cada cama, con una separación de 30 cm entre plantas dentro de cada hilera. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y cinco tratamientos de color de malla sombra [blanca, negra, plateada, y roja (Green-tek, Janesville, Wisconsin) y un testigo sin sombra]. El cultivo se manejó de acuerdo a las recomendaciones del Servicio de Extensión Agrícola de la Universidad de Georgia. Las mallas sombras variaban de un 40% a un 50% en su nivel de sombreo aportando al cultivo. En estudios previos en chile morrón se encontró que el nivel de sombreo óptimo para el chile morrón es de 30% a 46% (Díaz-Pérez, 2014). La radiación fotosintéticamente activa (al medio día) en un día despejado típico fue de 1851  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

**Mediciones.** La temperatura del aire se midió periódicamente durante el ciclo de cultivo mediante sensores de temperatura conectados a 'dataloggers' Hobo. La temperatura de la zona radical (8 cm de profundidad en el suelo) se midió manualmente con un termómetro digital. Los

frutos cosecharon en estado verde maduro y se clasificaron como fruto comercial o fruto rezaga, de acuerdo a los estándares del Depto. de Agricultura de los EE. UU.

**Análisis estadístico.** Los datos se analizaron estadísticamente mediante el programa SAS (v. 9), utilizando el procedimiento GLM (modelo lineal general) y, realizando una separación de medias con la Prueba de Duncan de Rango Múltiple.

### 3. Resultados y discusión

**Temperaturas.** Las temperaturas del aire medias y máximas durante el ciclo de cultivo tuvieron los valores más altos en el tratamiento sin sombra, aunque las diferencias de temperatura entre tratamientos de malla sombra fueron relativamente pequeñas (0.2 °C ó menos) (Cuadro 1). En contraste, la temperatura de la zona radical (medida al medio día) mostró mayores diferencias entre tratamientos, variando de 34.0 °C en el tratamiento con malla sombra negra y 37.1 °C en el tratamiento sin malla sombra; no hubo diferencias significativas en temperatura de la zona radical entre las mallas sombras. Estos resultados coinciden con un reporte previo que indica que, comparado con condiciones sin malla sombra, en presencia de mallas sombras ocurre un mayor impacto en la temperatura de la zona radical que en la temperatura del aire (Díaz-Pérez, 2013).

**Rendimientos.** El número y rendimiento de frutos (comerciales y total) y el peso de fruto fueron más bajos en el tratamiento sin sombra (Cuadro 2). La presencia de una mayor temperatura de la zona radical en el tratamiento sin sombra es posible que explique, al menos parcialmente, el que las plantas hayan tenido los menores rendimientos y tamaño de fruto. En un estudio anterior con malla sombra negra, la presencia de altos valores de temperatura de la zona radical en plantas sin sombra estuvieron asociados con menores rendimientos de fruto comercial (Díaz-Pérez, 2013, 2014). No hubo diferencias en número de frutos ni en el rendimiento entre las diferentes mallas sombras.

### 4. Conclusiones

5. Las plantas sin malla sombra presentaron los menores valores de rendimiento y de tamaño de fruto, presumiblemente debido a que dichas plantas estuvieron expuestas a un mayor estrés por calor (mayor temperatura de la zona radical) en comparación con las plantas bajo malla sombra. No se encontraron diferencias en rendimiento de fruto entre las diferentes mallas sombras. Nuestros resultados no coinciden con estudios previos que muestran que las plantas bajo malla sombra de colores producen mayores rendimientos que bajo malla sombra negra (Shahak, 2014).

Cuadro 1. Efecto de las mallas de colores en las temperaturas de aire y de la zona radical (10 cm de profundidad del suelo) durante el ciclo de producción de chile morrón

Malla sombra	Temperatura de aire (°C)			Temperatura de zona radical (°C)
	Mínima	Media	Máxima	Media (al medio día)
Blanca	nd <sup>y</sup>	nd	nd	35.2 b
Negra	22.3	27.0 c	33.1 b	34.0 b
Plateada	22.3	27.1 b	33.0 c	34.9 b
Roja	22.3	27.1 b	33.1 b	34.9 b
Sin malla	22.2	27.2 a	33.9 a	37.1 a
P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

<sup>z</sup>Means followed by the same letter are not significantly different based on Duncan's multiple range test at 95% confidence.

<sup>y</sup>Valor no determinado.

Cuadro 2. Efecto de las mallas de colores en el rendimiento de chile morrón

Malla sombra	Comercial		Total		Peso de fruto
	(1000/ha)	(t/ha)	(1000/ha)	(t/ha)	(g/fruto)
Blanca	273 a	29.1 a	291	30.3 a	106 a
Negra	263 a <sup>z</sup>	30.5 a	287	32.2 a	117 a
Plateada	254 a	30.0 a	276	31.7 a	119 a
Roja	238 a	27.1 a	255	28.4 a	113 a
Sin malla	164 b	13.0 b	179	13.8 b	65 b
P	49	0.0002	62	0.0003	<0.0001

<sup>z</sup>Within each column, means with the same letter are not significantly different at  $P = 0.05$  according to Duncan's multiple range test.

## Referencias

- Díaz-Pérez, J. C. (2013). Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) crop as affected by shade level: Microenvironment, plant growth, leaf gas exchange, and leaf mineral nutrient concentration. HortScience, 48, 175-182.
- Díaz-Pérez, J. C. (2014). Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) crop as affected by shade level: Fruit yield, quality, postharvest attributes, and incidence of Phytophthora blight (caused by *Phytophthora capsici* Leon.). HortScience, 49, 891-900.
- El-Gizawy, A. M., Abdalla, M. M. F., Gomaa, H. M., & Mohamed, S. S. (1992). Effect of different shading levels on tomato plants 2. Yield and fruit quality. Acta Hort., 323, 349-354.
- Hochmuth, R. C., Treadwell, D., Simone, E. H., Landrum, L., Laughlin, W. L., & Davis, L. L. (2013). Growing bell peppers in soilless culture under open shade structures. In: University of Florida, IFAS Extension.
- Shahak, Y. (2008). Photo-selective netting for improved performance of horticultural crops. A review of ornamental and vegetable studies carried out in Israel. In D. Oh, C. Kubota, S. K. Mitra, H. Park, M. Shigyo, & Y. Shahak (Eds.), Proceedings of the International Symposium on Cultivation and Utilization of Asian, Sub-Tropical, and Underutilized Horticultural Crops (Vol. 770, pp. 161-168).

6. Shahak, Y. (2014). Photoselective netting: An overview of the concept, R&D and practical implementation in agriculture. In A. Sadka (Ed.), International CIPA Conference 2012 on Plasticulture for a Green Planet (Vol. 1015, pp. 155-162).
7. Shahak, Y., Gussakovsky, E. E., Gal, E., & Ganevelin, R. (2004). ColorNets: Crop protection and light-quality manipulation in one technology. *Acta Hort.*, 659, 143-151.



## **Rendimiento Y Calidad En Frutos De Tomate (*Solanum Lycopersicum L.*) Variedad Cedral Evaluado Con Dos Portainjertos Seriado Y Multifort**

Galindo Macalier Jesús H., Reyes A. Paredes Fátima, Pedro Méndez José G., Delgadillo Ángeles Jorge L., Carrasco Peña Laura D., Lopez Sanchez Imelda V., Ordaz Silva Salvador

Facultad de Ingeniería y Negocios en San Quintín – Universidad Autónoma de Baja California  
[humberto.galindo52@uabc.edu.mx](mailto:humberto.galindo52@uabc.edu.mx) [fatima.reyes@uabc.edu.mx](mailto:fatima.reyes@uabc.edu.mx)

### **Resumen**

Se llevó a cabo una investigación, bajo condiciones de invernadero, para evaluar la productividad y calidad de tomate en la variedad cedral, con dos portainjertos: uno seriado (en proceso de prueba) y uno comercial (multifort), a su vez se aplicaron dos tratamientos enraizador y *Trichoderma asperellum*. Todos los datos recolectados en los seis cortes son preliminares. El experimento se realizó en el invernadero de la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín de la Universidad Autónoma de Baja California, iniciando en la fecha 23 de mayo del 2018. Los datos obtenidos muestran que el portainjerto multifort con *Trichoderma* presento mejores resultados en calidad, comparado con los otros tres tratamientos aplicados.

**Palabras claves:** Efecto, Fruto, Trichoderma.

### **Abstract**

A research as carried out, under greenhouse conditions, to evaluate the productivity and quality of tomato in the Cedral variety, with two rootstocks: one serial (in the process of testing) and one commercial (multifort), at the same two treatments were applied, root treatment and *Trichoderma asperellum*. All the collected data of the six harvests are preliminary. The experiment was carried out at the greenhouse of San Quentin Engineering and business Faculty (FINSQ in its initials in Spanish) of the Autonomous University of Baja California (UABC), starting on May 23, 2018. The obtained data shows that the multifort rootstock with *Trichoderma* gave better results in quality, compared to the other three treatments applied.

**Keywords:** Effect, Fruit, Trichoderm.

### **1. Introducción**

México es el principal proveedor a nivel mundial de tomate con una participación en el mercado internacional de 25.11% del valor de las exportaciones mundiales. En el mercado internacional, durante 2016 el tomate mexicano cubrió 90.67% de las importaciones de Estados Unidos y 65.31% de Canadá (SAGARPA, 2017). En el ciclo primavera verano, el estado de Baja California suministra alrededor del 95% de su producción de tomate hacia los Estados Unidos; según el gobierno de Baja California, en 2010 exporto el 100% de la producción de tomates que

se realizó en el estado (ProDESC, 2012). La zona de San Quintín es eminentemente agrícola, los cultivos que ahí se explotan son principalmente tomate, pepino, cebolla, berries y forrajes; durante 2015, los cultivos de tomate y pepino representan 63.2% de la superficie en agricultura protegida, siendo 783.51 hectáreas sembradas de tomate (SEFOA, 2015).

La variedad Cedral es una planta con excelente vigor, continuidad y alto rendimiento, ciclos largos y un buen cierre, cuenta con una excelente firmeza, hombros uniformes, llega a tener un peso promedio por fruto de 250-300 g y el color que presenta el fruto es un rojo intenso. Cuenta con resistencia a virus, fusarium, virus del mosaico de tomate, nemátodos (resistencia intermedia), virus marchites del tomate y cleorosporosis (Syngenta). El portainjerto multifort es apto para tomate y berenjena, híbrido interespecífico que posee un vigor medio/alto y cuenta con resistencia a la tercera raza de *Fusarium Oxysporium f. sp. lycopersici* (Seminis).

*Trichoderma* se caracteriza por predominar en los ecosistemas terrestres y acuáticos, algunas especies son de vida libre en el suelo, oportunistas, simbioses de plantas, y otras son micoparásitas (Danay Infante, 2009). El grado de estimulación en la planta, depende en gran medida del genotipo, en este caso del tomate, lo que sugiere que la respuesta a *Trichoderma spp.* está bajo control genético. Algunos géneros de *Trichoderma spp.* ayudan a estimular el tamaño del dosel, elongación de la raíz, engrosamiento del tallo, síntesis de ácido indol-3-acético; dado que la capacidad para promover un crecimiento equilibrado de las plantas depende de una buena regulación de hormonas y compuestos similares a hormonas en la rizosfera, otros factores como genotipo y el estado fisiológico de la planta, o las condiciones culturales están involucrados (Marina Tucci, 2011). El objetivo de este trabajo fue comparar el rendimiento y calidad que tienen los dos portainjertos con su respectivo tratamiento enraizador y *Trichoderma spp.*, con base en los estándares de exportación establecidos por el mercado México-EUA.

## 2. Materiales y métodos

En la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín de la Universidad Autónoma de Baja California se estableció un cultivo de tomate variedad Cedral con dos portainjertos Multifort y Seriado, con fecha de plantación 23 de mayo del 2018, bajo condiciones de invernadero, en un espacio de siembra de 250 m<sup>2</sup>, con una distancia entre plantas de 60 cm; aplicando un tratamiento a la mitad de plantas, de cada portainjerto, con enraizador y *Trichoderma asperellum strain Tr266B*, sumergiendo la parte del cono de la plántula en una concentración de *Trichoderma spp.* de 1x10<sup>7</sup> UFC. Para poder llevar a cabo la toma de datos, se realizó una selección al azar de cinco plantas, por portainjerto con cada tratamiento. Se tomaron 4 tratamientos que fueron los siguientes: Cedral Multifort *Trichoderma sp.* (T1), Cedral Multifort Enraizador (T2), Cedral Seriado Enraizador (T3), Cedral Seriado *Trichoderma sp.* (T4). El primer corte se realizó en la fecha 07 de agosto del 2018, tomando en cuenta que los frutos debían presentar un tono rojo, naranja, amarillo y el verde una estrella formada por color amarillo-naranja en la parte del estigma. Los datos que se recolectaron fueron total de frutos, rechazados, aceptados, peso y

calidad. Para los frutos rechazados las condiciones que presentaban eran uniformidad (tumores), tamaño muy pequeño, grietas, cicatrices y payaseado del tomate. Para frutos aceptados la calidad fue con base en un Cuadro donde nos indicaba, el tamaño del fruto, qué tipo de empaque correspondía (4x4, 4x5, 5x5, 5x6, 6x6 y 6x7), basados con los criterios de exportación. En total se realizaron seis cortes llevando a cabo los mismos procedimientos al primero.

Los precios establecidos por el mercado internacional México-EUA, publicados en la pág. InfoASERCA son los siguientes:

Cuadro 1. Formato de precios en dólares por caja

Caja 20 lbs	4x4	4x5	5x5	5x6	6x6
Precio dlls/cajas	18.86	19.04	12.97	15.09	12.51

### 3. Resultados y discusión

Los frutos totales y aceptados fueron analizados mediante la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, donde los resultados obtenidos fueron los siguientes: Frutos totales de los tratamientos aplicados en la variedad Cedral presento una diferencia significativa entre los tratamientos cedral enraizador con trichodermas y cedral multifort *Trichoderma spp*, con un valor de  $P < 0.05$ .

En frutos aceptados no se presentó ninguna diferencia significativa, porque no se presentó suficiente evidencia. En cuanto a calidad los datos se expresan en P como porcentaje de los frutos aceptados en cada tamaño; los datos se analizaron mediante un ANOVA.

Cuadro 2. Datos estadísticos de calidad de exportación en cada tratamiento letras iguales no existe diferencia significativa

Tratamiento	Media	Diferencia
T1	29,79	A
T2	21,285	AB
T3	20,57	AB
T4	16,056	B

Cuadro 3. Cajas obtenidas y calidades en cada corte por ha

Caja 20 lbs	4x4	4x5	5x5	5x6	6x6	6x7
T4	60 cajas	48 cajas	310 cajas	215 cajas	44 cajas	15 cajas
T3	101 cajas	96 cajas	219 cajas	269 cajas	35 cajas	0 cajas
T1	303 cajas	161 cajas	284 cajas	193 cajas	80 cajas	15 cajas
T2	262 cajas	145 cajas	258 cajas	193 cajas	26 cajas	0 cajas

#### 4. Conclusión

El análisis muestra que los tratamientos utilizados no muestran una diferencia significativa en cuanto a rendimiento, cuando se analizó la calidad solamente dos tratamientos mostraron diferencia significativa entre ellos con un valor de  $P < 0.05$ , se ha demostrado que el uso y eficiencia de la aplicación de *Trichoderma spp.* por Marina en 2011 está influenciado por la genética de la planta. Por lo cual en esta investigación se mostró que no influyo en el rendimiento al usar estos microorganismos, pero si tuvo su efecto en la calidad de los frutos por lo cual podemos obtener frutos de mayor calidad al combinar esta variedad de tomate con el portainjertos multifort y utilizar esta cepa de *Trichoderma asperellum strain Tr266B* y deja abierta la posibilidad de realizar comparaciones con microorganismos comerciales, al hacer una proyección económica en cuanto a las cajas por ha obtenidas, podemos observar que se aumenta la cantidad de cajas en el Tratamiento 1 que es la mejor combinación al observar el número de cajas aumentadas.

#### Referencias

1. Marina Tucci, Michelina Ruocco, Luigi de Masi, Monica de Palma y Matteo Lorito (2011). The beneficial effect of *Trichoderma spp.* on tomato is modulated by the plant genotype. *Molecular Plant Pathology*. 12 (4): 341-354.
2. SAGARPA, (2017). Planeación agrícola nacional 2017-2030. Recuperado <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257077/Potencial-Jitomate.pdf>
3. PODER, ProDESC, (2012). La industria del tomate en Baja California, México. Recuperado [www.prodesc.org.mx/images/pdfs/La-Industria-del-Tomate-en-Baja-California-PODER-ProDESC-Junio-2012-FINAL.pdf](http://www.prodesc.org.mx/images/pdfs/La-Industria-del-Tomate-en-Baja-California-PODER-ProDESC-Junio-2012-FINAL.pdf)
4. FIRA, (2016). Panorama agroalimentario “Tomate rojo”. Recuperado [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama\\_Agroalimentario\\_Tomate\\_Rojo\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_Tomate_Rojo_2016.pdf)
5. SNIIM, (2018 actualizada). Jitomate (Tomate Rojo) Mercados del Exterior (Precios en los Estados Unidos). Recuperado [www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/PreciosHoy.aps?prodC=9074](http://www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/PreciosHoy.aps?prodC=9074)
6. Danay Infante, B. Martínez, Noyma González y Yusimy Reyes, (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. Recuperado de [scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522009000100002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002)

## **Efecto De *Trychoderma Asperellum* Y Enraizador Sobre La Producción Y Calidad De Tomate Injertado Taurina +Sprigel (*Solanum Lycopersicum*) Bajo Condiciones De Invernadero**

Gómez Soto Héctor E., Maldonado Valdiviezo Claudia E., Pedro Méndez José G., Delgadillo Ángeles Jorge L., Carrasco Peña Laura D., Ordaz Silva Salvador

Facultad De Ingeniería Y Negocios En San Quintín - Universidad Autónoma De Baja California  
[hector.eduardo.gomez.soto@uabc.edu.mx](mailto:hector.eduardo.gomez.soto@uabc.edu.mx)

### **Resumen**

El objetivo de esta investigación fue evaluar la productividad y calidad en una variedad de tomate injertado (taurina + sprigel) en respuesta a la aplicación de *Trychoderma asperellum* a una concentración de  $1 \times 10^7$  UFC o enraizador (comercial) bajo condiciones de invernadero. El experimento se realizó en la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín de la Universidad Autónoma de Baja California, durante el periodo de mayo a agosto del 2018. El trasplante se realizó en suelo con acolchado y la densidad de plantas fue de 19,397 plantas /ha. Los resultados mostraron que en producción no se encontró ninguna diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo al analizar las medidas de calidad en los frutos se encontró diferencia estadística significativa entre los dos tratamientos tomando como criterio estándares de calidad para exportación a estados unidos.

**Palabras clave:** *Trychoderma asperellum*, enraizador, tomate.

### **Abstract**

The objective of this research was to evaluate the productivity and quality in a variety of grafted tomato (taurine + sprigel) in response to the application of *Trychoderma asperellum* at a concentration of  $1 \times 10^7$  or rooting (commercial) under greenhouse conditions. The experiment was carried out at the San Quintín Engineering and Business School of the Autonomous University of Baja California, during the period from May to August 2018. The transplant was performed on mulched soil and the plant density was 19,397 plants / ha. The results showed that in production no significant difference was found between the treatments, however, when analyzing the quality measures in the fruits, a significant statistical difference was found between the two treatments taking quality standards for export to the United States as a criterion.

**Key words:** *Trychoderma asperellum*, rooting, tomato.

### **1. Introducción**

En la zona Noroeste del país generalmente se obtienen los rendimientos más altos en la producción de tomate, en cinco entidades se produjo el 54.1% del total nacional en 2015: Sinaloa, Michoacán, San Luis Potosí, Baja California y Jalisco (San Juan-Lara Felipe, 2015). Esta

hortaliza mantiene su importancia en el comercio exterior agropecuario del país, mientras continúa registrando un dinamismo sobresaliente, en 2015 fue el principal producto primario en cuanto al valor de las exportaciones, este producto creció a una tasa promedio anual de 6.5%, mientras que el volumen lo hizo a una tasa promedio anual de 4.7% durante la última década (Oliva Ríos-Osorio, 2016). El volumen exportado, de 1.43 millones de toneladas, fue equivalente al 53.3% de la producción nacional de esta hortaliza en 2015, y el 99.3% de las ventas de tomate mexicano se destinó a Estados Unidos, De acuerdo con la Cuadro de Planeación Agrícola Nacional 2017-2030 este año México alcanzará exportaciones de tomate estimadas en 2.17 millones de t, con un valor aproximado a los dos mil millones de dólares; lo que consolidará a nuestro país como uno de los principales proveedores de este cultivo a nivel mundial, esta hortaliza se ha convertido en el segundo producto de exportación agropecuaria de México al mundo lo que coloca a México en el segundo lugar en el ranking de exportaciones de este producto (SAGARPA, 2018). En esta investigación, se presentan datos preliminares de producción de tomate, injertado (taurina+sprigel) taurina; de alto vigor con muy buen paquete de resistencias a enfermedades, buen comportamiento al injertar con variedades de vigor bajo a alto, buena germinación y uniformidad, ayuda a mantener el vigor, rendimiento y calidad de fruta (Ahern Seeds, 2018). Conjunto con una variedad en específico sprigel es un bola determinado de planta fuerte con excelente continuidad, y entrenudos medios, alta tolerancia en campo a virus y enfermedades. Mantiene los tamaños grandes (250-300 g) en ciclos largos, uniformidad en forma y tamaño del fruto (Syngenta, 2018). El uso de enraizadores es una actividad común en la horticultura, mismo que promueve una rápida acción de preparación de los primordios que serán convertidos en raíces, produce una rápida compensación de los niveles hormonales para dar soporte a los procesos que generan la formación, desarrollo y crecimiento de las raíces, generando un engrosamiento de tallos (Xilema y Floema), produce un abundante sistema radicular fuerte y fibroso, favorece una óptima condición nutricional (Dune Mexicali, 2018). Mientras que el uso de Tricodermas, un hongo que pertenece a los Deuteromicetes filamentosos: Hyphomycete que viven en asociación con numerosas plantas, entran en contacto con las raíces y las cubren con su micelio formando una barrera que las protege de la actividad de algunos hongos patógenos; esta barrera avanza a medida que las raíces crecen, con resultados preliminares vistos como un mejor brote radical, un crecimiento más rápido y vigoroso (Salazar, 2012). La aplicación de Trichoderma en el cultivo de tomate mejora notablemente el crecimiento y el desarrollo, influyendo en variables fisiológicas como germinación, área foliar, longitud de raíz, generando producción de frutos grandes.

## 2. Materiales y métodos

En la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín de la Universidad Autónoma de Baja California se estableció un cultivo de tomate cuya variedad fue sprigel, con un portainjertos (Taurina), y dos tratamientos (Tricoderma y el enraizador Hormovit de Quimia) bajo condiciones de invernadero, con una superficie de 250 m<sup>2</sup> en el módulo. Las características del invernadero lo

clasifican como mediana tecnología. El experimento consistió en la evaluación de dos tratamientos, con la misma fecha de siembra (23 de mayo 2018 a la fecha). La siembra se hizo en suelo con una textura arenosa, conductividad eléctrica de 3.5 dS/m y pH de 8.3. En el experimento se utilizó una densidad de 19,397 plantas/ha, el arreglo de plantación fue de una hilera a 12 pulgadas entre plantas. En cuanto al sistema de tutorado, las plantas se podaron a dos tallos, sostenido de dos hilos rafia el cual se encontraba suspendido de un alambre que cruza el invernadero a una altura de 3,10 m. La poda consistió en la eliminación semanal de guías y brotes axilares. Para el riego, se utilizó una sola manguera por surco y se aplicó dependiendo de la etapa fenológica del cultivo. Las variables que se midieron en el experimento fueron: rendimiento (kg/m<sup>2</sup>), peso del fruto (g) y clasificación porcentual por tamaño (largo y diámetro). Para el análisis estadístico, se utilizó la prueba de Mann-Whitney misma, que se caracteriza por ser una prueba no paramétrica aplicada a dos muestras independientes. Para la presente investigación se tomaron lecturas del número de frutos de cinco plantas seleccionadas al azar, de las cuales se contabilizaron el número de frutos recolectados hasta la quinta cosecha. Con estas bases se compara el efecto en conjunto del portainjertos, el tratamiento y la variedad demostrando cuál es la relación sobre producción y calidad. En cuestiones de manejo de plagas y enfermedades, se hicieron aplicaciones foliares contra trips (*Frankliniella occidentalis*), paratrioza (*Bactericera cockerelli*), Mosquita blanca de los invernaderos (*Bemisia tabaci*), usando principalmente Toretto y Arius para las plagas.

### **3. Resultados y discusión**

#### **Producción de frutos**

En la Figura 1 se presentan datos de cinco cosechas, mismos que se tomaron a cinco plantas seleccionadas al azar mostrando que solo en la cosecha 5 hay una diferencia en el número de frutos recolectados.

Mientras que en el número de frutos por corte no se muestra una diferencia significativa en los tratamientos. De acuerdo a B.Nzanzaa, D.Maraisa, P.Soundy en el 2012, en donde con el uso de estos microorganismos logro incrementar los tamaños de los frutos desde el punto de vista comercial como el nutrimental, en esta investigación demostramos que tricoderma influyo sobre la calidad de los frutos grandes obteniendo mayor número de estos como se muestra en el Cuadro 1, en la Figura 2 se muestra una proyección sobre el total de numero de cajas obtenidas por ha que corresponde a lo esperado con esta variedad y este portainjerto. Por lo que sin importar que se obtengan más frutos, lo importante es generar el tamaño que demanda el mercado.

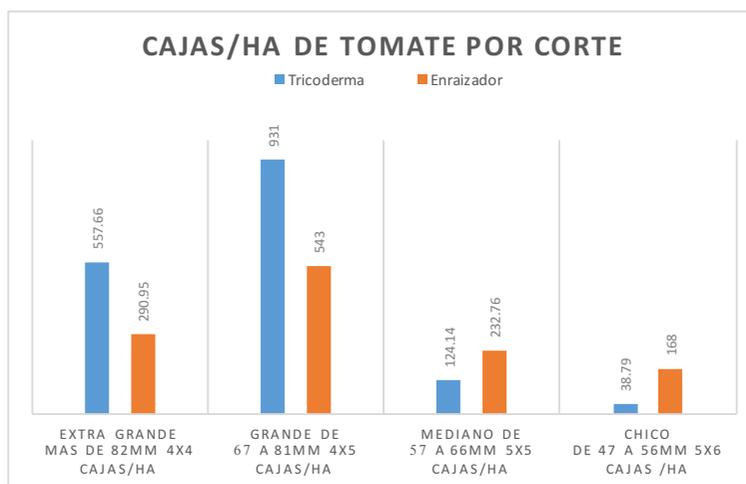


Figura 2. Producción de tomate en cajas/ha de acuerdo al tamaño de empaque en el mercado grande y extra grande

Cuadro 1. Prueba de Mann-Whitney con un 0.03 de significancia, de los diferentes tamaños de los frutos de tomate bajo condiciones de invernadero

Tratamientos	Extra grande más de 82mm	Grande de 67 a 81mm	Mediano de 57 a 66mm	Chico de 47 a 56mm
Trychodermas	23 (A)	48 (A)	8 (A)	3 (A)
Enraizador	13 (A)	28 (B)	15 (A)	13 (A)

Letras iguales no tienen diferencia significativa y letras diferentes presentan diferencias significativas sobre la calidad de los frutos grandes, esta diferencia de frutos por tratamiento. Mientras que en el resto de los tamaños no existió diferencia.

#### 4. Conclusión

De acuerdo a los precios por caja de tomate en el mercado de exportación México-Estados Unidos se muestra que el tratamiento con Tricoderma es más efectivo para producción de frutos con la calidad extra grande y grande, siendo estas la de mejor precio de venta. El uso de este hongo con la nutrición convencional no representa un incremento en la producción significativa, pero si en la calidad de los frutos, este es el propósito de todos los productores. La relación entre Tricoderma, el portainjerto y la variedad, mostró ser más efectivo en cuestiones de calidad y no de número de frutos, que en el uso del enraizador. Esto se debe a que el hongo tiene la capacidad no solo de estimular el desarrollo de raíces, si no, también de promover la disponibilidad y solubilidad de los nutrientes en el suelo.

## Referencias

1. Oliva Ríos-Osorio (2016). Producción tradicional y diversidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) nativo: un estudio de caso en Tehuantepec-Juchitán, México. *Bioscience* (48): 445-454.
2. Felipe Sanjuán-Lara (2015). Variación en características de interés agronómico dentro de una población nativa de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) *Fitotec. mex* 37 (2).
3. <https://www.sagarpa.gob.mx>. 19 de septiembre de 2018.
4. <https://www.ahernseeds.com/products/taurino-2>. 19 de septiembre de 2018.
5. <https://www.syngenta.com.mx/sprigel>. 19 de septiembre de 2018
6. <http://www.quimia.com.mx/descargas/fichasquimia/hormovithortaliza.pdf>. 19 de septiembre de 2018.
7. Luis A. Salazar (2012). Importancia de las especies de *Trichoderma* para el control de *Macrophomina phaseolina* en las áreas agrícolas. *Agronomía* 62:1-4.
8. Bombiti Nzanzaa, Diana Maraisa, Puffy Soundy (2012). Yield and nutrient content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) as influenced by *Trichoderma harzianum* and *Glomus mosseae* inoculation. *Scientia Horticulturae* 144 (2012) 55–59.



## Caracterización Agro-Morfológica *In Situ* De Poblaciones De Maíces Nativos En Concordia, Sinaloa, México

Gómez-Pérez Valeria<sup>1</sup>, Sánchez-Peña Pedro<sup>1</sup>, Velázquez-Alcaraz Teresa De Jesús<sup>1</sup>, Parra-Terraza Saúl<sup>1</sup>, Linares-Holguín Orlando Omer<sup>1</sup>, Trejo-Téllez Libia Iris<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad De Agronomía, Universidad Autónoma De Sinaloa [shey\\_jc\\_kayra@hotmail.com](mailto:shey_jc_kayra@hotmail.com)

<sup>2</sup>Colegio De Posgraduados, Montecillos, Estado De México

### Resumen

Los estudios de caracterización *in situ* permiten conocer cómo se encuentra los recursos genéticos en los lugares donde éstos tienen su asentamiento, lo que permitiría establecer estrategias de aprovechamiento, conservación y mejoramiento. En este contexto, se caracterizó la variación agro-morfológica *in situ* de 15 poblaciones de maíces nativos (*Zea mays* L.) de Concordia, Sinaloa, México, con la metodología de CIMMYT/IBPGR (1991), evaluando ocho variables de características vegetativas y de espiga. Se aplicó un análisis de varianza entre poblaciones para cada una de las variables evaluadas y se encontró diferencias significativas entre poblaciones, lo que se consideró como un indicador de diversidad en los maíces nativos. La población Jala reportó los promedios mayores para las variables, número de hojas debajo de la mazorca, altura de planta y altura de mazorca (10.46 hojas, 377.62 cm y 199.96 cm) y en número de hojas arriba de la mazorca, Chilero con 6.93 hojas. Respecto a longitud del pedúnculo de espiga y longitud de espiga central, la población Colita (27.96 y 30.36 cm respectivamente); en cambio para longitud de la parte ramificada de la espiga Serrano Amarillo (16.57 cm) y en número de espiguillas, la población Posolero con 20.53 espiguillas. De las 15 poblaciones, Jala fue la que presentó los promedios más altos en cinco de las ocho variables evaluadas y Huesito los promedios más bajos en seis de las ocho variables. Se confirmó la existencia de riqueza genética en los maíces nativos y la variación encontrada está en concordancia con los resultados reportados en estudios previos.

**Palabras claves:** Maíces nativos, diversidad, recursos genéticos.

### Abstract

*In situ* characterization studies allow to know how the genetic resources are found in the places where they have their origin, which can be converted into strategies of exploitation, conservation and improvement. In this context, it was characterized, the agro-morphological variation in situ of 15 local landrace populations (*Zea mays* L.) from Concordia, Sinaloa, Mexico, by using CIMMYT/IBPGR methodology (1991), evaluating eight vegetative and spike variables. An analysis of variance was applied among the populations for each of the evaluated variables and significant differences were found among population, which was considered as an indicator of the diversity in native landrace populations. The Jala population reported the highest averages for the variables, number of leaves under the ear, height of plant and height of ear (10.46 leaves, 377.62 cm and 199.96 cm) and number of leaves above the ear, Chilero with 6.93 leaves.

Regarding the length of the spike peduncle and central spike length, the Colita population (27.96 and 30.36 cm respectively); however, for the length of the branched part of the spike, the Serrano Amarillo population (16.57 cm) a number of spikelets, the Posolero population with 20.53 spikelets. Of all populations evaluated (15), Jala was the one that presented the highest averages in five of the eight variables evaluated and Huesito the lowest averages in six of the eight variables. The existence of genetics in native landrace population was confirmed and the variation found is in agreement with the results reported in previous studies.

**Keywords:** Native maize, diversity, genetic resources.

## 1. Introducción

En México el cultivo de maíz es de gran importancia, no sólo por ser centro de origen; sino también, porque constituye parte de la dieta alimenticia de la población (Kato *et al.*, 2009). Desde su domesticación a la fecha, la variación generada en los maíces mexicanos, es producto de las condiciones de los numerosos nichos ecológicos en los que se ha venido cultivando en el país y de las selecciones realizadas por los campesinos en función de sus necesidades (Muñoz *et al.*, 2003). Del estado de Sinaloa, lo que más se conoce con relación al cultivo de maíz, son sus altos rendimientos, pero muy poco se conoce de los maíces nativos que se encuentran en las áreas de temporal y que albergan parte de la riqueza de la variación presente en el territorio nacional (Sánchez *et al.*, 2008). Al respecto, Palacios *et al.* (2008), encontraron variación agro-morfológica en 152 colectas de maíces nativos colectados en 15 de los 18 municipios de Sinaloa; sin embargo, también observaron que algunas razas reportadas para el estado, están prácticamente desaparecidas. Por su parte Morales (2012), en un estudio de caracterización fenotípica de 21 poblaciones de maíces nativos y/o criollos en condiciones de temporal para Sinaloa, confirmó variación fenotípica en los maíces y la presencia de las dos razas reportadas como desaparecidas por Palacios *et al.* (2008). La conservación *in situ* de las plantas permite la continuidad de los procesos de adaptación genética en las poblaciones locales cultivadas por los productores (Dzib *et al.*, 2016). Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre maíces nativos, se realizan fuera del ambiente donde estos se desarrollan (*ex situ*) y en ellos se estudian la variación para múltiples características (Hortelano *et al.*, 2008). De acuerdo con Serratos (2012), esto podría no reflejar el comportamiento de las poblaciones en los lugares donde tienen su asentamiento (*in situ*). Por lo que, investigaciones que tengan como propósito conocer cuál es la variación que tienen los maíces nativos en los lugares donde estos se cultivan, no sólo reflejaría la situación real de este recurso, sino que también, contribuirían a conocer la potencialidad de las poblaciones para futuros trabajos de mejoramiento genético; así como, para definir estrategias de conservación de la diversidad de maíz en México (Serratos, 2012); por ende, la caracterización, conservación, mejoramiento y producción de este recurso, debe ser considerado como un aspecto de seguridad nacional (Serratos, 2009). El objetivo de este trabajo fue caracterizar la variación agro-morfológica *in situ* de las poblaciones de maíces nativos de Concordia, Sinaloa, México.

## 2. Materiales y métodos

Se evaluaron 15 poblaciones de maíces nativos: Blando de Sonora (BLA), Breve San Juan (BSJ), Burrito (BUR), Cascaringa (CAS), Chapalote (CHA), Chilero (CHI), Chino (CHN), Colita (COL), Enano (ENA), Huesito (HUE), Jala (JAL), Pepitilla (PEP), Posolero (POS), Serrano Amarillo (SEA) y Zorrita (ZOR), colectadas en la zona serrana de la comunidad El Purgatorio del municipio de Concordia, localizado al sur del estado de Sinaloa, a 23° 17' 18" N, 106° 4' 3" W, y una altitud promedio de 478 m s n m; su clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias principalmente en verano; presenta una temperatura media anual de 24°C (INEGI, 2016). En la parcela donde estaba ubicada cada población, se seleccionaron aleatoriamente 30 plantas con competencia completa. La caracterización de las 15 poblaciones se realizó en condiciones de temporal en un estudio observacional durante todo el ciclo del cultivo (junio del 2017 a diciembre 2017). Ocho variables respuestas fueron evaluadas; éstas fueron divididas en dos categorías: a) variables vegetativas, en la que se incluyen, los caracteres altura de planta, altura de mazorca, número de hojas arriba de la mazorca y número de hojas debajo de la mazorca; b) variables de espiga, como longitud de espiga, longitud de pedúnculo de la espiga, longitud de la parte ramificada de la espiga y número de espiguillas. Todas estas variables se tomaron de acuerdo a la metodología propuesta por CIMMYT/IBPGR (1991). La existencia o no de diferencias entre poblaciones en cada una de las variables estudiadas, se realizó mediante el modelo lineal general, donde se incluyó el efecto de las poblaciones y las medias de cada variable fueron comparadas con el método de Tukey con  $\leq 0.05$  (SAS, Institute, 2002).

## 3. Resultados y discusión

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre las 15 poblaciones para las ocho variables estudiadas (Cuadro 1). Al analizar el comportamiento de las poblaciones en cada variable, se encontró que para la categoría vegetativa, respecto a la altura de mazorca, altura de planta y número de hojas debajo de la mazorca, la población Jala presentó los mayores promedios (199.96 cm, 377.62 cm y 10.46 hojas respectivamente); mientras que en la variable número de hojas arriba de la mazorca, la población Chilero con 6.93 hojas fue la del promedio más alto. Al respecto, en las variables longitud del pedúnculo de la espiga y longitud de espiga central, la población Colita presentó los mayores promedios (30.36 cm y 27.96 cm), y en la variable longitud de la parte ramificada de la espiga, la población Serrano amarillo (16.57 cm), mientras que en número de espiguillas, la población Posolero con 20.53 espiguillas fue la de mayor promedio (Figura 1). Las diferencias entre las variables vegetativas y de espiga evaluadas en las 15 poblaciones de maíces nativos de la comunidad El Purgatorio, Concordia, mostraron que en ellas se encuentra un acervo de genes que debe de ser conservado. Estos resultados están en concordancia con Hortelano *et al.* (2008), al encontrar diferencias significativas en el estudio de diversidad morfológica de maíces nativos del Valle de Puebla. Por otro lado, los resultados obtenidos, coinciden con los mostrados por Ángeles *et al.* (2010), al obtener diferencias

significativas en la caracterización de maíces nativos en Molcaxac, Puebla. Asimismo, los resultados están en correspondencia con los realizados por Contreras *et al.* (2016), que caracterizaron morfológicamente a 81 materiales nativos de la Sierra Nororiental de Puebla y encontraron una alta variación entre las poblaciones estudiadas, respecto a los caracteres aquí mostrados.

Cuadro 1. Cuadrados medios para poblaciones y error, así como la significancia estadística ( $P \leq 0.05$ ) para población en las ocho variables evaluadas de los caracteres vegetativos y de espiga en el estudio de caracterización agromorfológica en maíces nativos de Concordia

Variable respuesta	Cuadrados medios	
	Población	Error
<b>Caracteres vegetativos</b>		
Altura de mazorca (cm)	16744**	534
Altura de la planta (cm)	29999**	918
Número de hojas arriba de la mazorca	6.55**	0.50
Número de hojas bajo la mazorca	6.558**	509
<b>Caracteres de espiga</b>		
Longitud del pedúnculo de la espiga (cm)	796.5**	24.6
Longitud de la parte ramificada de la espiga (cm)	90.1**	10.6
Longitud de espiga (cm)	194.1**	19.4
Número de espiguillas	168.3**	18.5

#### 4. Conclusiones

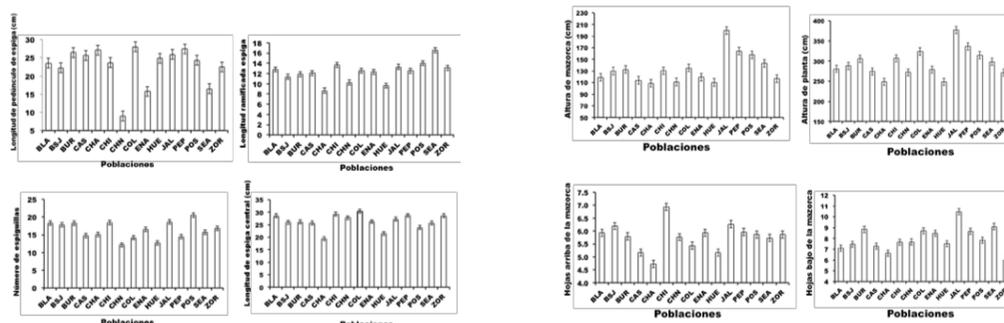


Figura 1. Comparación de medias de altura de mazorca, altura de planta, número de hojas arriba de la mazorca, número de hojas debajo de la mazorca, longitud del pedúnculo de la espiga, longitud ramificada de la espiga, numero de espiguillas y longitud de la espiga central.

Tomando en consideración las poblaciones, las variables respuestas evaluadas y las limitantes en las que se realizó el estudio, se puede destacar que la caracterización agro-morfológica *in situ* confirma la existencia de variabilidad para dichas poblaciones respecto a las variables reportadas. La población más sobresaliente fue Jala, ya que ésta, presentó los mayores promedios en 5 de las 8 variables evaluadas y la menos sobresaliente fue Huesito, ya que presentó los promedios más bajos en 6 de las 8 variables evaluadas.

## Referencias

1. Ángeles-Gaspar, E., Ortiz-Torres, E., López, P. y López-Romero, G. (2010). Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla. *Rev.Fitotec.Mex.*, 33 (4), 287-296.
2. CIMMYT/IBPGR. (1991). Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City/International Board for Plant Genetic Resources. Rome. 3-28.
3. Contreras-Molinas, O., Gil-Muñoz, A., López, A., Reyes-López, D. y Guerrero-Rodríguez, J. (2016). Caracterización morfológica de maíces nativos de la Sierra Nororiental de Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 17, 3633-3647.
4. Dzib-Aguilar, L. A., Ortega-Paczka, R. y Segura-Correa, J.C. (2016). Conservación *in situ* y Mejoramiento Participativo de maíces criollos en la Península de Yucatan. *Tropica and Subtropical Agroecosystems* (19)51-59.
5. Hortelano Santa Rosa, R., Gil Muñoz, A., Santacruz Varela, A., Miranda Colín, S. y Córdova Téllez, L. (2008). Diversidad morfológica de maíces nativos del Valle de Puebla. *Agric. Téc. Méx.* 34 (2), 189-200.
6. INEGI. (2016). Síntesis geográfica, nomenclátor y anexo cartográfico del estado de Sinaloa. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx> (Consulta, febrero 2018).
7. Kato Yamakake, T. A., Mapes Sánchez, C., Mera Ovando, L. M., Serratos Hernández, J. A. y Bye Boettler, R. A. (2009). Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
8. Morales Floriano, M. L. (2012). Caracterización fenotípica de 21 poblaciones de maíces nativos y/o criollos, en condiciones de temporal de Sinaloa Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa: 87-99.
9. Muñoz, A., Cueva, J., Santacruz Varela, A., Olvera I. y Taboada, E. (2001). Diversidad del maíz en los nichos ecológicos y culturales de México. Universidad Autónoma Chapingo, Programa Nal. Etnobotánica. *Serie Agroecosistemas* (5) 36.
10. Ortega Paczka, R. 2003. La diversidad de maíz en México. En: Gustavo Esteva y Catherine Marielle (coordinadores). *Sin maíz no hay país*, CONACULTA, Dirección General de Culturas Populares, Museo de Culturas Populares, México. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/116425663/Sin-maiz-no-hay-pais-Gustavo-Esteva-y-Catherine-Marielle-Coordinadores>
11. Palacios Velarde, O., Ortega Corona, A., Guerrero Herrera, M. de J., Hernández Casillas, J. de M. y Peinado Fuentes, L. A. (2008). Proyecto FZ002. Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México. Componente 1: Diversidad y distribución actual de los maíces nativos Recuperado de: [https://www.Biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo8\\_ResultadosProyectos/FZ002/Informe%20final/Maiz/Sinaloa/Informe%20Final\\_Sinaloa\\_FZ002](https://www.Biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo8_ResultadosProyectos/FZ002/Informe%20final/Maiz/Sinaloa/Informe%20Final_Sinaloa_FZ002).
12. Sánchez-Peña, P., López-Valenzuela, J. A., Lugo-Melchor, R., Leyva O. J. F., Hernández-Verdugo S., Cauich-Pech S. O., González-Galindo R., Villarreal-Romero M., Parra-Terraza S., Corrales-Madrid, J. L., Sánchez-Peña, J., Quintero-Arce, J. R., Garzón-Tiznado, J. A., Palacios-Velarde, O. y Armenta-Soto, J. L. (2008). Variación fenotípica de maíces nativos del estado de Sinaloa, México. Trabajo presentado en el XI Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas, Mexicali, Baja California.
13. SAS Institute. (2002). SAS/STAT User's Guide, Software version 9.0. Cary, N.C., USA.

14. Serratos Hernández, J. A. (2009). El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. México: Greenpeace. Recuperado en: <http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2009/3/el-origen-y-la-diversidad-del.pdf>.
15. Serratos Hernández, J. A. (2012). El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. México: Greenpeace, 30-31. Recuperado en: <http://m.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2012/9/GPORIGENMAIZ%20final%20web.pdf>

## Impacto Del Cambio Climático En La Acumulación De Frío En La República Mexicana

Grageda Grageda José<sup>1</sup>, Fu Castillo Agustín A.<sup>1</sup>, Medina García Guillermo<sup>2</sup>, Ruiz Corral José Ariel<sup>3</sup>, Rodríguez Moreno Víctor Manuel<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Investigador INIFAP. [josegrageda@yahoo.com](mailto:josegrageda@yahoo.com)

<sup>2</sup>Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. Calera, Zacatecas

<sup>3</sup>Ex-Investigador INIFAP-CIRPAC, Guadalajara, Jalisco.

<sup>4</sup>Investigador INIFAP-CEPAB. Pabellón, Aguascalientes. Pascual Encinas Félix No. 72. Col. La Manga. 83220. Hermosillo, Sonora

### Resumen

Debido al incremento de la temperatura que se ha dado de manera general se acumula menor cantidad de unidades frío en el invierno, que son necesarias para romper el letargo invernal de los frutales caducifolios. Con la finalidad de obtener una adecuada planeación del desarrollo agrícola es necesario estimar en escenarios climáticos futuros, para contar con suficiente información que sirva para la toma de decisiones. Se integró una base de datos de la República Mexicana con estaciones de clima del Servicio Meteorológico Nacional, con los datos diarios de temperatura máxima y mínima, se obtuvieron datos horarios de toda la serie histórica de datos de las estaciones. Para los escenarios climáticos futuros se utilizó el sistema de información de cambio climático del INIFAP. La reducción de la acumulación de horas frío en el futuro, como lo muestran los diferentes escenarios, afectará el potencial productivo de frutales caducifolios en la mayoría de regiones, especialmente los que se ubican en zonas de 400 a 900 HF. Es de especial interés el nogal pecanero, manzano, durazno, pistacho entre otros. El incremento de la temperatura en las próximas décadas, reducirá el ciclo de madurez y el potencial de rendimiento de los cultivos. Es urgente acelerar el proceso de investigación en frutales caducifolios hacia la generación de variedades de menor requerimiento de frío, así como en granos a genotipos tolerantes a las altas temperaturas.

**Palabras clave:** brotación, frutales, temperatura.

### Abstract

Due to the increase of the temperature that has been given in a general way, less chill units accumulate in the winter, which are necessary to budbreak of the deciduous fruit trees. In order to obtain adequate planning for agricultural development, it is necessary to estimate future climate scenarios in order to have enough information to make decisions. A database of the Mexican Republic was integrated with climate stations of the National Meteorological Service, with the daily data of maximum and minimum temperature, hourly data of all the historical series of data of the stations were obtained. The climate change information system of INIFAP was used for future climate scenarios. Reducing the accumulation of chilling hours in the future, as shown by the different scenarios, will affect the productive potential of deciduous fruit trees

in most regions, especially those located in areas of 400 to 900 HF. It is of special interest the pecan tree, apple tree, peach tree, pistachio among others. The increase of the temperature in the next decades will reduce the cycle of maturity and the potential of yield of the crops. It is urgent to accelerate the process of research in deciduous fruit trees towards the generation of varieties with lower chill units requirements, as well as in grains with genotypes that are tolerant to high temperatures.

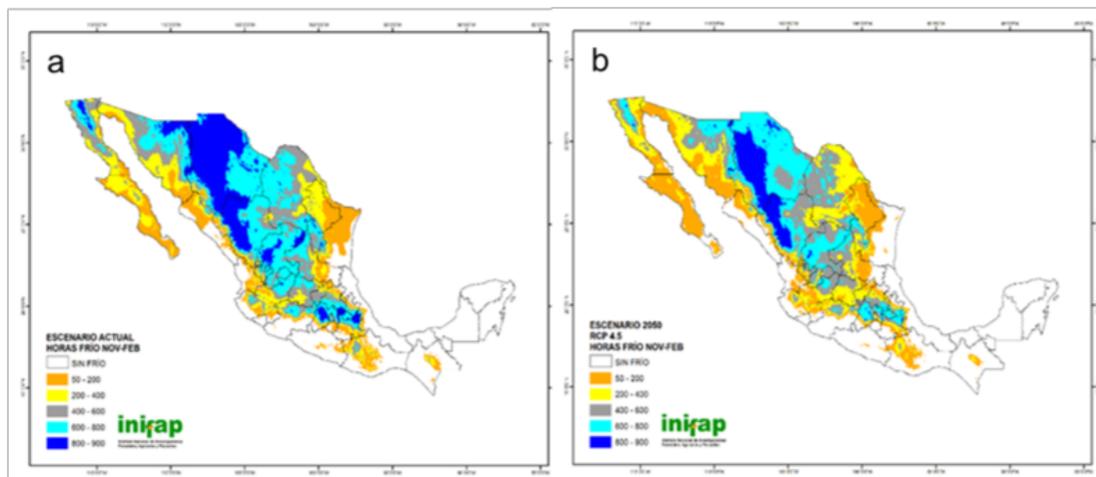
**Keywords:** budbreak, fruit trees, temperature.

## 1. Introducción

Los estudios actuales sobre cambio climático y adaptación relacionados con la agricultura, parten necesariamente de considerar que esta actividad es extremadamente vulnerable en los países en desarrollo ya que se encuentra doblemente expuesta: es vulnerable a los fuertes cambios socio-económicos que se dan dentro del proceso de globalización económica, y es altamente sensible a las variaciones climáticas (O'Brien y Leichenko, 2000). Debido al incremento de la temperatura que se ha dado de manera general en todas las estaciones, el invierno también se ha visto afectado al disminuir la cantidad de frío o unidades frío que se acumulan durante la temporada y que son necesarias para romper el letargo invernal de los frutales caducifolios (Medina-García, Ruiz-Corral, Ramírez-Legarreta y Díaz Padilla, 2011). Debido que la temperatura es afectada por diversos factores entre los que se encuentran la altitud, la cercanía del mar y el albedo que varía de acuerdo a tipo de suelo y cubierta vegetal, a escala regional se encuentran ciertas variaciones con respecto a la escala global. Estas variaciones afectan tanto a nivel temporal, como es el caso de temperaturas invernales (Pezzuli, Stephenson and Hanachi, 2005), lo cual se refleja en el cálculo de unidades frío. Con la finalidad de obtener una adecuada planeación del desarrollo agrícola a corto y mediano plazo en una región, es necesario estimar en escenarios climáticos futuros, la disponibilidad de recursos agroclimáticos, entre ellos la acumulación de frío, para contar con suficiente información que sirva para la toma de decisiones en la implementación de medidas de adaptación que eviten o minimicen en lo posible los impactos negativos del cambio climático.

## 2. Materiales y métodos

Se integró una base de datos de la República Mexicana con estaciones de clima del Servicio Meteorológico Nacional. Se seleccionaron 2854 estaciones con más de 20 años y más de 90% de datos en el periodo de 1961 a 2010 distribuidas en todo el país. Con los datos diarios de temperatura máxima y mínima, se obtuvieron datos horarios (Snyder, 1985) de toda la serie histórica de datos de las estaciones. La temperatura mínima del día se toma para las primeras 12 horas y la temperatura mínima del día siguiente para el resto de las horas. Con las temperaturas horarias se estimaron las horas frío (HF) que son el número de horas por día en que la temperatura está dentro del rango de 0 a 7.2°C (Weinberger, 1950). Con el número de HF por día se obtuvo el acumulado de cada uno de los meses de noviembre a febrero para cada año de la



Figuras 1a y 1 b. Escenarios actual (izq) y para el año 2050 en la RCP 4.5 (der) de las horas frío para el período noviembre-febrero en la República Mexicana

serie, posteriormente se obtuvo el promedio por mes de toda la serie para cada estación, quedando al final un dato promedio de HF por mes para cada estación. Con los modelos obtenidos se generaron los mapas de HF para cada uno de los meses de noviembre a febrero para el clima base (1961-2010), con el sistema de información geográfica IDRISI Selva. Para los escenarios climáticos futuros se utilizó el sistema de información de cambio climático del INIFAP (Ruiz *et al.*, 2016), derivado del ensamble de 11 modelos de circulación general (MCG) reducidos en escala y calibrados (Walton *et al.*, 2013) y pertenecientes al CMIP5. El ensamble generó bajo dos trayectorias de concentración representativas (RCP por sus siglas en inglés), un escenario de emisiones intermedias (RCP 4.5) el cual es consistente con un futuro con reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) relativamente ambiciosas y un escenario de emisiones altas (RCP 8.5), que es coherente con un futuro sin cambios de política para reducir las emisiones (Van Vuuren *et al.*, 2013). Con los mismos modelos logísticos se generaron imágenes de HF para los escenarios climáticos actual y 2050 en los RCP 4.5 y 8.5 en formato raster con una resolución de 30" de arco.

### 3. Resultados y discusión

En cuanto al escenario actual, en la Figura 1a (izq) se muestra la situación actual de acumulación de horas frío del país, donde se puede observar que las mayores cantidades de HF se localizan principalmente en las áreas de la sierra madre occidental con énfasis en los estados de Chihuahua, Durango, Sonora, Zacatecas, Baja California y algunas partes del Estado de México, Hidalgo, Querétaro, Puebla y el Distrito Federal, totalizando alrededor de 25.8 millones de hectáreas (ha) de la geografía nacional que corresponden al 13.18% del total. Las áreas de alta acumulación de frío (600-800 y 800-900 HF) tendrán una fuerte reducción (-2.4 y 4.0%

respectivamente), especialmente en áreas de la sierra de Baja California, norte de Sonora, Chihuahua y Coahuila, por lo que es posible que en esas regiones se reduzca la aptitud vitivinícola y de producción de nogal pecanero de alto frío, así como de pistacho y las variedades de manzana Red Delicious y Golden Delicious, confirmando lo encontrado por Medina *et al.*, (2011).

Los resultados para del escenario optimista de generación de gases efecto invernadero (RCP 4.5) para el año 2050, muestran que las regiones de alta acumulación de frío (600-800 y 800-900 HF) son consistentes en el decremento de superficie del territorio nacional al disminuir en 5.36 y 7.53% respectivamente, ubicándose especialmente en regiones de los estados de Sonora, Chihuahua, Zacatecas y Baja California, además de partes de Hidalgo y Querétaro (Figura 1b).

En el escenario pesimista de generación de gases efecto invernadero (RCP 8.5) para el año 2030, señala una tendencia más drástica que los escenarios que se manejan para la RCP 4.5, ya que se tendrá un aumento drástico en las regiones sin frío, es decir menores a 50 HF, asarán de 55.4 millones de ha a 65.8 millones de ha, lo cual limita el potencial productivo para el establecimiento de frutales de Hoja caduca, ubicándose especialmente en partes de Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit y Tamaulipas. Las áreas de alta acumulación de frío (600-800 y 800-900 HF), tendrán un fuerte decremento, ya que pasarán de 40.7 millones a 29.9 millones de ha y de 25.8 millones a 8.1 millones de ha respectivamente, quedando solo las áreas productivas de Chihuahua, Durango, Zacatecas, Hidalgo, Puebla, Estado de México y Querétaro, que son importantes en la producción de nogal pecanero, manzana y durazno.

Los resultados del estudio para el escenario pesimista de generación de gases efecto invernadero (RCP 8.5) para el año 2050, también tiene una tendencia más drástica que los escenarios para la RCP 4.5. Se vislumbra un aumento drástico en las regiones sin frío, es decir menores a 50 HF, ya que pasarán de 55.4 millones de ha en el escenario actual a 77.4 millones de ha, que en términos porcentuales la variación será de 28.25% a 39.61% del territorio nacional, lo cual limita el potencial productivo para el establecimiento de frutales de hoja caduca, ubicándose especialmente en partes de Baja California Sur, Nayarit, Tamaulipas, San Luis Potosí, Michoacán y Guerrero. Las áreas de alta acumulación de frío (600-800 y 800-900 HF), tendrán un fuerte decremento, ya que pasarán de 40.7 millones a 13.0 millones de ha y de 25.8 millones a 1.5 millones de ha respectivamente, que en términos porcentuales varían de 20.8 a 6.7% y 13.2 a 0.8% en forma respectiva, lo cual corresponde a Baja California, norte de Sonora, norte de Chihuahua, Zacatecas, San Luis Potosí, además de partes de Hidalgo, Estado de México, Puebla y Querétaro, que son importantes en la producción de nogal pecanero, manzana, durazno y algunas variedades de uva de mesa y para vino principalmente, por lo que se confirma la necesidad de generar variedades de bajo requerimiento de frío que se adapten a esas regiones.

#### 4. Conclusiones

16. Bajo todos los escenarios estudiados se presentará una reducción de las horas frío y se verán afectadas las regiones de alta acumulación principalmente. La reducción de la acumulación

de horas frío en el futuro como se observa en los diferentes escenarios, afectará el potencial productivo de frutales caducifolios en la mayoría de regiones, especialmente de nogal pecanero, manzano, durazno y pistacho entre otros.

### Referencias

1. Medina-García, G., J.A. Ruiz-Corral, M.R. Ramírez-Legarreta y G. Díaz Padilla. (2011). Efecto del cambio climático en la acumulación de frío en la región manzanera de Chihuahua. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm. 2* 1 de septiembre - 31 de octubre, 2011. México, D.F. p. 251-263.
  2. O'Brien, K.L. y R.M. Leichenko. (2000). Global environmental change. (10): 221-232.
  3. Pezzuli, S., D.B. Stephenson and A. Hannachi. (2005). The variability of seasonality. *J. Clim.* 18:71-88.
  4. Ruiz-Corral, J.A. G. Medina-García, V.M. Rodríguez-Moreno, J.J. Sánchez-González, R. Villavicencio-García, N. Durán P., J. Grageda G. y G.E. García R. (2016). Regionalización del cambio climático en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. México, D.F. Pub. Esp. Núm. 13* 01 de enero - 14 de febrero, 2016 p. (13), 2451-2464.
  5. Snyder, R.L. (1985). Hand calculating degree-days. *Agric. For. Meteorology.* (35), 353-358.
  6. Van Vuuren, DP, Edmonds J, Kainuma M, Riahi K, Thomson A, Hibbard K, Hurtt GC, Kram T, Krey V, Walton D, Meyerson J, Neelin J.D. (2013). Accessing, downloading and viewing CMIP5 Data. *Earth System Grid Federation.* pp. 25.
- Weinberger, J.H. (1950). Chilling requirement of peach varieties. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* (56), 122-128.



# Energía Geotérmica Para Climatización De Invernadero En La Producción De Tomate

Mercado Herrera Abelardo<sup>1</sup>, Nuño Moreno Raul<sup>2</sup>, Ling López Juan Carlos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Politécnica De Baja California [amercadoh@upbc.edu.mx](mailto:amercadoh@upbc.edu.mx)

<sup>2</sup>Secretaría De Desarrollo Agropecuario Del Gobierno Del Estado De Baja California

## Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados preliminares de producción de hortalizas mediante la climatización con energía geotérmica de un invernadero típico en los climas extremos de la región norte del país. Mediante la utilización de los usos directos del calor geotérmico es posible mantener de manera activa la temperatura óptima de crecimiento de las plantas, permitiendo que estén en un rango óptimo de crecimiento la mayor parte del día, favoreciendo un crecimiento acelerado y permitiendo mover la ventana de oportunidad económica del productor al estar en posibilidad de planear su salida al mercado.

**Palabras Clave:** Invernaderos, Geotermia, Control ambiental.

## Abstract

The objective of this paper is to present the preliminary results of vegetable production by means of the geothermal energy conditioning of a typical greenhouse in the extreme climates of the northern region of the country. By using the direct uses of geothermal heat, it is possible to actively maintain the optimum temperature of plant growth, allowing them to be in an optimum growth range for most of the day, favoring an accelerated growth and allowing to move the window of economic opportunity of the producer to be able to plan its exit to the market.

**Key words:** Greenhouses, Geothermal, Controlled environment.

## 1. Introducción

Uno de los usos más extendidos de la energía geotérmica de baja entalpia es la climatización de espacios, tanto para uso residencial, industrial y comercial. En particular la calefacción de invernaderos ha registrado un aumento considerable en los últimos años hasta alcanzar un 10% de la capacidad instalada y el 13% de la energía anual utilizada. En el 2010 un total de 34 países han utilizado sistemas de calefacción geotérmicos en invernaderos, siendo los países líderes: Turquía, Rusia, Hungría, China e Italia; con cultivos sobre todo de hortalizas y flores, aunque también se produce plántulas y árboles frutales (World energy council, 2016). Diferentes investigadores han estudiado sistemas de calefacción en invernaderos empleando métodos pasivos (*Hussaini y Suen, 1998; Ismail y Goncalves, 1999; Santamouris et al, 1994a, b; Tivari. y Dhiman, 1986; Abak et al, 1994*) y activos (*Connellan, 1986; Santamouris et al, 1996; Kurpaska y Šlipek, 2000;*

Jain y Tiwari, 2003). Entre la calefacción pasiva, el uso de cortinas térmicas es uno de los medio más prácticos y apropiados para reducir la necesidad de calefacción en un invernadero (Zhang et al., 1996). Además de la utilización de la cortina térmica para disminuir las pérdidas de calor en el invernadero, se requiere una cortina para dar calefacción al suelo. La condición del suelo influye en la disponibilidad, absorción, utilización de elementos minerales, germinación de semillas y el sistema radicular de la planta (Buckman y Brady, 1971), el hecho de calentar el suelo puede llegar a actuar como una superficie radiante al emitir calor al ambiente del invernadero (Pucar, 2002). En la Universidad Politécnica de Baja California se utilizaron bombas de calor geotérmicas haciendo uso de que las condiciones superficiales del terreno permiten ahorros significativos en la construcción e instalación de intercambiadores geotérmicos. Se realizaron corridas a lo largo del ciclo agrícola 2017-2018 comparando las variables tanto de temperatura (monitoreo térmico) como de crecimiento fisiológico de las plantas.

## 2. Metodología

La plantación fue establecida en un invernadero multitúnel con una superficie de 1,100 m<sup>2</sup> dividido en tres áreas con sistema presurizado de riego por goteo con fertirrigación y tutoreo de plantas. El cultivo establecido es un injerto de tomate rojo, híbrido indeterminado tipo saladette de la variedad Canek, fusionado con el portainjerto multifort, plantas manejadas a dos tallos. Manejados en sistema con bolsas de plástico y sistema de enarenado tipo Almería España.

El proyecto se lleva a cabo en las instalaciones de la Universidad Politécnica de Baja California, la fecha de trasplante se efectuó el día 24 de octubre de 2017 con toma de datos al 19 de febrero de 2018. Las variables de análisis fueron: número de frutos por planta, peso promedio de fruto y altura promedio de planta. Se evalúa el efecto de tres sistemas de producción (canaleta con bolsas con sustrato de arena más turba sin bomba de calor) y dos sistemas de enarenado, uno con bomba de calor y otro sin climatización. Con planta injertada de tomate rojo, bajo condiciones de ambiente controlado (invernadero).

## 3. Resultados

La Figura 1 muestra el rango óptimo de crecimiento de diversos cultivos considerando solamente la variable temperatura.

Para el caso del cultivo en evaluación, se puede apreciar que el rango óptimo de crecimiento está entre los 15°C y 25°C, teniendo un pico de crecimiento en el rango de los 20°C.

Como se muestra en la Figura 2, el control de temperatura prácticamente se mantuvo por encima de los 20°C para el periodo de monitoreo con una variación de +/- 2°C, mientras que, en los sistemas sin climatización, la temperatura prácticamente sigue a la temperatura exterior.

Cuadro 1. Resultados de las variables evaluadas en tres sistemas de producción

Sistema de producción	Altura de planta m.	Número de frutos/planta	Peso promedio fruto planta g.	Rendimiento promedio planta kg
Enarenado con climatización (bomba de calor).	3.56	6.63	134.0	888.42
Enarenado sin climatización.	3.25	4.75	89,5	425.13
Bolsa con sustrato sin climatización.	2.50	4.5	60.0	270.00

Los resultados obtenidos en cada unidad experimental se analizaron bajo el diseño de bloques al azar y comparación de medias Diferencia Mínima Significativa (DMS), se utilizó el paquete de diseños experimentales FAUANL versión 2.3.

Se evaluó por sistema productivo: número de frutos, peso de fruto por planta, rendimiento promedio por planta y altura promedio por planta. De los tres sistemas evaluados el mejor fue el sistema de producción de enarenado con regulación de temperatura mediante bombas de calor como se muestra en la Cuadro 1. A partir de la fecha de trasplante el día 24 de octubre de 2017 se presentó la maduración fisiológica de primer fruto de tomate a los 53 días después del trasplante (15 de diciembre de 2017), donde se adelantó el ciclo por 47 días. La aparición de frutos maduros de los dos sistemas sin regulación de temperatura fue a los 90 días después de ser establecidos 18 de enero de 2018.

#### 4. Conclusiones

7. Utilizar bombas de calor a partir de la energía geotérmica de baja entalpia, mejora los tiempos de cosecha al tener ventanas de comercialización al adelantar la producción tanto en número de frutos, peso y desarrollo fisiológico acelerado de la planta sin menospreciar la calidad y sanidad del tomate bajo esta tecnología.

#### 5. Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Centro Mexicano en Innovación en Energía Geotérmica (CEMIE Geo) y al Fondos Sectorial Conacyt-Sener Sustentabilidad Energética por el financiamiento para realizar esta investigación a través del proyecto P10.

#### Referencias

1. Abak, K., Bascetincelik, a., Baytorun, N., Altuntas, Q., Öztürk, H.H., 1994. Influence of double plastic cover and thermal screens on greenhouse temperature, yield and quality of tomato. *Acta Horticulturae*. 366: -149-154.
2. Buckman, H.O., Brady, N.C. 1971. *Nature and Properties of Soil*. Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd., New Delhi.
3. Connellan, G., 1986. Solar greenhouse using liquid collectors. In: *Proceedings of Solar Energy Society*. Atlanta, GA.

4. Hussaini, H.A., Suen, K.O., 1998. Using solar shallow ponds as a heating source for greenhouses in cold climates. *Energy Conversion and Management* 39: 1369-1376.
5. Ismail, K., Goncalves, M.M., 1999. Thermal performance of PCM storage unit. *Energy Conversion and Management*. 40: 115-138.
6. Jain, D., Tiwari, G.N., 2003. Modeling and optimal design of ground air collector for heating in controlled environment greenhouse. *Energy Conversion and Management* 44: 1357-1372.
7. Kurpaska, S., Slipek, Z., 2000. Optimization of Substrate Heating greenhouse. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 76: 129-139.
8. Pukar, MDj., 2002. Enhancement of ground radiation in greenhouses by reflection of direct sunlight. *Renewable Energy* 26: 561-586.
9. Santamouris, M., Balaras, C.A., Dascalaki, E., Vallindras, M., 1994a. Passive solar agricultural greenhouse: a worldwide classification evaluation of technologies and systems used for heating purpose. *Solar Energy* 53: 426-441.
10. Santamouris, M., Argiriou, Vallindras, M., R. 1994b. Design and operation of a low energy consumption agricultural passive solar greenhouse. *Solar Energy* 52: 371-378.
11. Santamouris, M., Mihalakakou, G., Balaras, C.A. Lewis, J.O., Vallindras, M., Argiriou, A., 1996. Energy conservation in greenhouse with buried pipes. *Energy* 52: 353-360.
12. Tiwari, G.N., 2003. *Greenhouse Technology for Controlled Environment*. Alpha Science International Ltd., Pangbourne, England.
13. Zhang, Y., Gauthier, I., Halleux, D.de. Dansereau, B., Gosselin, A., 1996. Effect of covering materials on energy consumption and greenhouse microclimate.
14. World Energy council. (2016). *World Energy Resources*. UK.

## Evaluación De Adaptabilidad Del Cultivo De Trigo Sarraceno (*Fagopyrum Esculentum M.*)

Montoya Coronado Lope, Borbón Gracia Alberto, Armenta Cejudo Ramón, Ruiz Quijada Eleuterio, Armenta Osuna Pedro, Buitimea Valenzuela Yenire

INIFAP - Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (644) 4145753 Y 4145700. [montoya.lope@inifap.gob.mx](mailto:montoya.lope@inifap.gob.mx)

### Resumen

El trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum Moench*) también llamado alforfón, alforjón, trigo negro, soba o fajol, es originario del Asia Central, es una planta anual herbácea de la familia de las Poligonáceas, las semillas (aquenios) generalmente se clasifican entre los granos de cereal debido a su uso similar para la elaboración de alimentos y altos valores nutrimentales. La proteína de alforfón es de excelente calidad y es alta en aminoácido esencial lisina, a diferencia de los cereales comunes. Es un cultivo de ciclo corto, que requiere solo de 70 a 78 días para madurar, no requiere una fertilización fuerte, solo demanda bajas dosis de fertilizante, a mayor fertilización es más follaje y menos semilla. El presente trabajo se llevó a cabo en el Sur de Sonora, durante el ciclo O.-I. 2017-2018, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, Sonora bajo las condiciones de riego en suelo de tipo barrial. Se utilizaron diferentes densidades de población, 5 (62,500 pl/ha), 10 (125,000 pl/ha), 15 (187,500 pl/ha), 20 (250,000 pl/ha), 25 (312,500 pl/ha), 30 (375,000 pl/ha) y 60 (750,000 pl/ha) plantas por metro lineal. La siembra se realizó en surcos a 80 cm a una sola hilera, excepto la densidad de 60 plantas / m, la cual se sembró a doble hilera. Se sembraron 4 surcos de 40 m de cada densidad. La siembra se realizó en húmedo, el día 07 de diciembre de 2017. Se aplicaron dos riegos de auxilio ( 30 y a los 45 después de la siembra) y se fertilizó con la fórmula 100-50-00 de N-P-K. Los resultados mostraron que la densidad de 60 plantas p/m lineal con 1,033 kg/ha siendo así la que estadísticamente mostro mejor rendimiento entre las 7 densidades.

**Palabras Clave:** Trigo sarraceno, Rendimiento, Proteína.

### Abstract

Buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench*) also called buckwheat, alforjón, black wheat, soba or fajol, is native to Central Asia, is an annual herbaceous plant of the Polygonaceae family, it is not a cereal, but the seeds (achenes) are generally classified among cereal grains due to their similar use for the elaboration of foods and high nutritional values. Buckwheat protein is of excellent quality and is high in essential amino acid lysine, unlike common cereals. It is a short-cycle crop, which requires only 70 to 78 days to mature, does not require strong fertilization, only requires low doses of fertilizer, higher fertilization is more foliage and less seed. The present work was carried out in the South of Sonora, during the autumn-winter cycle 2017-2018, in the Norman E. Borlaug Experimental Station, Sonora under the conditions of irrigation in loamy soil. Different densities of plant were used, 5 (62,500 pl / ha), 10 (125,000 pl / ha), 15 (187,500

pl / ha), 20 (250,000 pl / ha), 25 (312,500 pl / ha), 30 (375,000 pl / ha) and 60 (750,000 pl / ha) plants per linear meter. The sowing was carried out in rows at 80 cm in a single row, except the density of 60 plants / m, which was planted in a double row; the agronomic management of the crop was according to what is recommended in other areas of the world. Four furrows of 40 m each density were planted. The sowing was in wet, on December 07, 2017. Two irrigation treatments were applied (30 and 45 after sowing) and fertilized with the formula 100-50-00 of N-P-K. The results showed that the density of 60 plants p / m linear with 1.033 kg / ha being the one that statistically showed better yield among the 7 densities.

**Key words:** Buckwheat, Yield, Protein.

## 1. Introducción

El trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum Moench*) también llamado alforfón, alforjón, trigo negro, soba o fajol, es originario del Asia Central, es una planta anual herbácea de la familia de las Polygonaceas y se ha cultivado en China desde el año 1,000 aC (Lee, Lee y Oh, 2012). Nueve especies se cultivan en todo el mundo. Los dos principales cultivos, son alforfón común (*Fagopyrum esculentum*) y alforfón tartario (*Fagopyrum tataricum*). En el este de Tíbet y las áreas adyacentes de Sichuan y Yunnan son los lugares más probables para el origen del cultivo de alforfón común y tartaria (Ohnishi, 2003). El cultivo no es un cereal, pero las semillas (aquenios) generalmente se clasifican entre los granos de cereal debido a su uso similar para la elaboración de alimentos y altos valores nutrimentales. El grano generalmente se usa como alimento para humanos y animales. La proteína de alforfón es de excelente calidad y es alta en aminoácido esencial lisina, a diferencia de los cereales comunes. Hoy en día, China, Rusia, Ucrania y Kazajistán son los mayores productores a nivel mundial. El Trigo sarraceno es un cultivo de ciclo corto, que requiere solo de 70 a 78 días para madurar, no requiere una fertilización fuerte, solo demanda bajas dosis de fertilizante, a mayor fertilización es más follaje y menos semilla. Las flores también atraen insectos benéficos como avispas parásitas, diminutos insectos, bichos de flores insidiosas, catarinas y moscas voladoras, que pueden aprovecharse de las plagas de insectos de los cultivos vecinos (Bjorkman y Shail, 2010). El trigo sarraceno crece mejor en suelos con textura ligera a mediana y con buen drenaje (Clark, 2007) y tolerará suelos moderadamente ácidos de un pH de 5 aproximadamente (Myers y Meinke, 1994). No tendrá buen desarrollo en suelos compactados, saturados o gruesos, no tolera las heladas, las inundaciones, las costras del suelo o la sequía extrema (Bjorkman y Shail, 2010). El trigo sarraceno se adapta mejor a los suelos de baja fertilidad que la mayoría de los otros cultivos (Clark, 2007) y, a menudo, los nutrientes residuales de los cultivos anteriores son suficientes para un crecimiento adecuado (Bjorkman, 2009). El alforfón también tolera el pH del suelo bajo como 4.8. Sin embargo, no es tolerante al estrés hídrico, la compactación, y exceso de humedad. Con el fin de solucionar el problema de la adaptabilidad de nuevos cultivos, actualmente en el Campo Experimental Norman E. Borlaug se desarrolla un programa con el fin de solucionar esta problemática, tomando en cuenta que este cultivo es nuevo en la región. De ahí que el objetivo del presente trabajo fue validar el cultivo de trigo sarraceno o alforfón en la región del sur de Sonora.

## 2. Materiales y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en el Sur de Sonora, durante el ciclo otoño-invierno 2017-2018, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, Sonora bajo las condiciones de riego en suelo de tipo barrial. Se evaluó la adaptabilidad del cultivo de Trigo Sarraceno o Alforfón. Se utilizaron diferentes densidades de población, 5 plantas por metro lineal (62,500 pl/ha), 10 (125,000 pl/ha), 15 (187,500 pl/ha), 20 (250,000 pl/ha), 25 (312,500 pl/ha), 30 (375,000 pl/ha) y 60 (750,000 pl/ha). La siembra se realizó en surcos a 80 cm a una sola hilera, excepto la densidad de 60 plantas / m, la cual se sembró a doble hilera; el manejo agronómico del cultivo se realizó de acuerdo a lo recomendado en otras áreas del mundo. Se sembraron 4 surcos de 40 m de cada densidad. La siembra se realizó en húmedo, el día 07 de diciembre de 2017. Se aplicaron dos riegos de auxilio (30 y a los 45 después de la siembra) y se fertilizó con la fórmula 100-50-00 de N-P-K. Para el control de maleza se realizó un cultivo mecánico y un deshierbe manual, no fue necesario realizar aplicaciones de pesticidas para el control de plagas ni para el control de enfermedades, ya que estas no se presentaron. La cosecha se realizó a los 80 días después de la siembra y se tuvo que quemar con 2 lt/ha de gramoxone ya que la madurez se presentó de manera natural, muy desuniforme dentro de la planta y de la parcela. Las variables que se midieron en campo fueron altura de planta, días a floración, días a madurez, días a cosecha y rendimiento de grano. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques al Azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental constó de 4 surcos de 6 metros de longitud separados a 80 cm y la parcela útil los dos surcos centrales de 4 metros de longitud. El rendimiento de grano se analizó estadísticamente y se realizó la comparación de medias por medio de DMS al 5%.

## 3. Resultados y discusión

En el Cuadro 1 observamos las características agronómicas del cultivo, donde se muestra que no es una planta alta, es de ciclo precoz, es de floración indefinida, a los 32 días empieza su etapa reproductiva (floración), y a los 80 días presenta madurez de cosecha.

En el Cuadro 2 se muestra el análisis de medias se muestra que la densidad de 60 plantas p/m lineal con 1,033 kg/ha es estadísticamente la mejor entre las 7 densidades siguiendo por la densidad 15 p/m lineal con 499 kg/ha, 25 p/m lineal con 488 kg/ha, 30 p/m lineal con 463 kg/ha y 20 p/m lineal con 455 kg/ha, formando el grupo B, finalizando con el grupo C formado por la densidad 10 p/m lineal y 5 p/m lineal con rendimientos de 304 kg/ha y 198 kg/ha respectivamente, considerando que tuvieron un rendimiento bajo. En lo que respecta a días a floración y altura de planta todas las densidades se comportaron de manera similar.

Cuadro 1. Características agronómicas de trigo sarraceno

Altura total cm	Días inicio floración	Días madurez fisiol.	Días a cosecha	Peso de 1000 granos (gr)	
55 - 60	32	70		80	40

Cuadro 2. Características y análisis de medias del cultivo de trigo sarraceno en diferentes densidades, ciclo O-I 2017-2018

Densidades (plantas/metro lineal)	Plantas / hectárea	Media (kg/ha)	Kg semilla / hectárea
60	750,000	1033 A	30
15	187,500	499 B	8
25	312,500	488 B	13
30	375,000	463 B	15
20	250,000	455 B	10
10	125,000	304 C	5
5	62,500	198 C	3

#### 4. Conclusiones

15.El cultivo se adaptó bien en la región, no se observaron plagas ni enfermedades que afectaran al cultivo significativamente, la densidad que obtuvo los mejores rendimientos fue la de 60 plantas por metro lineal (750,000 plantas / ha) establecidas en surcos a 80 cm sembrados a doble hilera. Analizando la información obtenida, y debido a que el cultivo por no ser de planta con desarrollo muy exuberante o excesivo, se llegó a la conclusión de que soporta altas densidades de siembra, por ello se evaluará nuevamente en el otro ciclo con mayor población de planta. Asimismo, debido a que fue un cultivo de ciclo muy corto, se considera que se puede producir en dos ocasiones dentro de un mismo ciclo.

#### Referencias

- 1.Bjorkman, T. 2009. Buckwheat Production Guide for the Northeast. Cornell University, Ithaca, NY.
- 2.Bjorkman, T. 2010. Buckwheat Production: Harvesting. Cornell University Cooperative Extension Agronomy Fact Sheet Series: Fact Sheet 51. Cornell University, Ithaca, NY.
- 3.Clark, A. 2007. Managing Cover Crops Profitably. 3rd ed. Sustainable Agriculture Research and Education (SARE) Handbook Series, book 9. Sustainable Agriculture Research and Education, College Park, MD.
- 4.Lee CY, Lee SJ, Oh SS. 2012. Recent trends in buckwheat allergen research: a mini review. Food Engineering Progress. 16: 314–324.
- 5.Myers, R.L. and L.J. Meinke. 1994. Buckwheat: A multi-purpose, short-season alternative. University of Missouri Extension Bulletin G4306. University of Missouri, Columbia, MO.
- 6.Ohnish SS. 2003. Changes of Agronomic Characteristics and Rutin Content in Buckwheat According to Days After Seeding. Korean J. Crop Sci. 46: 54–55.

## Caracterización Física Y Nutrimental De Frijol X'pelón Producido En El Estado De Yucatán

Morales Morales Amelio Eli<sup>1</sup>, Alvarado López Carlos Juan<sup>2</sup>, González Moreno Alejandra<sup>1</sup>, Andueza Noh Rubén H.<sup>2</sup>, Márquez Quiroz César<sup>3</sup>, Benavides Mendoza Adalberto<sup>4</sup>, Tun Suarez José María<sup>1</sup>

<sup>1</sup>División De Estudios De Posgrado E Investigación, Instituto Tecnológico De Conkal. Conkal, Yucatán, México [amelio.morales@itconkal.edu.mx](mailto:amelio.morales@itconkal.edu.mx)

<sup>2</sup>CONACYT - Instituto Tecnológico De Conkal. Conkal, Yucatán, México

<sup>3</sup>Division Académica De Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma De Tabasco. Villahermosa Centro, Tabasco, México

<sup>4</sup>Departamento De Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, México

### Resumen

En la actualidad, la deficiencia de nutrimentos en la dieta humana genera problemas de salud en la población, especialmente en los países que basan su alimentación en cultivos básicos. En este sentido, el X'pelón (una de las leguminosas importantes en el sureste mexicano, especialmente en Yucatán) representa una fuente importante de ingresos y es considerado un alimento básico. Sin embargo, los estudios son relativamente escasos, por tanto, el objetivo del trabajo fue caracterizar física y nutrimental por  $\mu$ -fluorescencia de rayos-X las variedades de X'pelón colectados en el estado de Yucatán. Las colectas se realizaron directamente con los productores en diferentes municipios y se determinaron las características físicas y nutrimentales por  $\mu$ -fluorescencia de rayos-X. Se obtuvieron 10 accesiones, las cuales se diferenciaron tanto en color, forma, tamaño y textura de las semillas. En cuanto al contenido nutrimental, ACC10 fue la que menor concentración de elementos se encontró en los granos, y por otro lado ACC02 fue el que presentó mejor concentración de micronutrientes.

**Palabras Clave:** Calidad nutrimental;  $\mu$ -fluorescencia de rayos-X; *Vigna unguiculata*.

### Abstract

At present, the deficiency of nutrients in the human diet generates health problems in the population, especially in countries that base their diet on staple crops. In this sense, the X'pelón, (one of the important legumes in the Mexican southeast, especially in Yucatan) which represents an important source of income and is considered a staple food. However, the studies are relatively scarce, therefore, the objective of the work was to characterize physical and nutrimental by X-X fluorescence X'pelón varieties collected in the state of Yucatan. The collections were made directly with the producers in different municipalities and the physical and nutritional characteristics were determined by  $\mu$ -fluorescence of X-rays. 10 accessions were obtained, which differed in color, shape, size and texture of the seeds. Regarding the nutritional content, ACC10 was the one with the lowest concentration of elements found in the grains, and on the other hand ACC02 was the one that presented the best concentration of micronutrients.

**Key words:** Nutritional quality;  $\mu$ -X-ray fluorescence; *Vigna unguiculata*.

## 1. Introducción

En la actualidad, la deficiencia de nutrimentos en la dieta humana genera problemas de salud en la población, especialmente en países de menor desarrollo económico, que basan su alimentación en cultivos básicos (Sadeghzadeh, 2013). En este sentido, las deficiencias en el ser humano, en parte es atribuible al producir plantas en suelos pobres y así como la baja capacidad de las plantas para almacenar los nutrimentos en sus tejidos (Graham *et al.*, 2007). Como resultado, se tiene más de 2 mil millones de personas en el mundo padeciendo desnutrición, principalmente de micronutrientes como el hierro, zinc (Kromann *et al.*, 2017) y con menor frecuencia del manganeso (Bashir, Takahashi, Nakanishi, y Nishizawa, 2013). El frijol X'pelón (*Vigna unguiculata* L. Walp) se cultiva en regiones tropicales y subtropicales, es considerado una de las cinco leguminosas más importantes para consumo humano a nivel mundial (Smýkal *et al.*, 2014), principalmente por ser rico en proteínas y carbohidratos (Campbell, 2014), además de proporcionar vitaminas y minerales. En México, se cultiva en el sureste, principalmente en Tabasco, Campeche y Yucatán (SIAP, 2016), el cual representa una fuente importante de ingresos, así mismo, en el sector agroalimentario es considerado un alimento básico, que junto con el maíz representan la base de la alimentación, especialmente en comunidades rurales (Márquez-Quiroz, De la Cruz-Lázaro, Osorio-Osorio, y Sánchez-Chávez, 2015). Sin embargo, a pesar de ser considerado un cultivo importante en el estado de Yucatán, los estudios con el X'pelón son relativamente escasos, por lo que el objetivo del trabajo fue caracterizar física y nutricional por  $\mu$ -fluorescencia de rayos-X las variedades de X'pelón colectados en el estado de Yucatán.

## 2. Materiales y métodos

La colecta del material se realizó durante el periodo comprendido de octubre 2017 a enero 2018, directamente de los productores en cuatro municipios del estado de Yucatán (Cuadro 1).

Las variables morfológicas de la semilla, es decir, la longitud de la semilla, el ancho y el grosor se determinaron siguiendo el procedimiento descrito por Demooy y Demooy, (1990), mientras que el índice de la semilla se obtuvo dividiendo longitud entre el ancho de la semilla. Así mismo, se realizó la medición del peso individual de la semilla y el peso de 100 semillas. Por otra parte, las formas de las semillas se clasificaron usando descriptores para X'pelón descrito por IBPGR (1983): forma del grano, textura de la testa y en forma visual se determinó el color de la testa. El análisis de contenido mineral se realizó por  $\mu$ -fluorescencia de rayos-X dispersivo de Micro-Energía (1-EDXRF) (M4 Tornado™, Bruker, Alemania). Se cuantificó el potasio, calcio, manganeso, hierro y zinc de 10 granos por accesión y tres puntos de medición por grano. Para el análisis estadístico se realizó un ANOVA con las 10 accesiones y posteriormente se realizó una comparación de medias (Tukey= >0.05), con el programa estadístico SAS 9.2.

Cuadro 1. Lugar de colecta de las diferentes accesiones del frijol caupí en la península de Yucatán

Clave colecta	Nombre común	Localidad	Municipio	Clave colecta	Nombre común	Localidad	Municipio
ACC01	Yax pelón	Xul	Oxcutzcab	ACC06	X'pelón blanco	Peto	Peto
ACC02	Paysin	Xul	Oxcutzcab	ACC7	X'nuuc Pelón	Xoy	Peto
ACC03	Paysin	Xul	Oxcutzcab	ACC8	X'pelón de guía	Mucel	Chemax
ACC04	X'pelón perón	Kuxeb	Chemax	ACC9	Paysin	Halachó	Halachó
ACC05	X'pelón Domingo	Peto	Peto	ACC10	Frijol chino	Peto	Peto

### 3. Resultados y discusión

De las poblaciones obtenidas, se diferenciaron tres colores donde el negro fue el más predominante, mientras que se obtuvo una accesión de color blanco y uno rojo. En cuanto a las características físicas (Cuadro 2), el peso individual y el peso de 100 semillas varió 0.06 a 0.17 y de 3.46 a 16.21 g, que corresponden ACC10 y ACC03, respectivamente. De acuerdo con Ogle, Witcher y Barnett (1987) clasificaron las variedades de X'pelón por tamaño en función al peso de 100 semillas y las variedades con peso menor a 15.0 g se consideran pequeñas, de 15.1-20.0 g son de tamaño mediano y las semillas grandes van de 20.1-25.0 g. De acuerdo con la forma, las poblaciones varían de forma arriñonada, ovoide y romboidal, mientras que ocho accesiones tienen la textura de la testa suave a áspero (ACC01-ACC08) y dos de textura suave (ACC09 y ACC10). Con respecto a la forma de las semillas, nuestros resultados son similares a los reportados por Henshaw (2008) que menciona la forma de la semilla varía desde arriñonada hasta las formas globosa, ovoide y romboidal. Con respecto a las dimensiones del grano, la longitud de semilla osciló entre 6.26 mm en ACC10 a 9.36 mm en ACC02. En ancho, las semillas varió de 3.65 mm en ACC10 a 7.05 mm de ACC03. El grosor de la semilla fluctuó entre 2.87 mm en ACC10 y 4.95 mm ACC03.

En el análisis del contenido nutrimental de las colectas, el contenido de potasio osciló entre 219.2 y 1004.6 mg kg<sup>-1</sup> de peso seco, siendo ACC10 la más baja y ACC05 con la concentración más alta. Por otra parte, el calcio, presentó valores de 125.5 a 442.6 mg kg<sup>-1</sup>, siendo ACC10 la que presentó concentraciones más bajas con respecto al resto. Nuestros resultados obtenidos son inferiores a los reportados por Araméndiz-Tatis, Cardona-Ayala y Combatt-Caballero (2016) que reportaron valores superiores a 450 mg kg<sup>-1</sup> en variedades de X'pelón criollo en Colombia. En cuanto al manganeso ACC02 presentó la concentración más alta con 8.9 mg kg<sup>-1</sup> de peso seco, mientras que ACC10 fue el valor más bajo con 2.3 mg kg<sup>-1</sup>, con respecto al resto. El hierro, ACC02 obtuvo el valor más altos con 34.5 mg kg<sup>-1</sup>. El zinc los valores obtenidos van de 2.8 a 15.0 mg kg<sup>-1</sup> de peso seco, el cual ACC02 y ACC03 presentan los valores más altos (Cuadro 3).

Estos resultados son diferentes a los obtenidos por De Paula, Jarma y Aramendiz (2016) que obtuvieron valores de hasta 56.2 mg kg<sup>-1</sup> en variedades criollas.

Cuadro 2. Variación de características físicas de la semilla de 10 accesiones obtenidas del estado de Yucatán

Descripción	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Grosor (mm)	Peso semilla (g)	Peso de 100 semillas (g)	Índice de semillas
Intervalo	6.26-9.36	3.65-7.05	2.87-4.95	0.06-0.17	3.46-16.21	1.63-2.18
Promedio	8.31	6.18	4.43	0.13	13.23	1.88
Desviación Estándar	1.07	1.00	0.57	0.03	3.95	0.16
Coefficiente de Variación	13 %	16 %	13 %	26 %	30 %	9 %

Cuadro 3. Contenido mineral de las colectas de X'pelón en el estado de Yucatán

Accesión	K mg kg <sup>-1</sup>	Ca mg kg <sup>-1</sup>	Mn mg kg <sup>-1</sup>	Fe mg kg <sup>-1</sup>	Zn mg kg <sup>-1</sup>
ACC01	562.5 <sup>de</sup>	289.8 <sup>bc</sup>	3.6 <sup>cde</sup>	20.3 <sup>c</sup>	11.2 <sup>b</sup>
ACC02	753.5 <sup>b</sup>	468.3 <sup>a</sup>	8.9 <sup>a</sup>	34.5 <sup>a</sup>	15.0 <sup>a</sup>
ACC03	999.6 <sup>a</sup>	293.7 <sup>bc</sup>	3.8 <sup>cd</sup>	27.5 <sup>ab</sup>	11.5 <sup>b</sup>
ACC04	369.1 <sup>e</sup>	176.1 <sup>d</sup>	2.5 <sup>de</sup>	11.8 <sup>d</sup>	5.8 <sup>e</sup>
ACC05	1004.6 <sup>a</sup>	315.0 <sup>b</sup>	4.3 <sup>bc</sup>	22.5 <sup>bc</sup>	8.8 <sup>cd</sup>
ACC06	839.8 <sup>b</sup>	442.6 <sup>a</sup>	5.3 <sup>b</sup>	16.6 <sup>cd</sup>	11.1 <sup>bc</sup>
ACC07	534.3 <sup>cd</sup>	323.0 <sup>b</sup>	3.3 <sup>cde</sup>	20.5 <sup>bc</sup>	9.9 <sup>bc</sup>
ACC08	577.5 <sup>c</sup>	194.4 <sup>d</sup>	2.4 <sup>e</sup>	18.2 <sup>cd</sup>	10.8 <sup>bc</sup>
ACC09	407.9 <sup>d</sup>	212.0 <sup>cd</sup>	2.7 <sup>de</sup>	17.5 <sup>cd</sup>	6.4 <sup>de</sup>
ACC10	219.2 <sup>f</sup>	125.5 <sup>d</sup>	2.30 <sup>e</sup>	4.40 <sup>e</sup>	2.80 <sup>f</sup>

K=potasio; Ca=Calcio; Mn=Manganeso; Fe=Hierro; Zn=Zinc.

#### 4. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos, podemos concluir que existe variabilidad en cuanto a las propiedades físicas de las colectas realizadas en el estado de Yucatán, así mismo sobre el contenido nutricional de la semilla de frijol X'pelón por lo que existen diferencias genéticas entre los materiales evaluados, en relación con el potasio, calcio, manganeso, hierro y zinc; sin embargo, en comparación con otros resultados, los productores de Yucatán se alimentan de granos de baja calidad, por lo que es necesario buscar soluciones para solventar las deficiencias nutricionales de la población.

#### Referencias

1. Araméndiz-Tatis, H., Cardona-Ayala, C. E., & Combatt-Caballero, E. M. (2016). Contenido Nutricional de Líneas de Fríjol Caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Seleccionadas de una Población Criolla. *Información tecnológica*, 27(2), 53-60. doi: 10.4067/s0718-07642016000200007
2. Bashir, K., Takahashi, R., Nakanishi, H., & Nishizawa, N. K. (2013). The road to micronutrient biofortification of rice: progress and prospects. *Frontiers in plant science*, 4, (15) 1-7.

3. Campbell, B. C. (2014). Just Eat Peas and Dance: Field Peas (*Vigna unguiculata*) and Food Security in the Ozark Highlands, U.S. *Journal of Ethnobiology*, 34(1), 104-122.
4. De Paula, C. D., Jarma, S., & Aramendiz, H. (2016). Caracterización nutricional y sensorial de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Agronomía Colombiana*, 34(1Supl), S1131-S1134.
5. Demooy, B., & Demooy, C. (1990). Evaluation of cooking time and quality of seven diverse cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) varieties. *International journal of food science & technology*, 25(2), 209-212.
6. Graham, R. D., Welch, R. M., Saunders, D. A., Ortiz-Monasterio, I., Bouis, H. E., Bonierbale, M., Liria, R. (2007). Nutritious subsistence food systems. *Advances in agronomy*, 92, 1-74.
7. Henshaw, F. (2008). Varietal differences in physical characteristics and proximate composition of cowpea (*Vigna unguiculata*). *World Journal of Agricultural Sciences*, 4(3), 302-306.
8. International Board for Plant Genetic Resources (1983) Cowpea descriptors. IBPGR, Rome (30 pp)
9. Kromann, P. Valverde, F. Alvarado, S. Vélez, R. Pisuña, J. Potosí, B. Devaux, A. (2017). Can Andean potatoes be agronomically biofortified with iron and zinc fertilizers? *Plant and Soil*, 411, 121-138
10. Márquez-Quiroz, C., De-la-Cruz-Lázaro, E., Osorio-Osorio, R., & Sánchez-Chávez, E. (2015). Biofortification of cowpea beans with iron: iron's influence on mineral content and yield. *Journal of soil science and plant nutrition*, 15 (4) 849-847. doi: 10.4067/s0718-95162015005000058
11. Ogle, W., Witcher, W., & Barnett, O. W. (1987). Descriptors for the southern peas of South Carolina. *Bulletin/South Carolina Agricultural Experiment Station (USA)*. no. 659.
12. Sadeghzadeh, B. (2013). A review of zinc nutrition and plant breeding. *Journal of soil science and plant nutrition*, 13(4), 905-927.
13. SIAP (2016) Servicio de información Agrícola y Pecuaria. Avance de siembras y cosechas Resumen nacional por estado [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do).
14. Smýkal, P., Coyne, C. J., Ambrose, M. J., Maxted, N., Schaefer, H., Blair, M. W., Varshney, R. K. (2014). Legume Crops Phylogeny and Genetic Diversity for Science and Breeding. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34(1-3), 43-104. doi: 10.1080/07352689.2014.897904



## **Efecto De Dos Fuentes De Nitrógeno Sobre El Rendimiento, El Contenido De Proteína Y Extracción Unitaria En Trigo En El Sur De Sonora**

Ortiz Avalos Alma Angélica, Cortés Jiménez Juan Manuel, Zazueta Encinas Gerardo

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias 1Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 155, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. (0155) 38718700 Ext. 81224 [ortiz.alma@inifap.gob.mx](mailto:ortiz.alma@inifap.gob.mx)

### **Resumen**

Se establecieron dos tratamientos con diferentes fuentes de nitrógeno y se evaluó el efecto que estas fuentes pueden tener sobre el rendimiento, el contenido de proteína y la extracción unitaria de nitrógeno en el cultivo de trigo. Las fuentes de nitrógeno utilizadas fueron urea T1 (46-0-0 de NPK) y nitrosulfato T2 (30-0-0-7 de NPKS). Se utilizó un diseño en franjas de 8 surcos de 110 metros de longitud. Para determinar las extracciones unitarias, se tomaron tres muestras de 0.8 m<sup>2</sup> por tratamiento de la biomasa aérea del cultivo en los dos tratamientos de fuentes de nitrógeno. Se determinó el peso de grano y paja por unidad de superficie y su concentración de nitrógeno. Ninguna de las variables reportó diferencia significativa en cuanto a la fuente de nitrógeno utilizada. El rendimiento de paja y grano en el tratamiento con urea fue de 7.650 y 9.083 ton ha<sup>-1</sup> respectivamente y de 7.533 y 8.933 ton ha<sup>-1</sup> en el tratamiento con nitrosulfato. El valor de proteína fue de 12.33% en el T1 y 11.10% en el T2, en el mismo orden, la extracción unitaria de nitrógeno fue de 26.10 y 24.77 kg t<sup>-1</sup> respectivamente. Se concluyó que la fuente de nitrógeno utilizada no influyó en el rendimiento del cultivo. El contenido de proteína resultó un 11.08% más alto cuando se utilizó urea como fuente de nitrógeno. Se obtuvo 6.24% más absorción de nitrógeno procedente de urea que de nitrosulfato.

**Palabras Clave:** Proteína, urea, nitrosulfato.

### **Abstract**

Two treatments with different sources of nitrogen were established and the effect that these sources have the yield, the content of the protein and the unit extraction of nitrogen in the wheat crop were evaluated. The sources of nitrogen were urea T1 (46-0-0 of NPK) and nitrosulfate T2 (30-0-0-7 of NPKS). A strip design of 8 rows of 110 meters in length was used. To determine the unit extractions, three samples of 0.8 m<sup>2</sup> were taken by treatment of the aerial biomass of the crop in the two treatments of nitrogen sources. The weight of grain and straw per unit area and its nitrogen concentration were determined. None of the variables reported that it was different in terms of the grain and grain yield in the urea treatment was 7,650 and 9,083 ton ha<sup>-1</sup>, and 7,533 and 8,933 ton ha<sup>-1</sup> in the treatment with nitrosulfate. The protein value was 12.33% in T1 and 11.10% in T2; in the same order, the unit extraction of nitrogen was 26.10 and 24.77 kg t<sup>-1</sup> respectively. It was concluded that the nitrogen source used did not influence

crop yield. The protein content was 11.08% higher when urea was used as a source nitrogen. 6.24% more nitrogen absorption from urea was obtained than from nitrosulfate.

**Key words:** Protein, urea, nitrosulfate.

## 1. Introducción

El estado de Sonora ocupa el primer lugar en superficie de trigo establecida en México. En promedio de los últimos diez años, se han establecido 295,601 hectáreas, con un rendimiento promedio de 6.22 t ha<sup>-1</sup>. En el sur de Sonora comprendido por los municipios de Cajeme, Navojoa, Benito Juárez, Etchojoa, Bacúm, San Ignacio Río Muerto, Huatabampo, Guaymas y Empalme, se establece el 90% del trigo sembrado en Sonora, con un rendimiento promedio de los últimos diez años de 6.10 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2018). El principal costo de producción de trigo es la fertilización, en donde se invierte el 25% de los costos totales, siendo nitrógeno el elemento que se encuentra más deficiente en esta región (Cortés y Ortiz, 2003). Por lo general no se analiza el suelo y para trigo aplican hasta 350 unidades de nitrógeno. En el valle del Yaqui, para el cultivo de trigo se determinó una extracción unitaria de 20.4 kg t<sup>-1</sup> en grano y 4.4 kg t<sup>-1</sup> en paja, 24.8 kg en total (Cortés, Ortiz y Félix, 2006). Otros autores, reportaron extracciones de 20.0 kg t<sup>-1</sup> en grano y 6.0 kg t<sup>-1</sup> en paja, 26.0 kg en total para este cultivo (Castellanos *et al.*, 2005). Se considera que las extracciones unitarias de nutrimentos son más o menos constantes para las diferentes especies, no obstante, se consideró necesario explorar la extracción con diferentes fuentes de nitrógeno. Referente a la fuente de nitrógeno utilizada, el mismo productor elige la fuente de nitrógeno que más le convenga. Estudios previos de investigación y transferencia de tecnología desarrollados en el valle del Yaqui, indican que cuando los fertilizantes son utilizados eficientemente, no existen diferencias significativas en el rendimiento de trigo al utilizar las fuentes de nitrógeno disponibles en el mercado. Sin embargo, al considerar la relación beneficio-costo, los fertilizantes más baratos han resultado los más rentables (Cortés *et al.*, 2011). La importancia de un adecuado suministro de nitrógeno, además de impactar en el rendimiento del cultivo de trigo, lo hace también sobre el contenido de proteína del grano. La disponibilidad de este elemento es el factor simple que más impacta sobre el contenido de proteína del grano (Ottman y Doerge, 1994), esto se explica en función de que el nitrógeno es un componente esencial de los aminoácidos, los cuales constituyen la estructura primaria de la molécula de proteína (Kent, 1983). Para lograr un trigo con alto contenido de proteína, Cortés, Uvalle y Ortiz (1999) señalan que no es necesario aumentar la dosis de fertilización nitrogenada, estos autores recomiendan incrementar la eficiencia de recuperación del nitrógeno aplicado; esto se logra asegurando una alta disponibilidad de nitrógeno en la etapa en que más se requiere que es en la etapa de encañe y espigamiento. Sin embargo, se recomienda aplicar un tercio de la dosis total de nitrógeno en presiembra o a la siembra para prevenir que el cultivo sufra por falta de este elemento, en caso de que el primer riego y el auxilio de nitrógeno tengan que retrasarse por problemas de lluvias o por problemas operativos en el manejo del agua. La aplicación fraccionada de nitrógeno hasta la etapa de espigamiento, es muy importante para incrementar la

proteína y evitar problemas de panza blanca en el grano (Cortés *et al.*, 2011). El objetivo de esta evaluación, fue determinar el efecto de dos fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento, el contenido de proteína y extracción unitaria de nitrógeno en el cultivo de trigo.

## 2. Materiales y métodos

Esta evaluación se llevó a cabo durante el ciclo otoño-invierno 2017-2018 en las instalaciones del Campo Experimental Norman E. Borlaug del INIFAP, el cual se encuentra ubicado en el Block 910 del Valle del Yaqui, Sonora. Se establecieron dos tratamientos con diferentes fuentes de nitrógeno y se evaluó el efecto de estas fuentes sobre el rendimiento, el contenido de proteína y la extracción unitaria de nitrógeno en el cultivo de trigo. El primer tratamiento (T1) se fertilizó con urea (46-0-0 de NPK) y el segundo tratamiento (T2) con nitrosulfato 18% en forma amoniacal y 12% en forma nítrica (30-0-0-7 de NPKS). La fertilización se realizó en banda con 300 unidades de nitrógeno, 150 de fósforo como fosfato monoamónico y 900 kg de Nutripellet<sup>MR</sup>, que es un fertilizante orgánico con registro OMRI el cual se elabora a base de gallinaza y viene en forma de pellets. Toda la fertilización se aplicó en presiembra, en banda y con fertilizadora de cajón, se utilizó un sistema de labranza mínima donde se reutilizó el surco del cultivo anterior. La siembra se realizó en surcos a 80 cm de separación y dos hileras de plantas separadas a 30 cm. Se utilizó la variedad CIRNO C2008 con 100 kg ha<sup>-1</sup> de semilla. La fecha de siembra fue el 7 de diciembre de 2017. Se aplicó un riego de presiembra y cuatro riegos de auxilio. Después del primer riego de auxilio, se realizó una aplicación para el control de pulgón y maleza. Se utilizó un diseño en franjas de 8 surcos de 110 metros de longitud. Para determinar las extracciones unitarias, se tomaron tres muestras de 0.8 m<sup>2</sup> por tratamiento de la biomasa aérea del cultivo en las dos fuentes de nitrógeno utilizadas. Se determinó el peso de grano y paja por unidad de superficie y su concentración de nitrógeno. El grano se cosechó con 11% de humedad y se secó a 65 °C hasta peso constante, para el análisis del contenido de nitrógeno. El nitrógeno total se determinó por la metodología Kjeldahl, el cual es el más utilizado para el análisis de proteínas mediante la determinación de nitrógeno orgánico. Para la obtención de la proteína en grano de trigo, el nitrógeno total obtenido en el grano, se multiplica por un factor de conversión de 5.7, este factor se utiliza para el trigo, centeno y sus productos molidos según la Norma ISO/TS 16634-2:2009. Los datos se analizaron en MSTAT version 2.10 (Russell D. Freed, MSTAT Director Crop and Soil Sciences Department Michigan State University).

## 3. Resultados y discusión

El análisis estadístico, no reportó diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza para las variables rendimiento de grano y paja, proteína y extracción unitaria de nitrógeno en el cultivo de trigo. CENEBA-INIFAP, Ciclo O-I 2017-2018

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Prob
<b>Rendimiento de grano</b>					
Repetición	2	1.35	675	1.71	0.3693
Fuente de Nitrógeno	1	0.02	20	0.05	0.8414
Error	2	0.79	395		
Total	5	2.16			
CV 8.28%					
<b>Rendimiento de paja</b>					
Repetición	2	3.28	1.640	3.26	0.2349
Fuente de Nitrógeno	1	0.03	34	0.07	0.8200
Error	2	1.01	322		
Total	5	4.32			
CV 7.88%					
<b>Proteína en grano de trigo</b>					
Repetición	2	0.12	60	0.14	0.8797
Fuente de Nitrógeno	1	2.27	2.269	5.13	0.1517
Error	2	0.88	442		
Total	5	3.27			
CV 5.67%					
<b>Extracción unitaria en grano de trigo</b>					
Repetición	2	0.37	185	0.14	0.8804
Fuente de Nitrógeno	1	7.04	7.042	5.17	0.1508
Error	2	2.72	1.362		
Total	5	10.14			
CV 5.68%					
<b>Extracción unitaria en paja de trigo</b>					
Repetición	2	0.56	282	0.16	0.8616
Fuente de Nitrógeno	1	1.04	1.042	0.59	0.5213
Error	2	3.50	1.752		
Total	5	5.11			
CV 27.1%					
<b>Extracción unitaria</b>					
Repetición	2	1.84	922	0.25	0.7989
Fuente de Nitrógeno	1	2.67	2.667	0.73	0.4833
Error	2	7.32	3.662		
Total	5	11.83			
CV 5.32%					
<b>Extracción total</b>					
Repetición	2	369.38	184.692	1.64	0.3793
Fuente de Nitrógeno	1	219.74	219.736	1.95	0.2976
Error	2	225.70	112.850		
Total	5	814.82			
CV 5.32%					

Cuadro 2. Fuentes de nitrógeno y el rendimiento de grano y paja de trigo, nitrógeno total en paja y grano y proteína en grano de trigo. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2017/2018

Fuentes de Nitrógeno	Rendimiento ton ha <sup>-1</sup>		Nitrógeno total %		Proteína en Grano %
	grano	paja	grano	paja	
Urea	7.650 a	9.083 a	2.163 a	0.447 a	12.33 a
Nitrosulfato	7.533 a	8.933 a	1.947 a	0.530 a	11.10 a
<b>Media</b>	<b>7.592</b>	<b>9.008</b>	<b>2.055</b>	<b>0.488</b>	<b>11.71</b>

Cuadro 3. Fuentes de nitrógeno, extracciones unitarias y extracción total de nitrógeno en el cultivo de trigo. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2017/2018

Fuentes de Nitrógeno	Extracciones unitarias de N en trigo kg t <sup>-1</sup>			Extracción total kg ha <sup>-1</sup>
	grano	paja	unitaria	
Urea	21.63 a	4.467 a	26.100 a	205.88 a
Nitrosulfato	19.67 a	5.300 a	24.767 a	193.78 a
<b>Media</b>	<b>20.65</b>	<b>4.884</b>	<b>25.433</b>	<b>199.83</b>

El rendimiento de grano y paja de trigo, su concentración de nitrógeno y la extracción unitaria de este elemento, así como la extracción total utilizando dos fuentes de nitrógeno se reportan en los Cuadros 2 y 3. Los resultados del rendimiento de grano dan una ventaja a la urea solo con 117 kg ha<sup>-1</sup>, rendimiento que resultó estadísticamente igual al del nitrosulfato. Esto valida lo publicado por Cortés *et al.* (2011) manejadas adecuadamente, no existen diferencias significativas en el rendimiento de trigo al utilizar las diferentes fuentes de nitrógeno disponibles en el mercado. En cuanto al valor de proteína, el análisis de varianza no reportó diferencias significativas, sin embargo, la diferencia de 1.23% a favor de la urea es importante destacarla, ya que en la región hay empresas que otorgan incentivo económico por trigo con alto contenido de proteína al 12% de humedad, una de ellas otorga premio desde un valor de 11.5% de proteína, para este porcentaje el estímulo es de 7 dólares por tonelada. El valor máximo que paga son 30 dólares a trigos con un valor de proteína igual o mayor a 14%.

Respecto a la extracción unitaria, en promedio fue mayor que la reportada en la literatura en ambas fuentes de nitrógeno (Cortés *et al.*, 2006; Castellanos *et al.*, 2005), esto se explica ya que en las evaluaciones de literatura utilizaron dosis más bajas para la fertilización y aquí además de las 300 unidades de nitrógeno se aplicaron 900 kg ha<sup>-1</sup> Nutripellet<sup>MR</sup>. En lo que respecta a esta evaluación, se obtuvo 6.24% más absorción de nitrógeno procedente de urea que de nitrosulfato, sin embargo, el análisis estadístico no reportó diferencias significativas.

Se sugiere repetir el experimento con estas y más fuentes de nitrógeno disponibles variando la época de fertilización, ya que en este estudio la fertilización se aplicó toda en presembrado y, estudios conducidos en el Valle del Yaqui, indican que la dosis, fuente época y el método de aplicación del nitrógeno, juegan un papel muy importante en el manejo eficiente de este elemento. Por lo general, dosis más altas son menos eficientes que dosis más pequeñas; la aplicación en banda es mejor que la aplicación al voleo; la fertilización fraccionada mejor que la

aplicación total (Cortés *et al.*, 1999). La aplicación fraccionada de nitrógeno hasta la etapa de espigamiento, es muy importante para incrementar la proteína y evitar problemas de panza blanca en el grano (Kent, 1983).

#### 4. Conclusiones

No se encontró efecto en el rendimiento de trigo al utilizar urea y nitrosulfato como fuentes de nitrógeno. El contenido de proteína resultó un 11.08% más alto cuando se utilizó urea como fuente de nitrógeno. Se obtuvo 6.24% más absorción de nitrógeno procedente de urea que de nitrosulfato.

#### Referencias

1. Castellanos R.J.Z., Cueto W.J.A., Macías C.J., Salinas G.J.R. Tapia V.L.M., Cortés J.J.M., González A.I.J., Mata V.H., Mora G.M., Vásquez H.A., Valenzuela S.C. y Enríquez R.S. 2005. La fertilización en los cultivos de maíz, trigo, sorgo y trigo en México. Folleto técnico Núm. 1. Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato. 44 p.
2. Cortés, J.J.M. Fuentes, D.G., Ortiz, E.J.E., Tamayo; E.L.M., Cortez, M.E., Ortiz, A.A.A., Félix, V.P., y Armenta, C.I. 2011. Agronomía del trigo en el sur de Sonora. Libro Técnico No. 6. Centro de Investigación Regional del Noroeste-CENEB-INIFAP. Noviembre de 2011. Cd. Obregón, Sonora. 238 p.
3. Cortés J.J.M., Ortiz E.J.E. y Félix V.P. 2006. Estrategias para reducir los costos de fertilización en el cultivo de trigo. Memoria del día de Productor. Publicación Especial No. 13. Campo Experimental Sur de Sonora. INIFAP. p. 9-12.
4. Cortés, J.J.M. y J.E. Ortiz. 2003. Fertilización y mejoradores de suelos. Memoria del Día del Agricultor 2003. Publicación especial No. 10. Campo Experimental Valle del Yaqui. INIFAP. pp. 22-23.
5. Cortés, J.J.M., Uvalle, B.J.X. y Ortiz, M.J.I. 1999. Avances en tecnología de fertilización para producir trigo con alta proteína. Memoria Día del Agricultor 1999. Publicación Especial No. 6. Centro de Investigación Regional del Noroeste-INIFAP. Campo Experimental Valle del Yaqui. Abril 1999. Cd. Obregón, Sonora, México. p 14-17.
6. Kent, N.L. 1983. Technology of cereals. Third ed. Pergamon Press. Oxford, England.
7. Ottman, M.J. and Doerge, T.A. 1994. Durum quality is related to water and nitrogen management. In: Forage and grain. A College of Agriculture Report. Cooperative Extension Agricultural Experiment Station. The University of Arizona, Tucson. U.S. Department of Agriculture.
8. SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP). 2018. Avance de siembras y cosechas. Resumen nacional por estado. Trigo grano. Ciclo otoño-invierno. Riego + temporal. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Consultado Agosto 08, 2018.

## Calidad Física De Grano De Poblaciones De Maíz Tuxpeño Adaptado Al Valle De México

Santiago-López Norma<sup>1</sup>, García-Zavala J. Jesús<sup>1</sup>, Vázquez-Carrillo Ma. Griselda<sup>2</sup>, Esquivel-Esquivel Gilberto<sup>2</sup>, Santiago-López Ulises<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México Texcoco, km 36.5, Montecillos, Texcoco, Estado de México. C. P.56230. [nsantiago@colpos.mx](mailto:nsantiago@colpos.mx)

<sup>2</sup>Campo Experimental Valle de México, INIFAP. Carr. Los Reyes-TEXCOCO, Edo. de México C. P.56230

<sup>3</sup>Campo Experimental San Luis, INIFAP. Km 14.5 Carretera San Luis-Matehuala C.P. 78431

### Resumen

En este trabajo se evaluaron las características físicas de grano de cuatro poblaciones de maíz Tuxpeño en sus versiones ciclo uno (desadaptado) y ciclo siete (adaptado) obtenidas por siete ciclos de selección masal en el valle de México. Se emplearon como testigos tres genotipos comerciales: H-S2, Promesa y San José. Las características evaluadas fueron: humedad de grano (H), índice de flotación (IF), índice de impureza (IP), peso hectolítrico (PHe), y textura del grano por disección Pedicelo (PIG), Pericarpio (PEG), Germen (GEG). Los resultados muestran que las poblaciones adaptadas presentaron una respuesta favorable al proceso de selección en la calidad física del grano principalmente, ya que, durante los siete ciclos de selección las variables IF, PIG, PEG, GEG presentaron estándares aceptables de acuerdo con los parámetros indicados en la Norma Oficial de Harina Nixtamalizada, obteniéndose valores de IF >20%, PCG <33 gr, PIG Máx. 2%, PEG Máx. 5.5% y GEG Máx. 13%.

**Palabras Clave:** *Zea mays* L., calidad física, adaptación.

### Abstract

The kernel physical traits of four “Tuxpeño” maize populations were evaluated for their versions from cycle one (unadapted) and cycle seven (adapted), which were obtained during seven cycles of mass selection at Mexico valley. Three commercial genotypes as checks: H-S2, Promesa y San Jose, were used. Traits evaluated were: grain moisture (H), floating index (IF), impurity index (IP), hectoliter weight (PHe), and grain texture by dissection (pedicel, pericarp, germ). Results shown that the adapted populations presented a favorable response to the selection process in kernel physical quality, due to during the seven selection cycles, the values obtained for the traits such as IF, PIG, PEG, GEG are in agreement with the parameters of the official norm of nixtamalized flour with values of IF >20%, PCG <33 gr, PIG Máx. 2%, PEG Máx. 5.5% and GEG Máx. 13%.

**Key words:** *Zea mays* L., grain-physical-quality, adaptation.

## 1. Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) ocupa el tercer lugar en producción a nivel mundial; en México es el cultivo más importante por ser el principal alimento de las familias (Sleper y Poehlman, 2006). Las principales áreas de investigación en maíz han sido el incremento del rendimiento y la formación de híbridos, dejándose en segundo lugar el estudio y la evaluación de la calidad del grano para las industrias de harinas nixtamalizadas y de masa-tortilla.

A pesar de la gran diversidad de razas y variedades de maíz nativas o criollas en México, son escasos los trabajos publicados sobre las características físicas y químicas de sus granos (Vázquez-Carrillo, Pérez-Camarillo, Hernández-Casillas, Marrufo-Díaz y Martínez-Ruiz, 2010) y lo son aún más los de materiales adaptados a un clima diferente al de su origen. La raza de maíz Tuxpeño adaptado por selección al valle de México evaluada durante el ciclo primavera-verano 2013 presentó un rendimiento promedio de 6 t ha<sup>-1</sup>, superando significativamente a las variedades originales (Santiago-López *et al.*, 2017). Con estos resultados se considera que estas variedades están adaptadas a climas templados. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar las propiedades físicas de grano de cuatro genotipos de maíz tropical de la raza Tuxpeño adaptados por selección masal a climas templados del valle de México, y conocer su potencial para ser destinados a la industria de masa-tortilla y harinas nixtamalizadas.

## 2. Materiales y métodos

Se determinó la calidad física de grano de cuatro poblaciones de maíz Tuxpeño tropical sometidas a un proceso de adaptación durante siete ciclos de selección masal en valles altos. Las características físicas del grano se determinaron por triplicado en el ciclo 1 (C1) y ciclo 7 (C7) de cada genotipo, y en tres testigos comerciales. Se evaluó porcentaje de Humedad (H), peso Hectolítrico (PH) (Método 55-10, AACC 1998), Índice de impureza (IP) (Norma NMX-FF-034/1-SCFI- 2002), peso de 100 granos (PCG), índice de flotación (IF) y Textura por disección: Pedicelo (PIG), Pericarpio (PEG), Germen (GEG). Las determinaciones físicas de grano se hicieron al 12% de humedad del grano, para uniformizar el efecto de éste factor en los análisis (Salinas- Moreno *et al.*, 2010). Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza bajo el modelo del diseño completamente al azar, mediante el procedimiento GLM, y también se hizo una comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) con el programa Statistical Analysis System (SAS Institute Inc.).

## 3. Resultados y discusión

Los resultados muestran que entre genotipos (GEN) hubo significancia ( $P \leq 0.05$ ) para todas las variables, excepto índice de impureza (IP) (Cuadro 1). Entre genotipos de ciclo 1 (C1), ciclo 7 (C7), testigos (TES) y materiales (MAT) hubo significancia para porcentaje de Humedad (H) y peso hectolítrico (PH), peso de 100 granos (PCG), índice de flotación (IF) y germen de grano (GEG), en cambio, porcentaje de pedicelo (PIG) y pericarpio (PEG) no mostraron significancia

entre los ciclos C1 y C7, ni en los TES. En el caso de la variable GEG, se detectaron diferencias dentro de C1 y de C7, esto indica que al menos uno de los materiales tuvo un promedio diferente.

Cuadro 1. Análisis de varianza de características físicas del grano de poblaciones de maíz Tuxpeño originales y adaptadas al Valle de México y testigos (híbridos comerciales)

FV	GL	H	PH	IP	PCG	IF %	PIG %	PEG %	GEG %
REP	1	0.00	0.05	2.77	0.44	137.50	0.01	0.04	0.03
GEN	10	0.17**	65.32**	4.54	34.45**	295.04**	0.12**	0.08**	0.59**
C1	3	0.157*	82.49**	1.45	5.50	403.33*	0.17	0.09	1.02*
C7	3	0.06*	8.32**	7.99	19.33*	91.13	0.07	0.06	0.77**
TES	2	0.28*	2.75*	3.83	17.73*	600.17*	0.01	0.07	0.06
MAT	2	0.21	187.77**	4.72	117.32**	133.33	0.27*	0.10	0.26
ERROR		0.06	0.11	1.69	1.97	20.20	0.02	0.02	0.01
MEDIA		12.30	71.90	247.15	26.43	62.22	1.54	5.71	11.13
C.V.		0.61	0.46	0.52	5.31	7.22	7.70	2.10	0.66

\*\*=  $p \leq 0.01$ ; FV= fuente de variación; GEN= genotipos; C1=Ciclo 1; C7=Ciclo siete; TES= Testigos; MAT= Materiales; CV= coeficiente de variación; GL= grados de libertad; H= humedad (%); PH=peso hectolítrico (kg hL<sup>-1</sup>); IP= Índice de impureza (%); PCG= peso de 100 granos (g); IF= índice de flotación; PH= peso hectolítrico PIG= pedicelo de grano (%); PEG= pericarpio de grano (%); GEG= germen de grano (%).

Para peso hectolítrico (PH) de grano, el valor más elevado correspondió a la población uno de siete ciclos de adaptación (P1C7) y a los híbridos Promesa y San José, con 76.6, 79.9 y 76.8 kg hL<sup>-1</sup> respectivamente, que superaron a la población cuatro ciclo uno (P4C1), pues esta tuvo el valor más bajo, con 61.8 kg hL<sup>-1</sup>, como se observa en el Cuadro 2. Para índice de flotación (IF), las poblaciones del ciclo uno P3C1 y P4C1 tuvieron el mayor valor (76.0 y 78.0%), y diferente al de las poblaciones del C7 que tuvieron un decremento del 15%. Para el porcentaje de pericarpio (PEG), la población tres del ciclo 1 (P3C1) tuvo el valor más alto (6.15%) y fue estadísticamente superior al de la población cuatro del ciclo siete (P4C7), que tuvo un valor de 5.37%. Esto indica que en siete ciclos de selección el porcentaje de pericarpio presentó un decremento del 0.8%. Por otro lado, para la variable peso de 100 granos (PCG) el híbrido San José presentó el mayor valor (34.58 g) y superó a la población cuatro del ciclo uno (P4C1) y a la población cuatro del ciclo siete (P4C7), que tuvieron pesos de 21.6 y 21.0 g, respectivamente. Cabe señalar que PCG fue la única variable donde la mayoría de las poblaciones de C7 tuvieron ganancias significativas del orden de 3.0 g con respecto a las de C1.

Para las variables de disección, las cuatro poblaciones de C7 tuvieron un incremento de 0.4% en el contenido de pedicelo (PIG). Las poblaciones de C1 no tuvieron diferencias significativas con las de C7 en contenido de pericarpio. En contenido de germen del grano (GEG), las

poblaciones dos y tres de C7 presentaron un decremento del 0.9% en comparación a las poblaciones del C1.

Cuadro 2. Comportamiento medio de ocho variables físicas del grano de poblaciones de maíz Tuxpeño originales y adaptadas al Valle de México, y testigos comerciales

Genotipos	H %	PH (kg · hL <sup>-1</sup> )	IP %	PCG G	IF %	PIG %	PEG %	GEG %
<b>P1C1</b>	12.35bc	60.05f	245.50a	25.54cd	47.0c	1.76abc	5.71abc	11.85a
<b>p1c7</b>	12.20bcd	76.65a	244.65a	28.29bc	55.0bc	1.92a	5.75abc	11.02bc
<b>p2c1</b>	12.30bc	71.75d	245.90a	24.02cd	65.0abc	1.36bcd	5.73abc	10.55e
<b>p2c7</b>	11.95de	73.25c	248.55a	26.10bcd	55.0bc	1.71abc	5.72abc	10.64de
<b>p3c1</b>	12.50ab	72.20cd	247.15a	23.07cd	76.0a	1.29cd	6.15a	11.97a
<b>p3c7</b>	12.30bc	76.10ab	249.0a	26.34bcd	55.0bc	1.84ab	5.62bc	10.82bcde
<b>p4c1</b>	11.85e	61.8e	247.15a	21.59d	78.0a	1.10d	5.75abc	10.85bcd
<b>p4c7</b>	12.35bc	72.55cd	246.55a	21.01d	68.50ab	1.50abcd	5.37c	12.03a
<b>H-S2</b>	12.80a	74.75b	246.8a	28.62bc	49.5c	1.51abcd	5.90ab	11.09b
<b>Promesa</b>	12.10cde	79.90b	249.55a	31.62ab	81.50a	1.55abcd	5.56bc	10.75cde
<b>San José</b>	12.70a	76.85a	247.15a	34.58a	54.0bc	1.50abcd	5.60bc	10.90bcd
<b>DHS</b>	0.31	1.37	5.26	5.68	18.18	0.48	0.49	0.3

Medias con letras iguales en cada columna, no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05), DHS = diferencia honesta significativa

Los resultados anteriores son indicadores de la calidad del grano que se pretende destinar a las industrias procesadoras de masa-tortilla y harinas nixtamalizadas. En esta calidad del grano se mide el índice de flotación (IF) como principal parámetro para determinar la dureza del grano (Salinas-Moreno *et al.*, 2013). Asimismo, la norma oficial de harinas nixtamalizadas (NMX-FF-034/I-SCFI-2002; PROY-NOM-226-SCFI-2018) señala que los granos de maíz aptos para la industria deben tener un IF máximo del 40%. En este análisis se encontró que los materiales evaluados aún no cumplen con el porcentaje señalado de IF. Sin embargo, para los componentes de disección del grano que demandan las industrias de las harinas nixtamalizadas, el porcentaje de Pedicelo es máximo de 2, pericarpio 5.5 y germen 13%; las poblaciones de C7 cumplen con los parámetros solicitados por las industrias de masa-tortilla.

#### 4. Conclusiones

Las poblaciones de maíz Tuxpeño tropical adaptadas por selección a las condiciones templadas de Valles Altos de México presentaron parámetros que se ajustan a la norma oficial de harinas nixtamalizadas, como el peso de 100 granos y peso hectolítrico de grano, en comparación con las poblaciones originales. La selección masal practicada en las cuatro poblaciones de maíz Tuxpeño por siete ciclos ha incrementado el valor de algunas variables de calidad física del grano, como PH, IF y PCG.

## Referencias

1. Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-226-SCFI-2018. (2018). Instrumentos de medición- Determinación del contenido de humedad en granos-Especificaciones y método de prueba.
2. Norma Oficial Mexicana NMX-FF-034/1-SCFI-2002. (2002). Productos alimenticios no industrializados para consumo humano - cereales – parte I: Maíz blanco para proceso alcalino para tortillas de maíz y productos de maíz nixtamalizado - especificaciones y métodos de prueba. México.
3. Salinas-Moreno, Y., Aragón-Cuevas, F., Ybarra-Moncada, C., Aguilar-Villarreal, J., Altunar-López, B. y Sosa-Montes, E. (2013). Caracterización física y composición química de razas de maíz de grano azul/morado de las regiones tropicales y subtropicales de Oaxaca. *Revista fitotecnia mexicana*, 36, 23-31.
4. Salinas-Moreno, Y., Gómez-Montiel, N. O., Cervantes-Martínez, J. E., Sierra-Macías, M., Palafox-Caballero, A., Betanzos-Mendoza, E. y Coutiño-Estrada, B. (2010). Calidad nixtamalera y tortillera en maíces del trópico húmedo y sub-húmedo de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1, 509-523.
5. Santiago-López, N., García-Zavala, J. J., Mejía-Contreras, A., Espinoza-Banda, A., Santiago-López, U., Esquivel-Esquivel, G. y Molina-Galán, J. D. (2017). Rendimiento de grano de poblaciones de maíz Tuxpeño adaptado a Valles Altos de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8, 147-158.
6. Sleper, D. A. and Poehlman, J. M. (2006). *Breeding field crops*, Blackwell publishing.
7. Vázquez-Carrillo, M., Pérez-Camarillo, J. P., Hernández-Casillas, J. M., Marrufo-Díaz, M. y Martínez-Ruiz, E. (2010). Calidad de grano y de tortillas de maíces criollos del altiplano y valle del mezquital, México. *Revista fitotecnia mexicana*, 33, 49-56.



# Uso Eficiente De Fertilizantes Orgánicos E Inorgánicos En La Producción De Trigo En Búsqueda De La Sustentabilidad Ambiental En La Producción

Santillano-Cázares J.<sup>1</sup>, Núñez-Ramírez F.<sup>1</sup>, Ávila-Avelar J.<sup>1</sup>, Saynes-Santillán V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ICA-UABC, Carretera a Delta s/n, Ejido Nuevo León C.P. 21620, Mexicali. B.C., México

[jantillano@uabc.edu.mx](mailto:jantillano@uabc.edu.mx)

<sup>2</sup>COLPOS, Km. 36.5 Carretera Federal México-Texcoco, C.P. 56230, Texcoco, Estado de México, México

## Resumen

Los sistemas de producción que toman en cuenta el bienestar de la sociedad, la economía de los agricultores y que sean ambientalmente amigables, son considerados como sustentables. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficiencia de uso del nitrógeno (EUN) de tratamientos de fertilización aplicados a un cultivo de trigo. Se probaron cinco tratamientos tomando en cuenta diferencias en fuentes, criterio utilizado para determinar la dosis de fertilizante a aplicar, dosis, y momentos de aplicación. Las variables de respuesta fueron rendimientos y EUN. Para los rendimientos se observó diferencia significativa ( $P = 0.036$ ) entre tratamientos. La EUN fue también afectada significativamente ( $P = 0.001$ ). Si el trigo no se encuentra en una condición nutricional precaria en extremo al inicio de la etapa de encañe, la tecnología de uso del sensor GreenSeeker™ puede ser útil para incrementar la EUN. Las aplicaciones altas de fertilizantes sintéticos en etapas tempranas de desarrollo, como en amacollamiento, produjeron bajas EUN. Se concluye que las prácticas de manejo en la aplicación de fertilizantes nitrogenados en la producción de trigo, pueden producir diferencias sustanciales en rendimientos y en los niveles de EUN. Bajas EUN representan costos ambientales considerables, causados por pérdidas de nitrógeno a mantos freáticos (como iones de  $\text{NO}_3^-$ ) o en forma de gases de efecto invernadero en la atmósfera, como el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

**Palabras Clave:** Eficiencia de uso del nitrógeno; manejo de la fertilización; valle de Mexicali.

## Abstract

Production systems that take into account social wellbeing, farmers economy, and that are environmentally friendly are sustainable. The objective of the present study was to evaluate the nitrogen use efficiency (NUE) of fertilizer treatments applied to a wheat crop. Five treatments were tested, taking into account different sources, criteria to determine fertilizer rates, rates and timing of application. The response variables were yields and NUE. A significant difference ( $P = 0.036$ ) among treatments was recorded for yields. NUE was also significantly ( $P = 0.001$ ) affected. If wheat is not found in an extreme poor nutritional condition at stem elongation stage, the GreenSeeker™ sensor technology can be useful to increasing NUE. High synthetic fertilizer applications at early developmental stages, like tillering, produced low NUE. It is concluded that management practices in nitrogen fertilizers application in wheat, may produce substantial

differences in yields and in NUE levels. Low NUE represents considerable environmental costs, caused by nitrogen losses to aquifers (as  $\text{NO}_3^-$  ions) or in forms of greenhouse gases in the atmosphere, like nitrous oxide ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

**Key words:** Nitrogen use efficiency; fertilizer management; valley of Mexicali.

## 1. Introducción

Uno de los insumos más limitantes en la producción de cultivos es el nitrógeno (N) (Hawkesford *et al.* 2012). Irónicamente, los fertilizantes a base de N que no son utilizados para la producción, tienen el potencial de causar una serie de problemas ambientales tales como la eutrofización en cuerpos de agua, lluvia ácida, la saturación de N en ambientes naturales, y calentamiento global (Meunier, 2013). Las pérdidas de N a partir de sistemas de producción agrícola inevitablemente impactan el ambiente y es un signo de un manejo deficiente de los fertilizantes, lo cual, a su vez, significa afectaciones a la rentabilidad para los productores (Ercoli *et al.* 2017). Los sistemas de producción que toman en cuenta el bienestar de la sociedad, la economía de los agricultores y que sean ambientalmente amigables puede lograrse mediante el uso eficiente de los insumos. En este contexto, se ha puesto énfasis en la eficiencia en el uso del N (EUN) en sistemas de producción de trigo (Gutteri, Frels, Regassa, Waters, y Baenziger, 2017). De acuerdo con Malhi, Grant, Johnston, y Gill (2001), un programa efectivo de manejo del N debe tomar en cuenta cuatro variables: fuente, dosis, momentos de aplicación y colocación del fertilizante (incorporado o sobre la superficie). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la EUN alcanzada con tratamientos contrastantes en fuentes, criterios para definir las dosis de fertilizante a aplicar, dosis de fertilizante aplicadas, y momentos de aplicación.

## 2. Materiales y métodos

El experimento fue conducido en el campo experimental del ICA-UABC, localizado en el ejido Nuevo León, Mexicali B. C., México (Lat.  $32^\circ 24' 26.38''$  N, Long.  $115^\circ 11' 55.43''$  O, elevación 14 msnm). La temperatura media anual es de  $22.3^\circ\text{C}$ , pero puede variar desde  $50^\circ\text{C}$  durante el verano, y tan baja como  $-7^\circ\text{C}$  durante el invierno. La precipitación anual promedio es de sólo 58 mm. La siembra se realizó el 10 de diciembre de 2017, la variedad de trigo utilizada fue CIRNO, con una densidad de siembra de  $100\text{ kg ha}^{-1}$ , utilizando una sembradora de labranza mínima, sobre residuos de cosecha del ciclo anterior de producción de trigo. Al momento de la siembra se aplicaron 11 y  $52\text{ kg ha}^{-1}$  de N y fósforo, respectivamente; el fertilizante comercial utilizado fue fosfato mono-amónico. Se aplicó un riego de germinación y cuatro adicionales de auxilio, aproximadamente coincidiendo con las etapas fenológicas de amacollamiento, inicio de encañe, espigamiento, y llenado de grano. Se realizó una aplicación para control de malezas, a base de productos comerciales localmente recomendados específicamente para trigo (una mezcla de agua, Axial®, Sigma forte®, Buffex® y Amber®). Fueron cinco los tratamientos probados y fueron seleccionados tomando en cuenta diferencias en fuentes, criterio utilizado para

determinar la dosis de fertilizante a aplicar, dosis de fertilizante aplicadas, y momentos de aplicación (Cuadro 1). Las fuentes de fertilizantes a base de N consistieron en urea convencional, urea de liberación lenta (urea Forte®) y estiércol seco de bovino. Un criterio utilizado para determinar la dosis óptima de fertilizante se apoya en el uso de algoritmos desarrollados localmente y con el apoyo de un sensor comercial (GreenSeeker™). El diseño de tratamientos fue de bloques completos al azar. Las variables a medir fueron rendimiento y EUN. Los datos se analizaron utilizando el PROC MIXED del programa estadístico SAS (versión 9.0). La separación estadística de las medias se realizó utilizando la opción *lsmeans*, declarando diferencias significativas con una probabilidad de error igual o menor a 5%.

### 3. Resultados y discusión

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de rendimientos y EUN. Se observó diferencia significativa ( $P = 0.036$ ) para los rendimientos y también para la EUN ( $P = 0.001$ ). Aunque en general se observa una relación inversa entre los rendimientos y la EUN, no siempre fue así, ya que el tratamiento 3 registró los más altos rendimientos y su EUN fue similar a la de los tratamientos con las mayores eficiencias. El tratamiento 2, en el cual el criterio para determinar su dosis de fertilización N fue usando el sensor GreenSeeker™, registró el menor rendimiento de todos los tratamientos. Esto fue un tanto sorprendente, ya que esta tecnología había demostrado ser efectiva para definir la fertilización óptima para trigos en el valle de Mexicali (Santillano *et al.*, 2013). Posibles causas de este resultado es que las parcelas de este tratamiento habían sido el tratamiento “testigo” desde una temporada de producción pasada; es decir, no había recibido fertilizantes, sino hasta el inicio de encañe de la temporada que se reporta. El trigo en este tratamiento (planeado originalmente para ser testigo, sin fertilizante) tenía una condición evidentemente precaria, por lo que se decidió cambiarlo a tratamiento fertilizado de acuerdo con la recomendación del sensor. Es posible que la tecnología del sensor GreenSeeker™ sea efectiva solamente en situaciones donde los trigos no se encuentran severamente desnutridos. En soporte de esta posibilidad, el tratamiento 4 fue de los más rendidores, utilizándose el sensor para su fertilización, pero ya había recibido 174 kg N ha<sup>-1</sup> en la etapa de amacollamiento. El tratamiento que utilizó estiércol como fuente de N, también fue de los menos rendidores y es que su dosis de 120 kg ha<sup>-1</sup>, es teórica (Figuroa-Viramontes *et al.*, 2010), ya que se desconoce en realidad que tanto N fue mineralizado en las etapas más críticas para el crecimiento del trigo. Las EUN observadas en este experimento variaron desde 21 hasta 49 kg de grano por kg de N aplicado, con una media de 36 kg kg N<sup>-1</sup>. Las EUN más altas, de 49 y 44 kg kg N<sup>-1</sup> se registraron para los tratamientos 2 y 5. Estos niveles de EUN son considerados como altos, si se toma en cuenta una referencia de INIFAP valle de Mexicali, la cual estimó que en la región se requieren 35 kg de N para producir una tonelada de grano (INIFAP, 2010); esto representa una EUN de casi 30 kg kg N<sup>-1</sup>. Por el contrario, EUN registradas para los tratamientos 1 y 4 tuvieron bajas eficiencias, al compararlo con la referencia de INIFAP (2010). Ortiz-Monasterio, Sayre, Rajaram, y McMahon (1997), reportaron EUN de 61, 35, y 18 kg kg N, para dosis de 75, 150, y 300 kg N ha<sup>-1</sup>

promedio entre 10 variedades de trigo, respectivamente. En este estudio el promedio de la fertilización fue de 190 kg, con una EUN promedio de 36; lo cual es similar a la EUN obtenida con 150 kg N ha<sup>-1</sup>, en el trabajo reportado por Ortiz-Monasterio *et al.* (1997).

Cuadro 1. Tratamientos utilizados para comparar fuentes, criterios para la fertilización, dosis de fertilizante aplicado, y momentos de aplicación de fertilizantes a trigo, sobre la producción y eficiencia del uso del nitrógeno (EUN) en el ciclo de siembras 2017-2018 en el ICA-UABC, en el valle de Mexicali, B. C., México

Número de tratamiento	Fuente	Criterio para la fertilización†	Dosis de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Momento de aplicación	Rendimiento (ton/ha)	NUE (kg kg N <sup>-1</sup> )
1	Urea convencional	Tradicional + Sensor	270	50% en amacollamiento y 50% al inicio de encañe	5730	21.2
2	Urea convencional	Sensor	96	100% en amacollamiento	5092	53.0
3	Urea convencional	Sensor X 2	192	50% en amacollamiento y 50% al inicio de encañe	6581	34.3
4	Urea liberación lenta (Forte®)	Tradicional + Sensor	270	50% en amacollamiento y 50% al inicio de encañe	6478	24.0
5	Estiércol	Arbitrario	120‡	50% en amacollamiento y 50% al inicio de encañe	5352	44.6

†Sensor = Fertilización en base a tecnología de uso de un sensor comercial (GreenSeeker®); Tradicional + sensor = Práctica tradicional + uso de la tecnología GreenSeeker®; Sensor X 2 = Dosis recomendada por el sensor multiplicada por 2; y Arbitraria = Dosis determinada de manera arbitraria.

‡Equivalente a 40 t ha<sup>-1</sup>, asumiendo una concentración de N orgánico de 1% al momento de la aplicación y una mineralización de 24% durante el ciclo de crecimiento.

#### 4. Conclusiones

Bajo condiciones nutricionales aceptables del trigo al inicio de encañe, el uso de tecnologías de precisión como el sensor GreenSeeker™ pueden ser útiles para incrementar la EUN. Aplicaciones altas de fertilizantes sintéticos en etapas tempranas, como en amacollamiento, producen una baja EUN debido, posiblemente, a que la demanda de mayores concentraciones de N en el suelo por el trigo, comienzan hasta el inicio de encañe. Con base en los resultados de este trabajo, se concluye que las decisiones de manejo de la fertilización en la producción de cultivos tienen efectos sustanciales en la producción y en la EUN. El reto está en lograr los mayores

rendimientos, sin reducir de manera importante la EUN, ya que bajas EUN representan costos ambientales causados por pérdidas como iones de N a mantos freáticos o como gases de efecto invernadero (N<sub>2</sub>O) en la atmósfera.

Cuadro 2. Rendimientos y eficiencia de uso del nitrógeno (EUN) de tratamientos utilizados para comparar fuentes, criterios para la fertilización, dosis de fertilizante aplicado, y momentos de aplicación de fertilizantes a trigo, sobre la producción y eficiencia del uso del nitrógeno (EUN) en el ciclo de siembras 2017-2018 en el ICA-UABC, en el valle de Mexicali, B. C., México

Tratamiento número	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	NUE (kg kg N <sup>-1</sup> )
1	5725 ab	21 b
2	4750 b	49 a
3	7350 a	38 ab
4	6975 a	26 b
5	5350 b	44 a
<i>Media</i>	<i>6030</i>	<i>36</i>
<i>Error estandar</i>	<i>743</i>	<i>5.5</i>
<i>Significancia</i>	<i>*</i>	<i>**</i>

## Referencias

1. Ercoli, L., Masoni, A., Mariotti, M., Pampana, S., Pellegrino, E., & Arduini, I. 2017. Effect of preceding crop on the agronomic and economic performance of durum wheat in the transition from conventional to reduced tillage. *European Journal Of Agronomy*, 82(Part A), 125-133.
2. Figueroa-Viramontes, U., Cueto-Wong, J. A., Delgado, J. A., Núñez-Hernández, G., Reta-Sánchez, D. G., Quiroga-Garza, H. M., y Márquez-Rojas, J. L. 2010. Estiércol de bovino lechero sobre el rendimiento y recuperación aparente de nitrógeno en maíz forrajero. *Terra Latinoamericana*, (4), 361.
3. Guttieri, M. J., Frels, K., Regassa, T., Waters, B. M., & Baenziger, P. S. 2017. Variation for nitrogen use efficiency traits in current and historical great plains hard winter wheat. *EUPHYTICA*, (4), 1.
4. Hawkesford, M., Horst, W., Kichey, T., Lambers, H., Schjoerring, J., Møller, I. S., & White, P. 2012. Chapter 6: Functions of Macronutrients. *Marschner's Mineral Nutrition Of Higher Plants*, 135-189.
5. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle de Mexicali. 2010. Guía para la producción de trigo en los valles de Mexicali, B. C. y San Luis Rio Colorado, Son. INIFAP.
6. Malhi, S. S., Grant, C. A., Johnston, A. M., and Gill, K. S. 2001. Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian great plains: a review. *Soil & Tillage Research*, (3-4), 101.
7. Meunier C. 2013. *Reactive Nitrogen In The Environment : Flows, Effects, And Management Options* [e-book]. New York: Nova Science Publishers, Inc.
8. Ortiz-Monasterio, J. I., Sayre, K. D., Rajaram, S., & McMahon, M. 1997. Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four nitrogen rates. *Crop Science*, (3), 898.
9. Santillano-Cázares J., Á. López-López, I. Ortiz-Monasterio y W. R. Raun. 2013. Uso de sensores ópticos para la fertilización de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Terra Latinoamericana* 31: 95-103.



## Parámetros Morfológicos Y Composición Química De Semillas De Tres Ecotipos De Jojoba (*Simmondsia Chinensis L.*)

Torrero-Peraza Lizbeth A.<sup>1A</sup>, Cruz-Bautista Fidencio<sup>1</sup>, Rodríguez-Olibarría Guillermo<sup>2</sup>, Bautista-Olivas Ana L<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento De Agricultura Y Ganadería, Universidad De Sonora. [fidencio.cruz@unison.mx](mailto:fidencio.cruz@unison.mx)

<sup>2</sup>Departamento De Investigación Y Posgrado En Alimentos, Universidad De Sonora, Hermosillo, México

<sup>1A</sup>Estudiante De Licenciatura

### Resumen

La Jojoba (*Simmondsia chinensis* L.) es la segunda planta económicamente más valiosa del desierto de Sonora. Por lo cual, se evaluó la morfología y la composición química de semillas de tres ecotipos. Se colectaron semillas de jojoba de plantas silvestres de las localidades del Choyudo, Puerto Lobo y de una plantación experimental en la Universidad de Sonora. Para la caracterización morfológica de las semillas se tomaron parámetros de grosor y longitud de las semillas, peso de cien semillas y porcentaje de humedad. Para la caracterización química se determinó el contenido de grasa (aceite de jojoba), contenido de carbohidratos, contenido de proteína y contenido de cenizas totales. Los resultados muestran que la calidad morfológica y la producción de la semilla de plantas cultivadas se incrementaron en un 10 y 35% respectivamente, comparado con las semillas del ecotipo silvestre más promitente. Pero la semilla de las plantas de los ecotipos silvestres muestran un mayor contenido de grasa que las semillas de plantas cultivadas, en una proporción del 3.7 al 5.2%. También se encontró que el contenido de proteína en las semillas de jojoba tiene una relación altamente significativa con los parámetros morfológicos de longitud, grosor y peso de semillas. Por su parte, el contenido de grasa (aceite de jojoba), muestra una relación inversa con las temperaturas bajas y la precipitación anual. Asimismo, el contenido de grasa en las semillas de jojoba tiene una relación negativa con el contenido de proteína y carbohidrato.

**Palabras Clave:** ecotipos, *Simmondsia chinensis*, morfología, aceite, ácidos grasos.

### Abstract

Jojoba (*Simmondsia chinensis* L.) is the second most economically valuable plant from the Sonoran desert. For this reason, we evaluated the morphology and chemical composition of seeds of three Jojoba ecotypes. Jojoba seeds were collect from wild plants from the sites of Choyudo, Puerto Lobo and from an experimental plantation at the University of Sonora. Parameters of thickness and length of the seeds, weight of one hundred seeds and percent of humidity were took for the morphological characterization of the seeds. For the chemical characterization, the fat content (jojoba oil), carbohydrate content, protein content and total minerals content were determined. The results show that the morphological quality and seed production of cultivated plants increased by 10 and 35% respectively, compared to the seeds of the most promising wild

ecotype. However, the seed of the plants of the wild ecotypes show a higher fat content than the seeds of cultivated jojoba plants, in a proportion of 3.7 to 5.2%. We also found that the protein content in the jojoba seeds has a highly significant relationship with the morphological parameters of seed length, thickness and weight. On the other hand, the fat content (jojoba oil) shows an inverse relationship with low temperatures and annual precipitation. In addition, the fat content in jojoba seeds has a negative relationship with the protein and carbohydrate content.

**Key words:** ecotypes, *Simmondsia chinensis*, morphology, oil, fatty acids.

## 1. Introducción

El interés de estudiar la morfología y el análisis de la composición fisicoquímica de las semillas de Jojoba (*Simmondsia chinensis*, L. *Schneider*) se debe que nos ofrece una alternativa para desarrollar plantíos agrícolas, dentro de la filosofía de cultivos alternativos y tecnologías de conversión para las zonas áridas. Actualmente la Jojoba es la segunda planta económicamente más valiosa del desierto de Sonora. La semilla de la planta contiene una cera líquida conocida como aceite, la cual se usa en más de 300 productos en las industrias de cosméticos, lubricantes y fármacos (El-Bassam, 2010, Wagdy y Taha, 2012; Al-Qizwini, Al-Khateeb, Mhaidat y Saleem., 2014; Khan, Agarwal y Sharma., 2017). En la actualidad, alrededor del 80% del aceite de jojoba se utiliza en la industria cosmética y se exporta a Japón y Europa, mientras que los lubricantes proporcionan un mercado potencialmente viable para esta especie. Pues el aceite de jojoba es un lubricante natural de alta temperatura y alta presión (Yermanos, 1979; Sardana y Batra, 1998).

A pesar que la jojoba tiene su origen en México, son escasos los estudios sobre la caracterización morfológica y la composición fisicoquímica de la semilla. En algunos estudios se analizan algunas variables de la planta y en otros solo se describen ciertos atributos, así como características productivas a través de la estimación de parámetros poblacionales (El-Baz, El-Dengawy, El-Shahat y El-Hassan, 2009; Osman y Abohassan, 2013). Por lo tanto, es importante profundizar en el análisis de las características morfológicas de las semillas y las plantas de los diferentes ecotipos, con relación a los factores ambientales. Con la finalidad de identificar características sobresalientes de aquellos ecotipos que muestren un mayor potencial productivo, para su cultivo agronómico. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la morfología y determinar la composición química de semillas de tres ecotipos de Jojoba, proveniente de las plantas silvestres y de una plantación experimental.

## 2. Materiales y métodos

Las semillas de jojoba de los ecotipos evaluados son de las localidades del Choyudo, Puerto Lobo y Parcela experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Los ecotipos silvestres seleccionados fueron con base en estudios previos de Alcaraz *et al.* (2011), tomando en cuenta la densidad de plantas y la distribución geográfica de los mismos. Las semillas de jojoba colectadas de plantas silvestres y de la plantación experimental se limpiaron, se secaron y se etiquetaron para su análisis correspondiente. Para la caracterización

morfológica de las semillas se registraron los parámetros de grosor y longitud de las semillas, peso de 100 semillas y porcentaje de humedad. Para el análisis de los componentes químicos, grasa (aceite de jojoba), carbohidratos, proteína cruda, y cenizas (minerales), se utilizaron las técnicas de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC,1990).

Se realizó la prueba de medias entre las variables morfológicas y químicas. También se realizó la prueba de correlación de Pearson para correlacionar las características morfológicas y químicas de las semillas con los factores ambientales como la temperatura y la precipitación, principalmente.

### **3. Resultados y discusión**

Los resultados obtenidos muestran que hay un incremento en la longitud, grosor y peso de la semilla de plantas de jojoba cultivadas en comparación con la semilla de las plantas silvestres (Cuadro 1). Respecto a las características morfológicas de longitud y peso de la semilla, las semillas de las plantas de la parcela experimental fueron mayor en un 10% más que las semillas del ecotipo silvestre más promimente que es Puerto Lobo. En estas mismas características la semilla de las plantas de la parcela experimental es superior en un 20% en longitud y en un 55% más en peso de semilla, en comparación las semillas de las plantas de la localidad del Choyudo.

Asimismo, la semilla de las plantas de la parcela experimental presenta un incremento del 6 y 28% para la variable grosor de semilla en comparación con las semillas de las plantas de los ecotipos Puerto Lobo y el Choyudo. Este incremento en las características morfológicas se refleja en el número de semillas por kilogramo, donde se observa que con la semilla de las plantas de la parcela experimental se requiere menor número de semillas por kilogramo. También es notable el incremento en el rendimiento (Kg semilla/Planta), pues la producción de semillas de las plantas de la parcela experimental aumentó en un 35 y 76% con respecto a las plantas de las localidades de Puerto Lobo y el Choyudo.

En relación a los parámetros de la composición química de la semilla, en particular el contenido de grasa (aceite de jojoba), las semillas de las plantas de las poblaciones silvestres muestran un mayor contenido (Cuadro 1). La semilla de las plantas de la localidad de Puerto Lobo resultó como la más prominente con un 38% de contenido de grasa, seguido de la semilla de las plantas del Choyudo con 37.3% y finalmente la semilla de las plantas de la parcela experimental con 36%. Esto representa una diferencia de un 3.7 y 5.2% en el contenido de grasa en las semillas entre las plantas de las localidades (ecotipos).

En el contenido de carbohidrato el mejor fue la semilla del ecotipo el Choyudo, seguido de la parcela experimental y después Puerto Lobo, con diferencias del orden de 2 y 6.3%. Para el contenido de proteína resultó la parcela experimental con el mayor contenido, superando en un 2 y 9.3% a los ecotipos de Puerto Lobo y el Choyudo. En cuanto al contenido de cenizas totales, la parcela experimental nuevamente presentó el mayor valor, seguido del ecotipo Puerto Lobo y después el Choyudo, en una proporción de 4 y 20%.

Cuadro 1. Análisis comparativo de las características morfológicas y composición química de la semilla de jojoba de tres ecotipos

Localidad (Ecotipo)	Longitud (mm)	Grosor (mm)	Peso 100 semillas (g)	No semilla/kg	Kg. semilla/planta
Parcela experimental	16.80	10.75	98.60	1014	0.56
Puerto Lobo	15.28	10.11	89.26	1163	0.42
Choyudo	13.50	7.74	44.19	2271	0.13

Localidad (Ecotipo)	Humedad %	Grasa (aceite) %	Carbohidrato %	Proteína cruda %	Ceniza minerales %
Parcela experimental	3.10	36.00	44.74	14.45	1.72
Puerto Lobo	2.90	38.00	42.87	14.18	1.65
Choyudo	2.65	37.33	45.57	13.10	1.35

Como se aprecia en el Cuadro 1, existe una tendencia en los parámetros de la composición química de la semilla. Un incremento o decremento en el contenido de carbohidrato o proteína influye en el contenido de grasa en el orden de 1.5 a 2%. Pues el contenido de grasa tiene una relación negativa con el contenido de proteína y de carbohidrato, como se observa en el Cuadro 2 y como lo señalan Cappillino, Kleiman y Botti (2003). También se observó que el contenido de proteína en las semillas tiene relación altamente significativa con la longitud, grosor y peso de semillas, además del pH del suelo. No siendo así para el caso del contenido de grasa y carbohidratos, como se aprecia en el Cuadro 2.

En este mismo Cuadro, se observa que el contenido de grasa (aceite de jojoba), guarda una relación inversa con las variables climáticas, en particular con las temperaturas mínimas ( $T_{min}$ ) y la precipitación anual. Es decir que mientras más horas frío se tengan y mientras mayores sean las precipitaciones, el contenido de grasa en la semilla disminuye. En este punto en particular, Araiza-Lizarde *et al.* (2017) también señalan que existe una alta correlación entre la temperatura del ambiente y la precipitación con el contenido de aceite de las semillas de jojoba.

Por otra parte, los parámetros morfológicos de las semillas, presentan una relación significativa con el pH del suelo, el contenido de fosfatos (P- $PO_4$ ) y las temperaturas altas ( $T_{max}$ ) (Cuadro 2). En este contexto Gohil, Parmar y Pandya (2010) también menciona que las temperaturas altas del aire, particularmente en la fase de llenado de semilla, incrementan la producción de semillas, y las altas tasas de precipitación disminuyen la producción.

Cuadro 2. Correlación Pearson entre las características morfológicas, composición química de la semilla de jojoba de tres ecotipos, variables climáticas y edáficas (\*significativo al 0.05)

	Longitud (mm)	Grosor (mm)	Peso 1 semilla (g)	Kg. Semillas/planta	Grasa %	Proteína (%)
Longitud (mm)	1.000					
Grosor (mm)	0.963	1.000				
Peso 1 semilla (g)	0.950	0.999 *	1.000			
Kg.Semillas/Planta	0.991	0.990	0.983	1.000		
Grasa (%)	-0.620	-0.385	-0.344	-0.510	1.000	
Proteína (%)	0.957	0.999 *	0.999 *	0.987	-0.367	1.000
Carbohidrato (%)	-0.342	-0.584	-0.619	-0.464	-0.525	-0.599
pH	0.926	0.994 *	0.998 *	0.968	-0.279	0.996 *
P-PO4	0.911	0.766	0.737	0.849	-0.888	0.754
Tmax (°C)	0.800	0.932	0.947	0.873	-0.025	0.939
Tmin (°C)	0.426	0.166	0.123	0.302	-0.974	0.147
Precipt_Anual (mm)	0.733	0.521	0.483	0.636	-0.988	0.505

	Carbohidrato (%)	pH	P-PO4	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Precipit-anual (mm)
Carbohidrato (%)	1.000					
pH	-0.671	1.000				
P-PO4	0.074	0.689	1.000			
Tmax (°C)	-0.838	0.967	0.482	1.000		
Tmin (°C)	0.704	0.054	0.761	-0.202	1.000	
Precipt_Anual (mm)	0.389	0.422	0.948	0.177	0.928	1.000

#### 4. Conclusiones

La calidad morfológica (grosor, altura y peso de semilla) y la producción de semilla de las plantas de jojoba cultivadas se incrementaron en un 10% y un 35% respectivamente, bajo el régimen del riego por goteo con una lámina total de 720mm, comparado con las semillas del ecotipo silvestre más promitente. La semilla de las plantas de los ecotipos silvestres muestran un mayor contenido de grasa, en una proporción del 3.7 al 5.2%, que las semillas de plantas de jojoba cultivadas. El contenido de proteína en las semillas de jojoba tiene una relación altamente

significativa con los parámetros morfológicos de longitud, grosor y peso de semillas. El contenido de grasa (aceite de jojoba), muestra una relación inversa con las temperaturas mínimas y la precipitación anual. Asimismo, el contenido de grasa en las semillas de jojoba tiene una relación negativa con el contenido de proteína y carbohidrato.

## Referencias

1. Alcaraz-Meléndez, L., Valdez, D., Real, S., Rodríguez, M., Meza, R., Orduño, A. (2011). Diagnóstico de la Jojoba (*Simmondsia chinensis*) (Link) C.K. Schneider, en México. Universidad Autónoma Chapingo, México. 102 p.
2. Al-Qizwini, H., Al-Khateeb, E., Mhaidat, N. M. and Saleem, A. (2014). Cytotoxic effects of Jordanian *Simmondsia chinensis* (Link) C.K. Schneid. on different cancer cell lines. *European Scientific Journal* 10 (24): 182–195.
3. Araiza-Lizarde, N., Alcaraz-Meléndez, L., Angulo-Escalante, M.A., Reynoso-Granados, T., Cruz-Hernández, P. and Calderón-Vázquez, C.L. (2017). “Physicochemical Composition of Seed Oil of Wild Jojoba Populations in Northwestern Mexico.” *Journal of Food and Nutrition Research*, vol. 5, no. 6: 443-450.
4. AOAC - Association of Official Analytical Chemists. (1990). *Official Methods of Analysis*. (Volumen 2). USA
5. Cappillino, P., Kleiman, R. and Botti, C. (2003) Composition of Chilean jojoba seeds. *Industrial Crops and Products* 17: 177 /182
6. El-Bassam, N. (2010). *Handbook of bioenergy crops: a complete reference to species, development and applications*. Earthscan Ltd, London, UK. 516pp.
7. El-Baz, E., El-Dengawy, F E., El-Shahat S, S. E. and El-Hassan, M.E. (2009). Studies on some morphological aspects of jojoba [*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider] under Egyption conditions. *Journal of Agricultural Science of Mansoura University* 34 (11): 10575–10586.
8. Gohil, R.H., Parmar, D.R. and Pandya, J. B. (2010). Effect of Environmental Factors on Seed Yield in Jojoba (*Simmondsia Chinensis* L.). *Agric. Sci. Digest.*, 30 (1): 46 – 49
9. Khan, S., Agarwal, S. and Sharma, V. (2017). Biochemical and molecular studies on the commercial oil-yielding desert shrub *Simmondsia chinensis* (Jojoba, a desert gold). Chapter 8 in *Oilseed Crops: Yield and Adaptations under Environmental Stress*, First Edition. Edited by Parvaiz Ahmad.
10. Osman, E. H. and Abohassan A. A. (2013). Introducing jojoba in the Arabian Desert: Agronomic performance of nine jojoba clones selected in Makkah area in northern and western Saudi Arabia. *International Journal of Theoretical and Applied Sciences* 5 (1): 37–46.
11. Sardana, J. and Batra, A. (1998). *In vitro* regeneration of jojoba (*Simmondsia chinensis*), a plant of high potential. *Advances in Plant Science* 11: 143-146.
12. Wagdy, M., S. and Taha, S F. (2012). Primary assessment of the biological activity of jojoba hull extracts. *Life Science Journal* 9 (2): 244–253.
13. Yermanos, D.M. (1979). Jojoba, a crop whose time has come. *California Agriculture* 33: 4-11.

## Evaluación De La Variación Del Ingreso Neto Y El Impacto En Los Productores Usuarios De La Variedad De Trigo Cristalino Cirno C2008

Valenzuela Cornejo Erasmo, Espinoza García José Antonio, Alejandra Vélez Izquierdo, José Luis Félix Fuentes, Humberto Núñez Moreno, Inés Mireya Delgado Cejudo

Instituto Nacional De Investigaciones Agrícolas Forestales Y Pecuarias  
[valenzuela.erasmo@inifap.gob.mx](mailto:valenzuela.erasmo@inifap.gob.mx)

### Resumen

El objetivo de este estudio consistió evaluar el indicador de variación del ingreso neto de los productores que usan la variedad de trigo cristalino CIRNO C2008, que representa la mas importante alternativa para los productores de trigo de Sonora cubriendo el 80% de la superficie de siembra en el ciclo 2015-16. Esta variedad de trigo posee resistencia a roya de la hoja, un alto potencial de rendimiento, en el proceso de su liberación superó en 20% a las variedad testigo Júpera C2001 y (Figuroa *et al.*, 2010, Felix *et al.*, 2009). Para este trabajo se diseñó una encuesta con un margen de error del 10% y el intervalo de confianza del 90%, la población objetivo fueron los productores que sembraron trigo cristalino en el estado de Sonora, se estimó una muestra de 61 cuestionarios a aplicar. Los resultados indican que los productores que sembraron la variedad CIRNO C2008, en el ciclo O-I 2015-2016, obtuvieron un ingreso neto promedio de \$5,052.00 superior a la variedad testigo Júpare C2001. Asimismo, los datos analizados se señalan que hay una tasa de variación positiva de 160% en el ingreso neto de los productores que usan la variedad CIRNO C2008 y la derrama económica por 262,260 ha sembradas en el estado de Sonora con CIRNO C2008, durante el ciclo 2015-2016, arroja un impacto económico estimado en \$1,324,936,509.00 de pesos.

**Palabras Clave:** Encuesta, productores de trigo, noroeste de México.

### Abstract

The objective of this research was to evaluate the rate of change of the net income of farmers users the durum wheat cultivar CIRNO C2008. This cultivar has high grain yield potential, resistant to leaf rust, it showed grain yield 20% higher than control cultivar Júpare C2001 and its represents the most important option of wheat producers of the state of Sonora (Figuroa *et al.*, 2010, Felix *et al.*, 2009). For this research was designed a survey focused on durum wheat producers in the state of Sonora, with 10% margin of error, and the confidence level of 90%, the sample was 61 farmers. Estimated results indicate that farmers users of CIRNO C2008 obtained a net income of \$5,052 pesos superior that if they used the control cultivar Júpare C2001. Furthermore, the rate of change it was 160% of net income of the farmers users of the cultivar CIRO C2008 and the estimated economic impact for the 262,260 ha during the cycle 2015-2016 was \$1,324,936,509.00 de pesos.

**Key words:** Survey, wheat producers, northwest of México.

## 1. Introducción

El estado de Sonora sobresale a nivel nacional por ser el principal productor de trigo (SIAP 2016). En Sonora de acuerdo con OIEDRUS–SAGARPA (2016) en el ciclo 2015-16 se sembraron 262,260 ha de trigo cristalino y la variedad objeto de estudio ocupó cerca del 80% de esta superficie. La región triguera está ubicada geográficamente cerca de la costa, lo que favorece las condiciones de alta humedad relativa para el desarrollo de enfermedades, principalmente la roya de la hoja (*Puccinia triticina*). Asimismo, los datos de rendimientos experimentales reportados por CENEB en fichas tecnológicas, generada 2009, validada 2010 y transferida 2011; esta última basadas en trabajos realizados con diferentes productores del Valle del Yaqui, indican que el rendimiento promedio de CIRNO C2008 fue del 20% superior a Júpare (Félix, et. al., 2009, 2010, 2011). Así desde el ciclo 2007-2008 Júpare C2001, la variedad más sembrada, mostró ser susceptible a una nueva raza de la roya de la hoja, llegando a ser necesarias en promedio dos aplicaciones de fungicidas para controlar la enfermedad. La variedad de trigo CIRNO C2008 es una de las tecnologías generadas bajo el convenio colaborativo INIFAP-CIMMYT la más sobresaliente en el noroeste de México. En el estado de Sonora en el ciclo otoño-invierno 2015-2016, el productor tuvo acceso a más de 54 variedades comerciales de trigo; sin embargo, CIRNO C2008 cubrió el 80% de la superficie de siembra Sonora (Figuroa 2010, SAGARPA 2016, OIEDRUS 2016). Partiendo de los anteriores antecedentes se planteó el trabajo con el objetivo de evaluar el indicador de variación del ingreso neto de los productores que usan la variedad de trigo cristalino CIRNO C2008. Este indicador permite cuantificar el beneficio económico del uso de la variedad CIRNO C 2008 comparada con el testigo Júpare C2001 la variedad testigo y porque el cambio de variedad.

## 2. Materiales y métodos

Se realizó una encuesta y la población objetivo se definió como todos los productores que sembraron trigo cristalino durante 2015-2016 en el estado de Sonora. El cuestionario recaba la información de costos de producción de la tecnología para calcular indicadores económicos básicos como: Ingreso e índice de cambio en el ingreso neto comparados con una tecnología testigo de la variedad más usada al momento de liberar CIRNO C2008.

Debido a que no se pudieron obtener datos oficiales para identificar los productores y superficie sembrada por productor de trigo, menos aún fue posible identificar a los productores que adoptaron y sembraron la variedad CIRNO C2008. Por lo anterior se realizó una encuesta con productores de trigo entrevistados al azar para cuantificar los productores adoptantes y los beneficios que han obtenido por el uso de esta tecnología. Debido a que la población N se desconocía, para determinar el tamaño de muestra n, se seleccionó el método de varianza máxima. La selección de productores fue al azar. Se estima sobre la población N la muestra (n), con la siguiente fórmula para poblaciones finitas. Cálculo del tamaño de muestra para una población desconocida:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 p q}{i^2}$$

$n$  = tamaño de la muestra

$Z$  = valor correspondiente a la distribución normal,

$p$  = prevalencia del parámetro a estimar.

$q$  = complemento de la prevalencia del parámetro a estimar

$i$  = error dispuesto a asumir por la estimación

Sustituyendo tenemos que:

$$n = \frac{1,56^2(0.4807303)(0.5192697)}{0.10} = 60.74963526$$

Tomando un 90% de confiabilidad y usando valor de 1.56 que nos proporcionan las Cuadros de distribución probabilística estandarizada. Tenemos una muestra de 61 cuestionarios a aplicar con un intervalo de 90% y un 10% de error.

Asimismo para estimar la tasa de variación del ingreso neto de los productores se utilizó la siguiente:

$$\text{Tasa de variación del ingreso de los productores} = \frac{IN_{TI} - IN_{TT}}{IN_{TT}} \times 100$$

En donde

$IN_{TI}$  = Ingreso neto de la Tecnología INIFAP o exitosa.

$IN_{TT}$  = Ingreso neto de la tecnología testigo.

### 3. Resultados y discusión

#### Ingreso neto de los productores que usan la variedad CIRNO C2008

En base a los datos de campo obtenidos en la encuesta realizada en 2017 de la siembra en el ciclo O-I 2016-2017, la variedad CIRNO C2008 alcanzó rendimiento promedio de 6.387 t ha<sup>-1</sup> con precio promedio de venta de \$3,955 por tonelada se obtuvo ingreso total de \$25,263 ha<sup>-1</sup>. Asimismo, al restar los costos de producción promedio de \$17,042 se obtuvo un ingreso neto de \$ 8,221 ha<sup>-1</sup>.

Para estimar el ingreso neto en la variedad testigo Júpare C2001, se tomó como base la diferencia en rendimiento de los datos obtenidos experimentalmente en las fichas tecnológicas publicadas nueva, validada y transferida que fue en promedio 20% de donde se obtuvo en la encuesta los productores obtuvieron un rendimiento promedio en CIRNO C2008 de 6.387 t ha<sup>-1</sup>, mientras que para Júpare C2001 se estimó un rendimiento de 5.109 t ha<sup>-1</sup> (en virtud que Júpare C2001 no apareció en los productores entrevistados ya que la superficie de siembra es mínima). Al multiplicar el rendimiento promedio ha por el precio promedio de venta de \$3,955

por tonelada, se obtuvo un ingreso total de \$ 20,207 ha<sup>-1</sup>. Asimismo, al restar al ingreso total los costos de producción promedio que fueron de \$17,042.00 se obtuvo un ingreso neto de \$ 3,165 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Costo de producción, Ingreso bruto e ingreso neto de la variedad CIRNO C2008 comparada con Júpare C2001

Tecnologías existosa y testigo	Costos de producción (HA)	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	Precio (\$ t <sup>-1</sup> )	Ingreso bruto (\$ t <sup>-1</sup> )	Ingreso neto (\$ha)
CIRNO C2008	17,042	6,387	3,955	25,260	8,217.00
JUPARE C2001	17,042	5,109	3,955	20,207	3,165.00

### Tasa de variación

En base a la información anterior se obtuvo el beneficio económico mediante el indicador de Tasa de variación del ingreso de los productores que sembraron CIRNO C2008 y se encontró que hay una tasa de variación positiva del 160% a favor de CIRNO C2008 comparada con Júpare C2001, lo que implica una mayor rentabilidad (Cuadro 2). Además de calcular el beneficio económico del productor en lo individual se estimó el beneficio social calculando la derrama económica representada por la superficie de siembra en el estado multiplicada por la diferencia en el ingreso neto entre la variedad CIRNO C2001 comparada con la Júpare CE 2001. En el Cuadro 3 se presenta el impacto económico estimado en \$1,324,936,510 de pesos.

Cuadro 2. Tasa de variación del ingreso neto de los productores que usan la tecnología evaluada y la tecnología testigo

Tecnología	Ingreso neto CIRNO C2008 (\$)	Ingreso Neto Júpare C2001 (\$)	Diferencia en Ingreso Neto (\$)	Tasa de variación ingreso productores (%)
Tecnología evaluada	8,217	3,165	5,052	160

Cuadro 3. Derrama económica generada por el uso de la tecnología INIFAP

Tecnología Evaluada	Regiones productoras	Diferencia en Ingreso Neto (\$)	Superficie sembrada (ha)	Derrama económica (\$)
Variedad CIRNO C2008	Sonora	5,052	262,250	1,324,936,510

## 4. Conclusiones

En base a los resultados se concluye que el ingreso neto resultó fue superior en \$5,052 de CIRNO C2008 con respecto a Júpare. Asimismo, de los datos analizados se desprende que hay una tasa de variación positiva de 160% en el ingreso neto de los productores que usan la variedad CIRNO C2008, comparada con la variedad testigo, Júpare C2001. Al complementar el indicador de tasa de variación con la derrama económica por la cantidad de ha sembradas en el estado de

Sonora con CIRNO C2001, durante el ciclo 2015-2016, arroja un impacto económico estimado en \$1,324,936,510 de pesos.

### Referencias

1. Félix, F. J. L., Figueroa L. P., Fuentes D. G., Valenzuela H. V., Chávez V. G., Camacho C. M., 2009, 2010, 2011. CIRNO C2008: Nueva variedad de trigo cristalino para el noroeste de México. Tecnología generada, validada y transferida. INIFAP-CENEB.
2. Félix-Fuentes, J. L.; Figueroa, L. P.; Fuentes-Dávila, G.; Valenzuela-Herrera, V.; Chavez-Villalba, G. y Mendoza-Lugo, J. A. 2010. CIRNO C2010: nueva variedad de trigo cristalino para el noroeste de México. Campo Experimental Valle del Yaqui. Obregón, Sonora, México. Folleto técnico. Núm. 71. 27 p.
3. Figueroa, L. P., Félix, F. J. L., Fuentes, D. G., Valenzuela, H. V., Chávez, V. G. y Mendoza, L. J. A. 2010. CIRNO C2008, nueva variedad de trigo cristalino con alto rendimiento potencial para el estado de Sonora. Revista Mexicana de ciencias Agrícolas Vol. 1, Núm. 5. Pp. 745-749
4. SIAP 2013-2016 – SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [www.siap](http://www.siap)
5. OIEDRUS.-2016 – SAGARPA. Delegación Estatal en Sonora. Superficie de trigo por variedad ciclo 2014-2015.



## Respuesta Del Maíz Que Indican Que El Paclobutrazol Induce Mayor Actividad Genética

Velázquez Alcaraz Teresa De Jesús, Partida Ruvalcaba Leopoldo, Díaz Valdés Tomás, Ayala Tafoya Felipe, Yáñez Juárez Moisésgilberto, Cázares Flores Luz Llarelly, Zazueta Torres Norma Delia

Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, km 17.5 Carretera Culiacán-Eldorado. Apdo. Postal 726, Culiacán, Sinaloa. México [teresadejesus\\_v@yahoo.com.mx](mailto:teresadejesus_v@yahoo.com.mx)

### Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto que produce el paclobutrazol (PBZ) en la actividad genética de tres cultivares de maíz ('Puma', '30P49' y 'DK2020') a través de la evaluación de las variables de respuesta: verdor, altura, diámetro del tallo, longitud y anchura de hoja, peso y volumen de 1000 granos, contenido de proteína y rendimiento de grano por hectárea. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cinco repeticiones en dos experimentos realizados durante los ciclos agrícolas 2008-2009 y 2009-2010; en el primer ciclo se utilizaron parcelas de cuatro surcos de 40 m de largo, donde se aplicaron 200 kg de N ha<sup>-1</sup>; mientras que en el segundo la longitud de parcelas fue de 5.0 m y se fertilizó con 250 kg de N ha<sup>-1</sup>. Las dosis fueron 150, 300 y 450 mg de PBZ L<sup>-1</sup> de agua al exponerse la cuarta, sexta y octava hoja verdadera, respectivamente. Los resultados indicaron que el PBZ indujo mayor actividad genética, ya que la síntesis de proteínas y de otros componentes de células, tejidos y órganos es un proceso que depende de la transcripción de mensajes del DNA en el mRNA, de la síntesis de aminoácidos, de la transportación de aminoácidos por el tRNA y de la unión de aminoácidos por la enzima Peptidil Transferasa, lo que conlleva a la traducción de mensajes en proteínas estructurales y activas (enzimas), para formar más células y sustancias que constituyen a éstas y, en consecuencia, ocasionar más rendimiento de grano por hectárea.

**Palabras Clave:** Gramínea, cultivares, regulador de crecimiento.

### Abstract

The objective of this research was to determine the effect of paclobutrazol (PBZ) on the genetic activity of three maize cultivars ('Puma', '30P49' and 'DK2020') through the evaluation of response variables greenness, height, stem diameter, leaf length and width, weight and volume of 1000 grains, protein content and grain yield per hectare. The experimental design was randomized complete blocks with five replicates in two experiments performed during the 2008-2009 and 2009-2010 agricultural cycles; in the first cycle plots of four row of 40 m of long were used, where 200 kg of N ha<sup>-1</sup> were applied; while in the second the length of plots was 5.0 m and fertilized with 250 kg of N ha<sup>-1</sup>. The doses were 150, 300 and 450 mg of PBZ L<sup>-1</sup> of water until exposure of the fourth, sixth and eighth true leaf, respectively. The results indicated that PBZ induced greater genetic activity, since the synthesis of proteins and other components of cells, tissues and organs is a process that depends on the transcription of DNA messages in mRNA, amino acid synthesis, the transport of amino acids by tRNA and the binding of amino

acids by the enzyme Peptidyl Transferase, which leads to the translation of messages into structural and active proteins (enzymes), to form more cells and substances that constitute them and consequently, cause more grain yield per hectare.

**Key words:** Gramínea, cultivares, growth regulator.

## 1. Introducción

El PBZ es un fungicida de los triazoles que tiene propiedades reguladoras del crecimiento vegetal y ha sido reportado como inhibidor de la biosíntesis del ácido giberélico e incrementa el contenido de citocininas y ácido abscísico (Gopi *et al.*, 2009). Partida *et al.* (2007) observaron que el PBZ incrementó la biomasa de raíz y de la parte aérea en pimiento morrón y berenjena, con relación al testigo; 150 mg L<sup>-1</sup> fue la dosis más adecuada en pimiento morrón al incrementar 1.1 veces la longitud de raíz, 3.7 veces la materia fresca y 13 veces la materia seca de las mismas; y al incrementar 1.5 y 6.7 veces la materia fresca y seca de la parte aérea, respectivamente. En raíces de berenjena incrementó 1.3 veces la materia fresca y 71% la materia seca de raíz; y 81% la materia fresca y 89% la materia seca de la parte aérea. Mediante dosis de 12 y 24 mL L<sup>-1</sup> de paclobutrazol, combinado con 75 y 150 kg de N ha<sup>-1</sup>, disminuye la altura y madurez de las plantas de maíz, incrementa el grosor del tallo y el rendimiento de materia seca; asimismo, el contenido de las clorofilas a y b en relación con las plantas testigo o aquéllas que no fueron tratadas con paclobutrazol (Iremiren *et al.*, 2002). En hojas de maíz (*Zea mays* L.), de los cultivares ‘3902’ de Pioneer y ‘Orgullo 5’, el PBZ ocasionó que los cloroplastos fueran más grandes; asimismo, que se incrementara el número de lamelas del estroma y de pilas de grana (Sopher *et al.*, 1999). Los mensajes contenidos en el ADN se transcriben en las moléculas de mRNA para traducirse en los ribosomas con actividad de los tRNA, rRNA y enzimas como la endonucleasa, peptidil transferasa, aminoacil sintetasa, entre otras, y de esta manera sintetizarse las proteínas estructurales o activas (enzimas) que a su vez son transportadas a las partes celulares demandantes, para formar parte de los organelos o estructuras celulares (Strickberger, 1978). De acuerdo con Freifelder (1988) y Lea y Leegood (1993), sustancias como el almidón, aminoácidos y proteínas forman parte de las células vegetales, mismas que para su síntesis se necesita de mensajes contenidos en el código genético que conforman los codones del DNA. De acuerdo con Strickberger (1978), Conn y Stumpf (1980) y Ferreira *et al.* (2005), para metabolizar el nitrógeno y magnesio en las moléculas de clorofila, se requirieron todas aquellas enzimas que sólo pudieron sintetizarse por la transcripción de mensajes del DNA en el mRNA y la traducción de éstos en los ribosomas, donde necesariamente también participó mayor cantidad de enzimas en la unión de aminoácidos, como la Aminoacil-tRNA Sintetasa y la Peptidil Transferasa, mismas que se constituyeron por la previa síntesis de los aminoácidos necesarios en su composición. El objetivo de la investigación fue determinar si el paclobutrazol promueve mayor actividad genética en el maíz, medida ésta por el contenido de clorofila, altura, diámetro del tallo, longitud y anchura de hoja, peso y volumen de 1000 granos, contenido de proteína y rendimiento de grano por hectárea, a través de las dosis de 150, 300 y 450 mg L<sup>-1</sup> de agua aplicadas foliarmente.

## 2. Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicada en el km 17.5 de la Carretera Culiacán-Eldorado. En el ciclo 2008-2009, la siembra se realizó el 19 de diciembre de 2008 y se utilizó el cultivar 'Puma', las parcelas experimentales constaron de cuatro surcos de 40 m de largo y las parcelas útiles fueron los dos surcos centrales, con separación de 0.80 m entre sí. Todas las parcelas experimentales del primer experimento fueron manejadas con 200 kg de N ha<sup>-1</sup> a partir de urea.

En el ciclo 2009-2010 la siembra se hizo el 8 de Diciembre de 2009 en surcos separados a 0.80 m, en parcelas experimentales de 5.0 m de largo, la fertilización se hizo con 250 kg de N ha<sup>-1</sup> a partir de urea. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cinco repeticiones. Los tratamientos fueron las dosis de 0 (testigo), 150, 300, 450 mg de PBZ L-1 de agua, cuando las plantas tuvieron cuatro, seis y ocho hojas verdaderas. Todas las variables, excepto el contenido de proteína, se evaluaron en una muestra de 20 plantas seleccionadas al azar. El contenido de clorofila se midió en Unidades Spad-502, en la parte media de la lámina foliar; la altura se midió a partir de la superficie del suelo hasta la base de la inflorescencia masculina; el diámetro del tallo se midió con un vernier entre la segunda y tercera hoja verdadera; la longitud y anchura de las hojas se midieron con cinta métrica en la octava hoja de abajo hacia arriba. El peso de 1000 granos se obtuvo con una báscula de precisión marca Ohaus; el volumen con una probeta de 500 mL; para el contenido de proteína se utilizó el método Kjeldahl, y sólo se hizo en el grano de la variedad 'Puma'; en tanto que el rendimiento se determinó en base a la producción obtenida en las parcelas útiles. Los datos se analizaron estadísticamente con el procedimiento proc glm del SAS Institute (1996) versión 6.12, utilizando la prueba de comparación múltiple de medias Tukey, con  $\alpha \leq 0.05$ .

## 3. Resultados y discusión

Las dosis de 150, 300 ó 450 mg PBZ L<sup>-1</sup> de agua indujeron promedios de verdor que superaron en 3.9, 4.8 y 5.9% al promedio observado en el testigo (Cuadro 1), estos resultados coinciden con los de Iremiren *et al.* (2002), toda vez que estos autores observaron que las plantas de maíz tratadas con PBZ también fueron más verdes que las plantas testigo. Las medias de altura obtenidas en las plantas tratadas con las tres dosis de PBZ, fueron estadísticamente iguales (Cuadro 1), sin embargo, hubo un incremento de 0.9-2% con respecto a las plantas testigo, lo que coincide con los resultados de Partida *et al.* (2007) y Velázquez *et al.* (2008), ya que éstos observaron incrementos en la altura de plantas de tomate y chiles, respectivamente, cuando aplicaron dosis de 250, 300 ó 350 mg de PBZ L<sup>-1</sup> de agua. En el diámetro de tallo (Cuadro 1), con los promedios obtenidos con cada tratamiento, se estimaron incrementos de 5.5, 0.8 y 4.3% en relación al de las plantas testigo.

En longitud de hojas no se observaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 1), pero en las plantas tratadas con paclobutrazol hubo incrementos que oscilaron de 0.5-1.5 cm en relación a la longitud de hojas en las plantas testigo.

En anchura de las hojas no hubo diferencias estadísticas significativas (Cuadro 1); no obstante, las hojas de las plantas con PBZ fueron ligeramente menos anchas (de 1.6-4.4%) que las del testigo, lo que a su vez tiene relación con los resultados de Burch *et al.* (1996), toda vez que ellos observaron que el PBZ reduce la expansión de hojas en muchas especies de árboles. Las plantas cultivadas con PBZ fueron más eficaces en la captura de CO<sub>2</sub>, sin embargo, dicha eficacia también fue consecuencia de la mayor actividad genética de las células, ya que para metabolizar el N y Mg, entre otros nutrimentos, e incrementar la cantidad de moléculas de clorofila, se requirieron más enzimas que sólo pudieron sintetizarse, según Strickberger (1978), Conn y Stumpf (1980) y Ferreira *et al.* (2005) por la transcripción de mensajes del DNA en el mRNA y la traducción de éstos en los ribosomas, donde necesariamente también participó mayor cantidad de enzimas en la unión de aminoácidos, como la Aminoacil-tRNA Sintetasa y la Peptidil Transferasa, mismas que se constituyeron por la previa síntesis de los aminoácidos necesarios en su composición. El peso de 1000 granos se incrementó 1.4, 1.4 y 3.2% con las tres dosis de PBZ (Cuadro 1). El volumen de 1000 granos incrementó 0.7, 4.9 y 3.5 en relación al volumen promedio observado en los granos del testigo (Cuadro 1). Mientras que el rendimiento de grano se expresó sin diferencias estadísticas y los incrementos fueron de 12.6, 9.0 y 12.6% con las respectivas dosis de 150, 300 y 450 mg de PBZ comparados con el testigo (Cuadro 1). Las diferencias numéricas indican que las plantas tratadas con PBZ fueron más eficientes para fijar CO<sub>2</sub> y acumular materia seca en el órgano de cosecha (grano), por lo que esta tecnología puede ser una alternativa para incrementar la producción de los sistemas de producción agrícola de maíz.

Cuando se aplicaron diferentes dosis de paclobutrazol (Cuadro 3), el contenido de proteína se observó sin diferencias significativas en el cultivar 'Puma', y el incremento máximo que se obtuvo fue de 6.1% en el grano de las plantas en que se aplicaron 300 mg de PBZ, comparado el testigo. Sin embargo, la correlación del contenido de proteína con el rendimiento de grano fue negativa ( $r=-0.67$ ), lo cual coincide con lo reportado por Loffler *et al.* (1985), ya que éstos reportaron correlación negativa del contenido de proteína y el rendimiento de grano en trigo.

El mayor rendimiento del cultivar 'Puma' se obtuvo con la dosis de 450 mg de PBZ, cuyo incremento fue 15.7% más en relación con el testigo; no obstante, con 150 y 300 mg de PBZ el rendimiento disminuyó 24.1% y 11.1%, respectivamente. En el cultivar '30P49', con los 150 mg de PBZ, sólo se logró un incremento de 2.1%; mientras que en 'DK2020', también con 150 mg de PBZ, el incremento fue de apenas 0.9%.

Cuadro 1. Verdor, altura, diámetro de tallos, longitud y anchura de hojas, peso y volumen de 1000 granos y rendimiento de grano ha<sup>-1</sup> del cultivar ‘Puma’ de maíz tratado con paclobutrazol, ciclo agrícola 2008-2009

Dosis de PBZ (mg L <sup>-1</sup> )	Verdor (u. spad)	Altura (m)	Diámetro de tallos (cm)	Longitud de hojas (cm)	Anchura de hojas (cm)	Peso granos (g)	Volumen granos (cm <sup>3</sup> )	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )
Testigo	35.4 a	2.24 a	2.56 a	96.99 a	8.70 a	350.7 a	284 a	8.091 a
150	36.8 a	2.26 a	2.70 a	97.47 a	8.32 a	355.5 a	286 a	9.114 a
300	37.1 a	2.26 a	2.58 a	98.33 a	8.56 a	355.6 a	298 a	8.818 a
450	37.5 a	2.29 a	2.67 a	98.37 a	8.46 a	361.9 a	294 a	9.111 a

Medias con letras iguales en la misma columna son iguales (Tukey ≤ 0.05).

Con los efectos producidos por el PBZ en el verdor (contenido de clorofila) de los cultivares ‘Puma’, ‘30P49’ y ‘DK2020’ (Cuadro 2), se estimó incremento de 1.8% con 300 mg de PBZ en ‘Puma’, con respecto al testigo; en el cultivar ‘30P49’ no hubo incremento, mientras que en ‘DK2020’ se incrementó 6.7%

Cuadro 2. Verdor (unidades spad) de tres cultivares tratados con PBZ. Ciclo agrícola 2009-2010

Dosis de PBZ (mg L <sup>-1</sup> )	Cultivares “Puma”	Cultivares “30P49”	Cultivares “DK2020”
0 (testigo)	34.8 b	34.8 b	34.4 b
150	38.1 a	38.1 a	36.7 a
300	35.9 a	-----	-----
450	37.8 a	-----	-----
DMSH	3.4	3.1	3.0

Medias con letras iguales en la misma columna son iguales (Tukey ≤ 0.05).

Cuadro 3. Contenido de proteína (%) del grano del cultivar ‘Puma’ y rendimiento (t ha<sup>-1</sup>) de grano de tres cultivares de maíz. Ciclo agrícola 2009-2010

Dosis de PBZ (mg L <sup>-1</sup> )	Cultivares			
	Puma		30P49	DK2020
	Proteína	Rendimiento	Rendimiento	Rendimiento
0 (testigo)	11.4 a	10.8 ab	9.7 a	11.0 a
150	11.7 a	8.2 b	9.9 a	11.1 a
300	12.1 a	9.6 ab	-----	-----
450	11.3 a	12.5 a	-----	-----
DMSH	4.3	3.4	3.4	4.8

Medias con letras iguales en la misma columna son iguales (Tukey ≤ 0.05).

Lo anterior permitió deducir que para que se incrementara el contenido de proteína y el rendimiento de grano, aún en las cantidades que se indican en el Cuadro 3, debió incrementarse la actividad genética para que la síntesis de proteínas fuera con mayor frecuencia al transcribirse mayor cantidad de mensajes del DNA en el mRNA y traducidos en los ribosomas con la acción de los tRNA y rRNA, así como de todas las enzimas necesarias para la síntesis de proteínas, como lo explica Strickberger (1978).

De las toneladas de grano que produjo el cultivar ‘Puma’ (Cuadro 3), el 11.4% de proteína en el grano del testigo fue equivalente a 1231.4 kg de grano, en tanto que el 11.3% de proteína en el grano manejado con paclobutrazol equivalió a 1412.5 kg de grano, esto último correspondió a un incremento de 14.7% con respecto al testigo; esto también es evidencia de que en el cultivar ‘Puma’ se produjeron más proteínas, como consecuencia de la mayor actividad genética que promovió el paclobutrazol. Algo similar ocurrió en los cultivares ‘30P49’ y ‘DK2020’, aunque en porcentajes de 2.1 y 0.9, respectivamente.

#### 4. Conclusiones

El paclobutrazol ocasionó incremento en la mayoría de las variables de respuesta de los cultivares de maíz, lo que a su vez indicó que para que eso sucediera fue necesario un incremento de la actividad genética de las células de los cultivares y, por tanto, más transcripción de mensajes en el mRNA, síntesis de aminoácidos, transportación de éstos por el tRNA, unión de aminoácidos por la enzima Peptidil Transferasa y traducción de mensajes en proteínas estructurales y activas (enzimas), para formar más células y sustancias que constituyen a éstas, para ocasionar más rendimiento de grano por hectárea.

#### Referencias

1. Burch, P. L., Wells R. H., Kline W. N. 1996. Red maple and silver maple growth evaluated 10 years after application of paclobutrazol tree growth regulator. *Journal Arboriculture* 22: 61-66.
2. Conn, E. E. y Stumpf P. K. 1980. *Bioquímica Fundamental*. Editorial Limusa, S. A. México, D. F. 631 p.
3. Ferreira, V., Szpiniak B. y Grassi E. 2005. *Manual de Genética*, Tomo I. Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina. 255 p.
4. Freifelder, D. 1988. *Fundamentos de Biología Molecular*. Editorial Acribia, S, A, Saragoza, España. 329 p.
5. Gopi, R., Abdul J. Ch., Divyanair V., Azooz M. M. y Panneerselvam R. 2009. Effect of Paclobutrazol and ABA on Total Phenol Contents in Different Parts of Holy Basil *Ocimum sanctum*. *Acad.J. of Plant Sci.* 2(2): 97-101.
6. Iremiren, G. O., Adewumi P. O., Aduloju S. O., y Ibitoye A. A. 2002. Effects of paclobutrazol and nitrogen fertilizer on the growth and yield of maize. *J. of Agric. Sci.* 128: 425-430.
7. Lea, P. J. y Leegood R. C. 1993. *Plant Biochemistry and Molecular Biology*. Editorial John Wiley & Sons, New York, Ny, USA. 312 p.
8. Loffler, C. M., T. L. Rauch y R. H. Busch. 1985. Grain and plant protein relationships in hard red spring wheat. *Crop Sci.* 25: 521-524.
9. Partida R., L., Velázquez A. T. de J., Acosta V. B., Díaz V. T. Ayala T. F., Díaz V. T., Inzunza C. J. F. y Cruz O. J. E. 2007. Paclobutrazol y crecimiento de raíz y parte aérea de plántulas de pimiento morrón y berenjena. *Rev. Fitotec. Mexicana* 30(2): 145-149.
10. SAS Institute. 1996. *SAS User's Guide: Basics*, 5<sup>th</sup> Edition. SAS Institute Inc., Cary, N. C. pp: 1181-1191.
11. Sopher, C. R., Król M., Huner N. PA, Moore A. E. y Fletcher R. A. 1999. Chloroplastic changes associated with paclobutrazol-induced stress protection in maize seedlings. *Can. J. Bot.* 77(2): 279-290.
12. Strickberger, M. W. 1978. *Genética*. Ediciones Omega, S. A. Imprenta Juvenil S. A. Barcelona, España. 937 p.
13. Velázquez, A. T. de J., Partida R. L., Acosta V. B. y Ayala T. F. 2008. Producción de plantas de tomate y chile aplicando paclobutrazol al follaje. *Universidad y Ciencia*, 24 (1): 21-28.

La difusión de los trabajos de investigación en las ciencias agrícolas amplía el panorama del conocimiento científico y desarrollo tecnológico que se requiere actualmente. El libro "Compendio científico en ciencias agrícolas y biotecnología" (volumen 1 y 2) integran los trabajos presentados en modalidad oral y cartel por investigadores reconocidos a nivel nacional e internacional, en siete áreas temáticas: 1) Agricultura orgánica, 2) Agua y suelo, 3) Biotecnología, 4) Horticultura, 5) Inocuidad agrícola, 6) Parasitología y 7) Producción de cultivos. La primera área atiende el mejoramiento de los agroecosistemas, en el área dos se hace una compilación de los trabajos enfocados al estudio del agua y suelo para favorecer el desarrollo agrícola. La tercera área muestra los estudios enfocados al diseño y evaluación de los procesos biotecnológicos para incrementar la productividad de los productos y subproductos agrícolas. En la sección cuatro se presentan las técnicas para mejorar la producción de hortalizas, flores y frutales. El quinto apartado aborda los temas relativos a la inocuidad de los productos agrícolas. El área seis integra el manejo y control de plagas en los cultivos agrícolas. Finalmente la última área expone los sistemas de producción agrícola para incrementar la calidad de los alimentos.

Esta obra es de gran utilidad para estudiantes y profesionistas relacionados con las Ciencias Agrícolas y Biotecnológicas interesados en conocer las investigaciones más recientes en este campo de estudio.

 **OmniaScience**

ISBN 978-84-947996-3-1



9 788494 799631 >