



CONGRESO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA ISSN 2448-6620

ROQUE, CELAYA, GUANAJUATO

PRIMERA EDICIÓN 2020

Publicado por la sociedad mexicana de Ciencia y tecnología Agropecuaria A. C. Lázaro Cárdenas 11,
Roque, Celaya, Guanajuato. C. P. 38110.

Publicado en formato digital

Editor Dr. Juan Carlos Raya Pérez

Comité Editorial

Dr. Juan Carlos Raya Pérez

Dr. César Leobardo Aguirre Mancilla

Dr. J. Gabriel Ramírez Pimentel

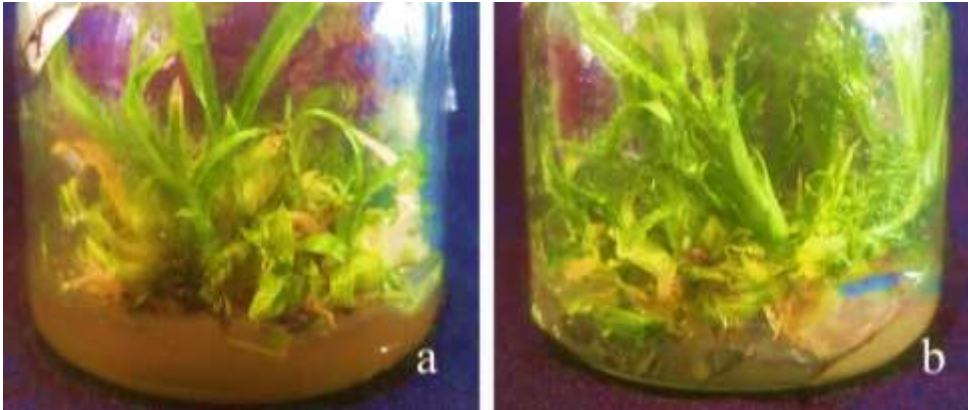
Revisores

M.C. Francisco Chablé Moreno

Dr. Jorge Covarrubias Prieto



Campo de Girasol (JCRP)



Germinación de semillas de orquídea *Chysis aurea* Lindl: a) Formación de brotes de las semillas, b) Formación de nuevos brotes por caulogénesis (Martínez-Lara, et al.)

Aguilera-Pérez, C.A., Paula, C. Isiordia-Lachica; Jorge, E. Ruiz Nieto; Jesús, Hernández Ruiz; Ana I. Mireles Arriaga. ANÁLISIS SEMÁNTICO DE PALABRAS ASOCIADAS AL MEZCAL PARA SU APLICACIÓN EN EL MERCADO ARTESANAL	12
Buenavista-Jaralillo J. C.; Ernesto Solís-Moya; Luis Antonio Mariscal-Amaro; Aquilino Ramírez-Ramírez; Lourdes Ledesma Ramírez; María Rebeca Rendón-Reyes. DURACIÓN DE LA ETAPA REPRODUCTIVA EN TRIGO Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE GRANO	13
Cárdenas-Atayde, P.A.; Alberto Sandoval Rangel; Adalberto Benavides Mendoza; Valentín Robledo Torres; Marcelino Cabrera de la Fuente. ESTUDIOS DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE OCHO PLÁSTICOS PARA INVERNADERO EN EL CULTIVO DE LECHUGA	21
Castañeda-Moreno, A., Francisco Osorio Acosta, Alín Malpica Vázquez. ESPECIES FITOPATÓGENAS DE LA FAMILIA BOTRYOSPHAERIACEAE ASOCIADAS A ENFERMEDADES DE MANGO EN MÉXICO	22
Castañeda-Moreno, A., Francisco Osorio Acosta, Juan Antonio Villanueva Jiménez, Juan Carlos Noa Carrazana, Felipe Gallardo López. EFECTO INHIBIDOR DE TRES PRODUCTOS PARA EL CONTROL DE <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz) EN MANGO	23
Escobedo-Álvarez D.E.; Jorge Covarrubias-Prieto; Jorge Alberto Acosta-Gallegos; Carlos Alberto Flores-Gómez; Magdalena Mendoza-Sánchez; César Leobardo Aguirre-Mancilla. EFECTO DEL ÁCIDO SALÍCILICO EN LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE GARBANZO (<i>Cicer arietinum</i> L.)	24
Gamucero-Zarate M.A.; Ernesto Solís-Moya; Luis Antonio Mariscal-Amaro; Aquilino Ramírez-Ramírez; María Rebeca Rendón-Reyes; Juan Carlos Buenavista-Jaralillo. FACTORES CONTROLABLES DE LA PRODUCCIÓN QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL TRIGO	25
García-Portuguez, J. Encarnación. UTILIZACIÓN DE FORRAJES NATIVOS PARA ELABORACIÓN DE BLOQUES NUTRICIONALES REGIONALES COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO DE CAPRINOS	40
Hernández-Prado, D.C.; Rosa Adriana Juárez García; Ana Isabel Mireles Arriaga; Jorge Eric Ruiz Nieto; Jesús Hernández Ruiz. EVALUACIÓN IN VITRO DE EXTRACTO DE <i>Mirabilis viscosa</i> CONTRA HONGOS FITOPATÓGENOS DE FRESA	41
Ledesma-Ramírez L.; Ernesto Solís-Moya; Luis Antonio Mariscal-Amaro; Aquilino Ramírez-Ramírez; Juan Armando Vázquez-Vera; Juan Carlos Buenavista-Jaralillo. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y DE CALIDAD DE TRIGOS DUROS <i>Triticum durum</i> EN RELACIÓN CON EL CARACTER PANZA BLANCA DEL GRANO	51
Malpica-Vázquez, A., Francisco Osorio-Acosta, Gustavo López-Romero, Juan Lorenzo Reta-Mendiola, Francisco Hernández-Rosas, Juan Carlos Noa-Carrazana, Alicia Castañeda Moreno.	63

MORTALIDAD CAUSADA POR EL HONGO ENTOMOPATÓGENO *Metarhizium anisopliae* EN *Spodoptera frugiperda* DEL MAÍZ

- Méndez-Vázquez, J. R., Adalberto Benavides-Mendoza, Antonio Juárez-Maldonado, Marcelino Cabrera-De la Fuente, Armando Robledo-Olivo, Susana González-Morales. **EFFECTO DE RIEGOS DEFICITARIOS EN VARIABLES AGRONÓMICAS EN PLANTAS DE TOMATE** 64
- Pérez-Rodríguez, M. Gpe., Cesar Leobardo Aguirre Mancilla, Glenda Margarita Gutiérrez Benicio, Juan Gabriel Ramírez Pimentel, Gilberto Rodríguez Pérez. **RESPUESTA FISIOLÓGICA DE FRIJOL AL USO EFICIENTE DEL AGUA** 65
- Quechol-Pacheco, I.; Yazmin Sánchez Flores; Ma. Cristina Vázquez Hernández; Ma. Maricela Caballero Palacio; Estefana Alvarado Bárcenas; Luis Alberto Noriega González. **CARACTERES DEL VIGOR INICIAL EN 14 GENOTIPOS DE MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL** 66
- Rendón-Reyes, M.R.; Ernesto Solís-Moya; Luis Antonio Mariscal-Amaro; Lourdes Ledesma-Ramírez; Miguel Ángel Gamucero-Zarate; Maria del Pilar Suaste-Franco. **EFFECTO DEL MANEJO AGRONÓMICO SOBRE LA PANZA BLANCA DEL GRANO EN TRIGO CRISTALINO** 67
- Ríos-Peña, J.A.; Armando Robledo Olivo; Antonio Juárez Maldonado; Adalberto Benavides Mendoza; Rosa María Rodríguez Jasso y Susana González Morales. **TOLERANCIA A ESTRÉS POR SALINIDAD EN PLANTAS DE TOMATE TRATADAS CON *SARGASSUM* spp.** 78
- Guerrero Conejo, D.; César Leobardo Aguirre Mancilla; Juan Gabriel Ramírez Pimentel; Gilberto Rodríguez Pérez; Blanca Cecilia López Ramírez; Ahuizolt de Jesús Joaquín Ramos. **COMPARACIÓN DE PROTEÍNAS DE RESERVA DE TRITICALE CON PROTEÍNAS DE TRIGO** 79
- Romano, Silvia F.; Anabella Cruz; Pia Di Peto; Carlos F. Grellet; María P. Filippone y Alicia Mamaní de Marchese. **EVALUACIÓN DE UN BIOINSUMO VEGETAL PARA EL TRATAMIENTO DE POSTCOSECHA EN CÍTRICOS** 80
- Sáenz-Sáenz, T. de Jesús; Paula Concepción Isiordia Lachica; Ana Isabel Mireles Arriaga; Jorge Eric Ruiz Nieto; Jesús Hernández Ruiz. **EVALUACIÓN IN VITRO DE EXTRACTO DE *Solanum nigrum* EN HONGOS PATÓGENOS DEL CULTIVO DE FRESA** 81
- Salazar-Huerta, F.J., Gilberto Rodríguez-Pérez, José Aurelio Leyva-Ponce, Luis Alejandro Saiz-Nieblas, Jesús Martín Rey-Icédó y Luis Enrique Portillo-García. **ESTUDIO REGIONAL DE LA MANCHA BORROSA (*BIPOLARIS SOROKINIANA*) DEL TRIGO EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO** 89
- Vázquez-Vera, J.A. ; Ernesto Solís-Moya; Luis Antonio Mariscal-Amaro; Lourdes Ledesma-Ramírez; María del Pilar Suaste-Franco; Miguel Ángel Gamucero-Zarate. **COMPORTAMIENTO DE TIPOS DE TRIGO EN TRES CALENDARIOS DE RIEGO** 96
- Pinedo-Guerrero, Zeus H., Adalberto Benavides-Mendoza, Susana González-Morales, Hortensia Ortega-Ortiz, Gregorio Cadenas-Pliego, Antonio Juárez-Maldonado. **EFFECTO DE Si y NANOPARTICULAS DE Si EN PLANTAS DE TOMATE SOMETIDAS A ESTRÉS SALINO** 103

Quechol-Pacheco, I.; Guztavo Luna Ortíz; Mariali Lizbeth Ordoñez Ramírez; Emmanuel Landeros Sanchez; Ma. Cristina Vázquez Hernández; Ma. Maricela Caballero Palacio; Luis Alberto Noriega González. COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES SINTÉTICAS CON SISTEMAS DE LABRANZA	104
Quechol-Pacheco, I.; Yazmin Sánchez-Flores; Ma. Cristina Vázquez-Hernández; Ma. Maricela Caballero Palacio; Estefana Alvarado-Bárceñas; Luis Alberto Noriega-González. CARACTERÍSTICAS DE VIGOR INICIAL EN 14 GENOTIPOS BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL	105
Sánchez-Navarro, J.F., Antonio Juárez Maldonado, Susana González Morales, Adalberto Benavides Mendoza, Gregorio Cadenas Pliego. APLICACIÓN DE NANOPARTICULAS DE SILICIO EN <i>LILIUM</i> (AZUCENA) PARA INCREMENTAR LA CALIDAD Y VIDA DE FLORERO	113
Soria-Melgarejo, G., César Leobardo Aguirre-Mancilla, Juan Carlos Raya Pérez, Juan Gabriel Ramírez Pimentel, Jorge Covarrubias Prieto, Isaac Andrade González. POLIFENOLES, FLAVONOIDES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN PULPA Y SEMILLAS DE LIMILLA (<i>Rhus aromatica</i>)	114
Pérez-Inocencio, J.; Gabriel Iturriaga de la Fuente; Dioselina Álvarez Bernal; Cesar Leobardo Aguirre Mancilla; Gabriel Ramírez Pimentel. AISLAMIENTO DE BACTERIAS HALÓFILAS CON DOS DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVO DE LA RIZOSFERA DE <i>Sesuvium verrucosum</i>	120
Solís-Medina, Rodrigo; Hernández Cervantes José Alberto, Isjordia-Lachica Paula Concepción, Hernández-Ruiz Jesús. EFFECTO DE ENRAIZADORES EN LA PRODUCCIÓN DE TRES VARIEDADES DE FRESA	121
Rangel-Castillo, A.E.; Adriana Ángeles Santos; Gabriel Iturriaga de la Fuente; Juan Gabriel Ramírez Pimentel; Cesar Leobardo Aguirre Mancilla. EFFECTO DE LA RADIACIÓN GAMMA CON ⁶⁰Co SOBRE LAS PROTEÍNAS DE RESERVA DE SEMILLA M1 DE CHILE JALAPEÑO (<i>Capsicum annum</i> L.)	122
Navarro-León, M.J.; Juan G. Ramírez-Pimentel; Elena Heredia-García; Luis Pérez-Moreno; Cesar L. Aguirre-Mancilla; Jorge Covarrubias-Prieto; Juan C. Raya-Pérez. CONTROL QUIMICO DE BACTERIAS FITOPATOGENAS EN CULTIVO DE AJO EN CELAYA, GTO., MÉXICO	123
Sánchez-Pérez, A.E.; Martha J. Navarro-León; Juan C. Raya-Pérez; Luis Pérez-Moreno; Cesar L. Aguirre-Mancilla; Juan G. Ramírez-Pimentel. CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DE <i>Bacillus aryabhatai</i>	124

- Torres-López, C.A.; Martha J. Navarro-León; Rodrigo Cano-Fernández; Davino Pérez-Mendoza; Cesar L. Aguirre-Mancilla; Juan C. Raya-Pérez; Juan G. Ramírez-Pimentel. **INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE VIRUS Y BACTERIAS FITOPATOGENAS EN PIMIENTO EN CELAYA, GTO., MÉXICO** 125
- Hernández-Ángel María Guadalupe; Raya Pérez Juan Carlos; Ramírez Pimentel Juan Gabriel; Aguirre Mancilla Cesar L.; Feregrino Pérez Ana Angélica; Ahuizolt Joaquín Ramos. **COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA ENTRE HARINAS DE TRIGO (*Triticum*) CORTÁZAR s94 Y TRITICALE (*Triticosecale X Wittmack*) IMPULSO TCL2016** 126
- González-Chavira Mario Martín, Guerrero Aguilar Brenda Zulema., Pons Hernández José Luis, Villanueva Pérez Luis Antonio, Villalobos Reyes Salvador, González Pérez Enrique. **EFFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO (H₂O₂) EN EL DESARROLLO DE PLANTAS DE CHILE (*Capsicum annuum* L.) BAJO CONDICIONES DE ALTAS TEMPERATURAS** 127
- Maldonado-Mancera, M.T.; Martha J. Navarro-León; Juan C. Raya-Pérez; Cesar L. Aguirre-Mancilla; Jorge Covarrubias-Prieto; Jesús R. Rodríguez-Nuñez; Juan G. Ramírez-Pimentel. **EFFECTO DE RECUBRIMIENTOS PARA PRESERVAR LA CALIDAD FÍSICA DEL BULBILLO DE AJO** 128
- Ubias-Serafin, E.; Jorge Covarrubias-Prieto, Juan Carlos Raya Pérez, J. Guadalupe García Rodríguez, Jesús Frías Pizano. **CUANTIFICACIÓN DE CONTENIDO DE PROTEÍNA EN CINCO CICLOS DE SELECCIÓN MASAL ESTRATIFICADA EN MAÍZ** 134
- Gómez-Espinoza, J.; Ahuizolt de Jesús Joaquín-Ramos, Cesar Leobardo Aguirre-Mancilla, Juan Gabriel Ramírez-Pimentel, Miguel Ángel Ávila-Perches, J. Guadalupe García-Rodríguez. **MICROORGANISMOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL EMPLEADOS COMO INOCULANTES EN SEMILLAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*)** 135
- Hernández-Martínez, M.; Rubén García Silva y Victor Montero Tavera. **RECOLECCIÓN DE GIRASOL SILVESTRE (*Helianthus annuus*) EN MÉXICO** 136
- Hernández-Martínez, M.; Rubén García Silva y Victor Montero Tavera. **EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE HÍBRIDOS DE GIRASOL ALTO OLEICO BAJO RIEGO Y TEMPORAL EN GUANAJUATO** 140
- Alvarado-Bárceñas, E; Chablé Moreno, F; Ramírez Pimentel, JG; González Mendosa JA; León Rodríguez DD, Jiménez-Mendoza ML. **IDENTIFICACIÓN DE POBLACIONES DE CHAPULÍN EN MUNICIPIOS DEL SURESTE DE GUANAJUATO** 148
- Bustos-Olvera, Jessica G.; Martha J. Navarro-León; Juan G. Ramírez-Pimentel; Juan C. Raya-Pérez; Jorge Covarrubias-Prieto; Luis Pérez-Moreno; Cesar L. Aguirre-Mancilla. **EFFECTO DE EXTRACTOS VEGETALES HIDROFÓBICOS SOBRE CRECIMIENTO DE BACTERIAS FITOPATÓGENAS** 149
- Hernández P.M., Soto R.J.M., Gámez V.A.J., Tucuch H.J.I. y Ávila P.M.A. **IMPACTO DE LA FECHA DE SIEMBRA Y GENOTIPO EN EL RENDIMIENTO DE SOYA EN CAMPECHE** 150

- Vázquez-Hernández, M.C.; Silvia Araceli Nieto-Pineda; Juan Fernando García-Trejo; Humberto Aguirre-Becerra; A. Angelica Feregrino-Pérez. **EXTRACTO DE INFLORESCENCIA DE JACARANDA COMO POSIBLE ANTIMICROBIANO NATURAL** 162
- Yoguez-Alcantar, L; Dioselina Álvarez-Bernal; Marcos Lastiri-Hernández; Miriam Valencia-Ramírez; María I. Monares-Escalera; Alba D. Flores-Valencia. **IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS HALOTOLERANTES ASOCIADAS A LA RAÍZ DE *BACOPA MONNIERI* WETTST EN SUELOS SALINOS** 168
- Mendoza-Estrada, L E; Gabriel Iturriaga de la Fuente; Cesar Leobardo Aguirre-Mancilla; Gerardo García-Acosta; Juan Gabriel Ramírez-Pimentel. **ETAPAS DEL DESARROLLO DEL GAMETOFITO FEMENINO EN HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.)** 169
- Alvarado-Aurora Mariana; Ma. Cristina Vázquez-Hernández; Luis Alberto Noriega-González; Estefana Alvarado-Bárceñas; Ma. Maricela Caballero-Palacio; Humberto Aguirre-Becerra. **MICROENCAPSULACIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE HIERBAS AROMÁTICAS** 175
- Cabrera-Becerra, M.K.V. ; Aguirre-Mancilla, C.L. ; Ramírez-Pimentel, J.G. ; Raya-Pérez, J.C.; Acosta-García, G.; Iturriaga-de la Fuente, G. **TRANSFORMACIÓN GENÉTICA DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum*) PARA LA BIOSINTESIS DE GLICÍ BETAÍNA** 184
- Guerrero-Conejo, D.; César Leobardo Aguirre-Mancilla; Juan Gabriel Ramírez Pimentel; Gilberto Rodríguez Pérez; Blanca Cecilia López-Ramírez; Ahuizolt de Jesús Joaquín-Ramos. **PROTEÍNAS DE GENOTIPOS DE TRITICALE EN COMPARACIÓN CON EL TRIGO**
- Perrusquía-Heredia, R.M.; Ahuizolt de Jesús Joaquín-Ramos; Juan Gabriel Ramírez-Pimentel; Juan Carlos Raya-Pérez; Gabriel Iturriaga- de la fuente. **EVALUACIÓN DE CEPAS DE MICROORGANISMOS DE PLANTAS SILVESTRES COMO PROMOTORES EN GERMINACIÓN DE SEMILLA DE JITOMATE** 185
- García-Márquez,V.; Marcelino Cabrera-De la Fuente, Antonio Juárez-Maldonado, Julia Medrano-Macías, Álvaro Morelos-Moreno **USO DEL SELENIO COMO BIOESTIMULANTE EN LA GERMINACIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)** 186
- García-Márquez, V.; Marcelino Cabrera-De la Fuente, Antonio Juárez-Maldonado, Julia Medrano-Macías, Álvaro Morelos-Moreno **USO DEL SELENIO COMO BIOESTIMULANTE EN LA GERMINACIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)**
- López-Buenabad, Gpe.; Eva Marcela Licea de Anda; Cesar L. Aguirre Mancilla; Juan C. Raya Pérez; Ahuizolt de J. Joaquín Ramos; Juan G. Ramírez Pimentel. **AISLAMIENTO, PURIFICACIÓN E IDENTIFICACION MORFOLÓGICA DE HONGOS PATÓGENOS DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.)** 187
- Cañada-Coyote E.; Ramírez-Pimentel J.G; Aguirre-Mancilla C.L.; Raya-Pérez J.C., Iturriaga, G. **VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE MUTANTES QUÍMICAS DE *Trichoderma harzianum* BAJO ESTRÉS SALINO EN CAJA PETRI** 188

- Gallardo-Rodríguez, P.; Ma Eugenia Gallardo-Rodríguez; C. Marilu Fuentes-Gallardo; Francisco Cervantes-Ortiz. **MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS DE MAÍCES CRIOLLOS DE COLOR** 189
- Noriega-Rodríguez B.L.; Estéfana Alvarado Bárcenas, Jesús Frías Pizano, Davino Pérez Mendoza, Francisco Chablé Moreno, Ma. Lourdes Rivera Serrano, Hugo César Cisneros-López, J. Guadalupe García Rodríguez, Benigno Leonel De la Cruz Tierrablanca. **DESARROLLO FENOLÓGICO Y COMPARACIÓN DE SEIS POBLACIONES DE CHILE BOLITA (*Capsicum annum L.*)** 190
- Chablé-Moreno, F.; Nayeli Alejandra Mendoza-Jiménez, Estéfana Alvarado-Bárcenas, Jesús Frías-Pizano, Davino Pérez-Mendoza, J. Guadalupe García-Rodríguez, Ma. Lourdes Rivera Serrano, Andrés A. Estrada-Luna, Benigno Leonel De la Cruz Tierrablanca. **EVALUACIÓN DE LINEAS ENDOGÁMICAS TEMPRANAS SIN ENDOSPERMO DE MAÍZ DERIVADAS DE CULTIVO DE EMBRIONES INMADUROS** 200
- Monreal-González, D.M.; Jesús Frías-Pizano, Davino Pérez-Mendoza, Estéfana Alvarado-Bárcenas, Jesús David Cuarenta², Francisco Chablé-Moreno, Elisa Franco Vadillo. **FERTILIZACION ORGÁNICA EN EL DESARROLLO DE PEPINO PERSA EN INVERNADERO** 209
- Medina-Gómez, B.G.; Maricruz Martínez-Lara; A. Luis Rey Garduño-Ferrusquía; Estéfana Alvarado-Bárcenas; Juan Gabriel Ramírez-Pimentel; César Aguilar-Pérez; Blanca Cecilia Ramírez-López; Francisco Chablé-Moreno. **ENSAYO DE GERMINACIÓN (*Cicer arietinum L.*) DE SEMILLAS PROCEDENTES CON APLICACIÓN DE *Trichoderma sp*** 216
- Sánchez-García, L.F.; Bertha María Sánchez-García; Daniel Rodríguez Mercado; Luis Patricio Guevara Acevedo. **EFFECTO DE HIDROGEL Y ÁCIDO SALICÍLICO EN EL PESO DE PLANTAS DE MAIZ (*Zea mays*) BAJO RÉGIMEN DE TEMPORAL** 224
- Martínez-Lara, M.; Brenda Georgina Medina Gómez, A. Andrés Estrada Luna, Estéfana Alvarado Bárcenas, Juan Gabriel Ramírez Pimentel, Francisco Chablé Moreno. **CULTIVO *IN VITRO* DE ORQUÍDEA SUBTROPICAL EXÓTICA *Chysis aurea* Lindl** 233
- Zavala-García, M.; Jorge Covarrubias-Prieto; Juan Carlos Raya-Pérez; Rafael Bujanos-Muñiz **ESTRATEGIA INTEGRAL PARA EL MANEJO DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE (*Plutella xylostella*)** 240
- Ávila-Hernández, C.A.; Heil, Martin. **LA APLICACIÓN CONJUNTA DE ADN EXTRACELULAR Y QUITOSANO ACTIVA EL SISTEMA INMUNE DE FRIJOL COMÚN** 241
- Rojas-Raya, M.A.; Martin Heil. **COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES INDUCEN LA DEFENSA Y PROMUEVEN EL RENDIMIENTO EN FRIJOL COMÚN** 242
- Barrón-Ávila N. E.; Zúñiga Vázquez, D. A.; Jiménez Girón, P.; Piña Bernal, A.; Alvarado-Bárcenas E.; Chablé-Moreno F. **LA TOXICIDAD POR VITAMINA A DEL CAMOTE AMARILLO (*Ipomoea batatas L.*)** 243

Castañeda-Moreno, A.; Alín Malpica-Vázquez; Jacqueline del Carmen Luna-Olivares. MANEJO DE <i>Neofusicoccum mangiferae</i> ASOCIADO A LA PUDRICIÓN DEL PÉNDULO EN MANGO (<i>Mangifera indica</i> L.)	248
Guerrero-Jiménez, J.A.; J. Covarrubias-Prieto; J. Gabriel Ramírez-Pimentel; César L. Aguirre-Mancilla; Ramón Huerta-Zurita; Juan Carlos Raya-Pérez. ¿Cómo mejorar el malteo de la cebada?	249
Covarrubias-Prieto, J.: P M Fernández-Kvas, A Jiménez-Camargo, JC Raya-Pérez, G Iturriaga. CONTROL DEL MARCHITAMIENTO CAUSADO POR <i>Fusarium oxysporum</i> L. EN EL CULTIVO DE SORGO	250
Rodríguez-Cervantes, I.Gpe.; Magdalena Mendoza Sánchez, Aurora Femat Díaz, Monserrat Escamilla García, Luis Humberto López Hernández. MÉTODO NO DESTRUCTIVO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE CARNE DE RES	251
Velázquez-Ordinola, A.; Gabriel Iturriaga de la Fuente, Cesar Leobardo Aguirre Mancilla, Juan Gabriel Ramírez Pimentel, Juan Carlos Raya Pérez. INDUCCIÓN DE EMBRIONES SOMATICOS A PARTIR DE EMBRIONES MADUROS DE CHILE JALAPEÑO (<i>Capsicum annum</i> L.)	262
Terrazas-Patiño, E.; Karen Lizeth Pozas Irineo, Carlos Eligio Hernández Navarrete, José Luis Cervantes Palacio, Brenda Guadalupe Girón Aguirre, Estéfana Alvarado Bárcenas, Francisco Chablé Moreno. LA CALABAZA (CHAAY KUUM) UNA ALTERNATIVA DEL SUMINISTRO DE CALCIO Y MAGNESIO EN LA DIETA DEL MEXICANO	263
López-Vásquez Norma Elena, Pérez-Castillo Ángel Sergio. LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DEL CULTIVO DE CEREALES EN GUANAJUATO A PARTIR DE LA FOTODETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE NITRÓGENO DISPONIBLE	264
Piña-Bernal, A; Morales-Paredes, S; Jiménez-Hernández, Y.J; Alvarado-Bárcenas E; Chablé-Moreno, Francisco. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y BIOQUÍMICAS DE BAYAS DE XOCONOSTLE CUARESMEÑO Y BURRERO EN APASEO EL ALTO GUANAJUATO	265
Cervantes-Palacio, J.L.; Carlos Eligio Hernández-Navarrete, Karen Lizeth Pozas-Irineo, Erika Terrazas-Patiño, Estéfana Alvarado-Bárcenas, Francisco Chablé Moreno. APROVECHAMIENTO DE FIBRA DIETARÍA A PARTIR DE PLÁTANO CUADRADO (<i>MUSA BALBISIANA COLLA</i>) APROVECHAMIENTO DE FIBRA DIETARÍA A PARTIR DE PLÁTANO CUADRADO (<i>MUSA BALBISIANA COLLA</i>)	271
Guajardo-Paz, I.; Valentín Robledo-Torres; Rosalinda Mendoza-Villarreal;	272
Marcelino Cabrera de la Fuente; Manuel Sandoval-Villa. RESPUESTA DEL GOLDENBERRY A LA APLICACIÓN DE RIZOBACTERIAS EN AMBIENTES PROTEGIDOS	
García-Camarena, L.F.; Francisco García Rodríguez; J. Guadalupe García-Rodríguez. BLOQUES MULTINUTRICIONALES, UNA ESTRATEGIA DE SUPLEMENTACIÓN EN OVINOS	273

- Gutiérrez-Vázquez, C.I.; Martha J. Navarro-León; Juan G. Ramírez-Pimentel; Juan C. Raya-Pérez; Juan C. Ramírez-Granados; Luis Pérez-Moreno; César L. Aguirre-Mancilla. **EVALUACION POSTRATAMIENTO BACTERICIDA EN ALMACENAMIENTO DE AJO EN CELAYA, GTO., MÉXICO** 274
- Basilio-Apolinar, A.; J. J.G. Ramírez-Pimentel; Luis Eugenio González de la Vara; Cesar L. Aguirre Mancilla; Gabriel Iturriaga; Jorge Covarrubias-Prieto; Juan Carlos Raya-Pérez. **PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE MIJO (*Panicum miliaceum* L.) EN CONDICIONES DE SEQUÍA Y SALINIDAD FERTILIZADO CON SILICIO** 275
- Oscar Rafael García-Ramírez; José Luis Camargo-Orduño; Mariana Rojas-Delgado; Blanca Cecilia-López Ramírez, Saúl Armando-Cerca -Vázquez **ALMACENAJE HERMETICO DE SEMILLAS Y GRANOS A TRAVÉS DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO (SEMITIVA)** 276

ANÁLISIS SEMÁNTICO DE PALABRAS ASOCIADAS AL MEZCAL PARA SU APLICACIÓN EN EL MERCADO ARTESANAL

Christopher, A. Aguilera Pérez¹ Paula, C. Isiordia Lachica¹; Jorge, E. Ruiz Nieto¹; Jesús, Hernández Ruiz; Ana, I. Mireles Arriaga^{1*}

¹Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la Vida, Departamento de Agronomía, Guanajuato, México. *Autor responsable: ana.mireles@ugto.mx

RESUMEN

En el análisis semántico (conceptual) se emplean diversas metodologías de origen psicológico, entre las que destaca la asociación de palabras, esta se orienta a evaluar estructuras conceptuales y construcción del pensamiento para poder comparar cultura, metodología y determinar significados. Durante su aplicación los consumidores responden con las primeras palabras que asocian al concepto solicitado, que puede ser determinado por la cultura o por los hábitos de consumo. Para este estudio se diseñó y aplicó una encuesta presencial aleatoria para identificar su información socioeconómica y las categorías conceptuales con mayor reconocimiento en los grupos de consumidores de mezcal. Mediante la asociación libre de palabras se obtuvieron los patrones de palabras de cada campo social; (tres categorías) los patrones se analizaron mediante un estudio categórico para identificar la diferencia entre las mismas destacando con mayor proporción la palabra “artesanal” para la categoría uno; siendo para la categoría dos “sabor”; y por último para la categoría tres “tradición”, lo que ha permitido demostrar que la población económicamente activa con ingresos superiores a los \$10,000.00 pesos asocia el mezcal con las características mostradas en las tres categorías. Conclusiones: el estudio conceptual podría llevar al desarrollo y avance de herramientas que permitan a los fabricantes de mezcal artesanal comprender y determinar el impacto de las diferencias culturales sobre las demandas y necesidades de los consumidores.

Palabras clave: *mezcal artesanal, análisis conceptual, análisis semántico, consumidores*

DURACIÓN DE LA ETAPA REPRODUCTIVA EN TRIGO Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE GRANO

* Juan Carlos Buenavista-Jaralillo²; Ernesto Solís-Moya¹; Luis Antonio Mariscal-Amaro¹; Aquilino Ramírez-Ramírez¹; Lourdes Ledesma Ramírez¹; María Rebeca Rendón-Reyes¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México, km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Gto. C.P. 38010. ²Tecnológico Nacional de México/IT Roque, Celaya, Guanajuato., México, km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C. P. 38110. *correo:

carlos42715@gmail.com

RESUMEN

El factor más importante en la producción de trigo es el rendimiento de grano; para que exista un alto rendimiento se debe buscar optimizar las características del cultivo como: área foliar, número de macollos fértiles, desarrollo radicular, número de espigas por unidad de superficie y número de espiguillas por espiga lo que traerá como consecuencia mayor número y peso de grano. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fecha de siembra sobre la duración de los periodos de iniciación floral a iniciación de la espiguilla terminal y su impacto sobre el rendimiento de ocho genotipos de trigo. En el Campo Experimental Bajío, se evaluaron en tres fechas de siembra, los genotipos Bárcenas S2002, Cortazar S94, Gálvez M87, Temporalera M87, Eneida F94, Juchi F2000, Camon 5 y Topacio C97. Los seis primeros son trigos harineros (*Triticum aestivum* L.) y los dos últimos, trigos cristalinos (*Triticum turgidum* var. *durum*). Las etapas fenológicas que se registraron fueron: 1) días a emergencia; 2) días a amacollo; 3) días a encañe; 4) días al espigamiento; 5) días a antesis. Se muestrearon 16 plantas por genotipo para determinar las etapas de doble cresta y de espiguilla terminal del desarrollo del ápice. En cada una de las fechas de siembra, se presentaron diferencias entre los elementos del clima (temperatura media, coeficiente fototérmico y radiación solar); y el retraso de la fecha de siembra incrementa la temperatura. Esto se reflejó en la duración de la etapa reproductiva, la cual se acorta conforme se retrasa la fecha de siembra, debido al aumento de la temperatura. La duración de la etapa reproductiva tiene un impacto importante sobre los componentes que determinan el rendimiento.

ABSTRACT

The most important factor in wheat production is grain yield; so that there is a high yield, we must seek to optimize the characteristics of the crop such as: leaf area, number of fertile tillers, root development, number of spikes per unit area and number of spikelets per spike which will result in greater number and weight of grain. The objective of this work was to evaluate the effect of the sowing date on the duration of the periods of floral initiation at the initiation of the terminal spikelet and its impact on the yield of eight wheat genotypes. In the Bajío Experimental Field, the Bárcenas S2002, Cortazar S94, Gálvez M87, Temporalera M87, Eneida F94, Juchi F2000, Camon 5 and Topacio C97 genotypes were evaluated on three planting dates. The first six are flour wheats (*Triticum aestivum* L.) and the last two, crystalline wheats (*Triticum turgidum* var. *durum*). The phenological stages that were recorded were: 1) emergency days; 2) days to amacollo; 3) days to encañe; 4) days to spike; 5) days to antesis. 16 plants were sampled per genotype to determine the double crest and terminal spikelet stages of apex development. On each of the planting dates, differences were presented between the elements of the climate (average temperature, photothermal coefficient and solar radiation); and the delay of the sowing date increases the temperature. This was reflected in the duration of the reproductive stage, which shortens as the sowing date is delayed, due to the increase

in temperature. The duration of the reproductive stage has an important impact on the components that determine performance.

INTRODUCCION

El factor más importante en la producción de trigo es el rendimiento de grano; para que exista un alto rendimiento se debe buscar optimizar las características del cultivo como: área foliar, número de macollos fértiles, desarrollo radicular, número de espigas por unidad de superficie y número de espiguillas por espiga lo que traerá como consecuencia mayor número y peso de grano. Tanto el número de granos por espiga como el peso del grano, determinan el rendimiento por unidad de superficie. El rendimiento depende de las condiciones que se presenten en cada etapa fenológica del trigo; pero una de las etapas de mayor importancia, es el periodo del crecimiento activo de la espiga, es decir, de la aparición de la espiguilla terminal hasta la antesis. Esta fase es considerada como crítica para el cultivo; por ello una condición que genere estrés, como plagas, enfermedades, temperaturas altas, déficit de agua, etc., provocará reducciones importantes en el rendimiento de grano (Solís *et al.*, 2001).

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fecha de siembra sobre la duración de los periodos de iniciación floral a iniciación de la espiguilla terminal y su impacto sobre el rendimiento de ocho genotipos de trigo.

MATERIALES Y METODOS

En el Campo Experimental Bajío, ubicado en Celaya, Gto., se evaluaron en tres fechas de siembra, con intervalos de 30 días a partir del 16 de noviembre hasta el 15 de enero, los genotipos Bárcenas S2002, Cortazar S94, Gálvez M87, Temporalera M87, Eneida F94, Juchi F2000, Camon 5 y Topacio C97. Los seis primeros son trigos harineros (*Triticum aestivum* L.) y los dos últimos, trigos cristalinos (*Triticum turgidum* var. *durum*). Se sembró con una densidad de 120 kg ha⁻¹. La parcela experimental estuvo formada por cuatro surcos de 8 m de largo separados a 30 cm. Se fertilizó con la fórmula 240-60-00, aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo a la siembra y la segunda mitad en el primer riego de auxilio. Se aplicó un calendario de cinco riegos; a los 0-35-65-85-105 días después de la siembra. Se aplicó Folicur 1000E a una dosis de ½ L ha⁻¹ para controlar roya lineal y roya de la hoja.

Las etapas fenológicas que se registraron fueron: 1) días a emergencia, de la siembra a la aparición de la primera hoja en al menos el 50 % de las plantas de la parcela; 2) días a amacollo, de la siembra a la aparición del primer macollo en el 50 % de las plantas de la parcela; 3) días a encañe, de la siembra a la detección del primer nudo en 3 tallos principales de la parcela; 4) días al espigamiento (DE); de la siembra hasta que aproximadamente el 50% de las espigas estuvieron expuestas; 5) días a antesis, de la siembra hasta que estuvieron expuestas las anteras de la parte media de la espiga en el 50 % de las espigas de la parcela.

Se muestrearon 16 plantas por genotipo para determinar las etapas de doble cresta y de espiguilla terminal del desarrollo del ápice, las cuales fueron identificadas con la utilización de un microscopio.

Asimismo, se colectaron 10 espigas por parcela en las cuales se trilló por separado los granos más próximos al raquis de cada espiguilla (granos laterales) de los más distales (de uno a tres granos situados entre los granos proximales al raquis) (Bindraban, 1997), dicha información se utilizó para analizar cómo afecta el retraso en la fecha de siembra la producción de granos en trigo.

El diseño de tratamientos fue una combinación factorial en parcelas divididas, donde las fechas de siembra fueron las parcelas principales y los genotipos las subparcelas. Las subparcelas se arreglaron en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

Se evaluó el efecto de la fecha de siembra, la temperatura, la radiación solar y del coeficiente fototérmico (CFT) sobre la producción de granos por metro cuadrado durante los periodos de iniciación floral a iniciación de la espiguilla terminal, iniciación de la espiguilla terminal a antesis y sobre el período completo de iniciación floral a antesis. Las variables de clima se tomaron de una estación meteorológica ubicada a 300 m de distancia del experimento. El coeficiente fototérmico (CFT) se calculó de acuerdo a Ortiz-Monasterio *et al.* (1994) sobre una base diaria, con los siguientes algoritmos:

Si la temperatura (T) es mayor a 10 °C, entonces:

$$\text{CFT día}^{-1} = \text{radiación solar}/(T-4.5)$$

Si $T \leq 4.5$

$$\text{CFT día}^{-1} = 0$$

Si $4.5 < T \leq 10$ entonces $\text{CFT} = \text{radiación solar} \times [(T-4.5)/5.5]/5.5$

Donde T es la temperatura media $[(\text{máx} + \text{mín})/2]$ y el CFT está expresado en $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1} \text{°C}^{-1}$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la comparación de medias indican que la fecha de siembra que obtuvo la mayor duración de la etapa reproductiva y produjo mayor número de espiguillas y granos por unidad de superficie y consecuentemente mayor rendimiento de grano fue la fecha del 15 de noviembre. Al comparar la importancia de las etapas en que se divide la fase reproductiva se observó que el carácter número de granos por unidad de superficie, fue afectado tanto por la reducción de la etapa de iniciación de la espiguilla terminal a antesis, en la cual se define el número de flores fértiles por espiga, como por la duración de la etapa de producción de espiguillas (Cuadro 1). Friend (1965), declara que en ambientes controlados se ha observado una mayor tasa de desarrollo de la espiga de trigo y un menor número final de espiguillas por espiga a temperaturas altas (30°C) que a bajas (10°C); y que el alto número de espiguillas a bajas temperaturas se atribuyó a un período más largo. Flood and Halloran, (1984) confirman al manipular la duración de las fases que determinan el rendimiento, que los factores ambientales como temperatura y fotoperiodo son los que determinan la duración de dichas fases. Por su parte Tashiro y Wardlaw, (1990) afirman que el incremento de la temperatura durante las fases de desarrollo acelera la senescencia de las hojas, lo que provoca menores tasas de crecimiento.

Si bien los granos producidos en los sitios proximales al raquis no son afectados por las condiciones climáticas ocurridas en las fechas de siembra del 15 de diciembre al 15 de enero, los granos distales si los son, lo cual pudiera indicar que en fechas tempranas se producen más flores fértiles que producen un mayor número de granos por espiguilla y, por lo tanto, mayor rendimiento de grano (Cuadro 2).

Cuadro 1. Comparación de medias por fecha de siembra de la duración de las etapas fenológicas que componen la etapa reproductiva, el número de granos y el rendimiento de grano.

FS	DCET	ETA	DCA	ESP	GM2	Rendimiento Kg/ha
15-Nov	17 A	49 A	66 A	20 A	15925 A	7735 A
15-Dic	14 B	41 B	55 B	19 B	13848 B	6828 B
15-Ene	12 C	35 C	47 C	17 C	12587 C	5184 C

FS= fecha de siembra; DCET= días de doble cresta a espiguilla terminal; ETA= días de espiguilla terminal a antesis; DCA= días de doble cresta a antesis; ESP= número de espiguillas por espiga; GM2= granos por metro cuadrado.

Reynolds *et al.*, (1996), afirma que las fases de desarrollo pueden ser modificadas, independientemente de la duración del ciclo total del cultivo para encontrar el período de tiempo óptimo de cada fase, que permita obtener un alto número de granos por unidad de superficie. Así mismo, afirma que al extender la etapa reproductiva del cultivo, se incrementa la cantidad de biomasa acumulada durante la fase de crecimiento de la espiga y el número final de granos.

Cuadro 2. Comparación de medias del número de semillas centrales, laterales y totales, en las tres diferentes fechas de siembra.

Fecha de siembra	SL	SC	ST
15-Nov	319 A	176 A	495 A
15-Dic	308 A	112 B	420 B
15-Ene	301 A	122 B	422 B

SL= número de semillas laterales; SC= número de semillas centrales; ST= número de semillas totales.

En el cuadro 3 se observa que al correlacionar la duración de la fase reproductiva con los componentes que determinan el número de granos por espiga se observó que una mayor duración de la etapa reproductiva favorece una mayor producción de granos distales y con ello, una mayor producción de granos por unidad de superficie como lo consignan Slafer y Rawson, (1996).

Cuadro 3. Correlaciones entre la duración de la etapa reproductiva y Componentes del número de granos por unidad de superficie.

	DCA	Esp	GC	GL	GT
DCA	1	0.60596 <.0001	0.67256 <.0001	0.25274 0.013	0.54423 <.0001
Esp		1	0.46796 <.0001	0.44748 <.0001	0.55726 <.0001
GC			1	0.34056 0.0007	0.78603 <.0001
GL				1	0.84892 <.0001
GT					1

DCA= días de doble cresta a antesis; Esp= número de espiguillas por espiga; GL= número de semillas laterales; GC= número de semillas centrales; GT= número de semillas totales.

En el Cuadro 4 se observa que los valores de temperatura media y radiación solar en el período de doble cresta a antesis fue similar, lo que significa que esta variable, difícilmente puede explicar la variación de la duración de esta etapa, al menos en las dos primeras fechas de siembra. Entonces los 11.4 días de diferencia entre estas dos fechas de siembra, pudieran ser atribuidas a el efecto que tiene el fotoperíodo sobre la duración de esta etapa. Slafer y Rawson (1996) consignan que la etapa reproductiva es afectada por la temperatura y el fotoperíodo, en cambio señalan que la etapa de llenado de grano solo es afectada por la temperatura. Las diferencias observadas en temperatura y radiación solar entre la primera y la tercera fecha de siembra son mayores a las que existen entre las dos primeras fechas, por lo cual, las diferencias de 18.9 días en la duración del período de doble cresta a antesis, pueden atribuirse al efecto de los dos factores.

El coeficiente fototérmico tuvo un aumento durante las tres fechas de siembra, lo cual se justifica por el incremento que presentó la temperatura y sobre todo la radiación solar. El aumento de la temperatura (a excepción de la segunda fecha de siembra), radiación solar y el coeficiente fototérmico, disminuye la duración de la etapa de doble cresta a antesis, lo cual conduce a una menor producción de granos por unidad de superficie y un menor rendimiento de grano.

Estos resultados concuerdan con los expuestos por Magrin (1993), quien demostró que valores de radiación solar y un coeficiente fototérmico muy altos, repercuten en el rendimiento de forma negativa al reducir el ciclo del cultivo, debido a la disminución de la capacidad y tiempo de asimilación de nutrimentos y como consecuencia, disminuyen componentes de rendimiento, como espiguillas por espiga y número de granos por unidad de superficie, lo cual repercute directamente en el rendimiento de grano.

Cuadro 4. Valores temperatura media, radiación solar y coeficiente fototérmico durante las tres fechas de siembra y su efecto sobre la duración de la fase reproductiva.

FS	TM	RS	CF	DCA
15-Nov	14.48	16.74	1.73	66.28 A
15-Dic	14.35	17.35	1.81	54.88 B
15-Ene	15.53	20.17	1.87	47.38 C

FS=fecha de siembra; TM= temperatura media; RS= radiación solar expresado en $MJm^{-2}s$; CF= coeficiente fototérmico ($MJ m^{-2} d^{-1} °C^{-1}$); DCA= días de doble cresta a espiguilla terminal.

En el Cuadro 5 se observa que el genotipo Camon 5, obtuvo el mayor rendimiento como consecuencia de producir un mayor número de granos por unidad de superficie. Asimismo, este material registró en promedio, un periodo reproductivo más largo, tanto en la etapa de crecimiento activo de la espiga (espiguilla terminal a antesis) como del periodo reproductivo completo (doble cresta a antesis). Al parecer, la duración de la etapa de iniciación de espiguillas (doble cresta a iniciación de la espiguilla terminal), es de menor importancia, o está asociada débilmente con el número de granos por unidad de superficie y el rendimiento de grano, ya que los genotipos más productivos registraron los valores más bajos. Esta etapa quizás está asociada con la variable número de espiguillas por espiga, ya que las variedades Gálvez M87 y Temporalera M87 son las que producen un mayor número de espigas por espiga. Los resultados de este estudio muestran que la etapa que más influye en el rendimiento de grano es la que comprende el periodo de iniciación de la espiguilla terminal a antesis tal como lo demostró Fisher (1985), y que una mayor duración, traerá como consecuencia un incremento en el rendimiento de grano. Asimismo, es evidente que esta etapa se puede alargar reduciendo incluso la etapa de iniciación de las espiguillas puesto que genotipos como Topacio C97 con periodos más largos, obtuvieron menor producción de granos y rendimiento.

Por otra parte la similitud de la duración de la etapa reproductiva de los genotipos Camon 5 y Topacio C97 y sus diferencias en número de granos y rendimiento, pone en evidencia que si bien, una mayor duración de la etapa reproductiva trae como consecuencia un incremento en el rendimiento de grano (Cuadro 1); el rendimiento depende de otros factores, entre ellos la capacidad de administrar eficientemente los asimilados producidos en las etapas vegetativa y reproductiva; esto es, en la habilidad que tienen algunos genotipos de producir sólo los tallos que puedan llegar a producir espigas con grano y evitar la producción de tallos estériles que merman el rendimiento. Los valores obtenidos por las variedades Bárcenas S2002 y Temporalera M87 demuestran que un periodo corto de iniciación de espiguillas y un periodo largo de espiguilla terminal a antesis genera un mayor rendimiento de grano, mientras que lo opuesto lo reduce.

El rendimiento de todos los genotipos disminuye en fechas tardías (siembras posteriores al 15 de diciembre) Solís (2001), los bajos rendimientos por efecto de la fecha tardía se explican por una reducción en el número de granos por metro cuadrado (GM2), causada por temperaturas altas que se presentan tres semanas antes y una semana después del periodo de antesis (Bindraban *et al.*, 1996).

Considerando lo anterior y con respecto a los resultados, la duración de la etapa reproductiva mostró una relación importante con respecto al rendimiento, y debido a esto cualquier factor que ocasione un cambio en la etapa reproductiva se verá reflejado en el rendimiento

Cuadro 5. Comparación de medias de las etapas fenológicas que cubren la fase reproductiva, el número de granos y el rendimiento por genotipo.

GENOTIPO	DCET	ETA	DCA	GPM2	REND.
Temporalera M87	18 A	39 E	56 BC	13904 ABC	6215.3 CD
Gálvez M87	16 AB	42 CD	58 AB	14357 ABC	6016.2 CD
Topacio C97	15 BC	44 AB	59 A	11564 D	5993.1 CD
Juchi F2000	14 BCD	41 DE	55 DC	15392 AB	5511.6 D
Eneida F94	14 BCD	40 DE	54 D	13045 CD	6525.5 BC
Cortázar S94	13 CD	42 CD	55 DC	13745 BCD	7284.7 AB
Camon 5	12 CD	46 A	58 A	16064 A	7588.0 A
Bárceñas S2002	12 D	43 BC	55 CD	14890 ABC	7525.5 A

DCET= días de doble cresta a espiguilla terminal; ETA= días de espiguilla terminal a antesis; DCA= días de doble cresta a antesis; ESP= número de espiguillas por espiga; GPM2= granos por metro cuadrado; REND= rendimiento de grano (kg/ha^{-1}).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados fue posible identificar que, en cada una de las fechas de siembra, se presentaron diferencias entre los elementos del clima (temperatura media, coeficiente fototérmico y radiación solar); y el retraso de la fecha de siembra incrementa la temperatura. Esto se reflejó en la duración de la etapa reproductiva, la cual se acorta conforme se retrasa la fecha de siembra, debido al aumento de la temperatura.

La duración de la etapa reproductiva tiene un impacto importante sobre los componentes que determinan el rendimiento. La mayor duración de la etapa reproductiva condujo a un mayor número de espiguillas por espiga y número de granos por unidad de superficie y en consecuencia un mayor rendimiento. Por lo tanto existe una relación alta entre la duración de la fase reproductiva y el rendimiento, la cual, depende de la temperatura y el fotoperíodo, y estos factores dependen de la fecha de siembra. Por lo tanto el retraso de la fecha de siembra disminuye los componentes que determinan el número de granos.

Se observó una correlación alta entre el rendimiento y la duración de la etapa de espiguilla terminal a antesis, y también entre ésta y el número de granos por metro cuadrado.

El genotipo que mostró mayor duración de la fase reproductiva fue Camon 5, que se tradujo en mayores valores en los componentes de rendimiento, lo cual se reflejó en un mayor rendimiento en kg ha⁻¹.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bindraban, P. S. 1997. Bridging the gap between plant physiology and breeding. Identifying traits to increase wheat yield potential using systems approaches. Thesis Landbouwniversiteit Wageningen. The Netherlands. 145 p.

Flood, R.G. and M. Halloran G. 1986. The influence of genes for vernalization response on development and growth in wheat. *Annals of Botany* 58:505-508

Friend, D. J. C. 1965. Ear length and spikelet number of wheat grown at different temperature and light intensities. *Can. J. Bot.* 43: 345-353

Magrin, G.O., A.J. Hall, C. Baldy and M.O.Grondona. 1993. Instituto de Clima y Agua. CIRIN, INTA, Buenos Aires, Argentina. 56p

Reynolds, M.P., S. Rajaram, and A. McNab, (eds.). 1996. Increasing Yield Potential in Wheat: Breaking the Barriers. Mexico, D.F. CIMMYT. 182 p.

Slafer, G.A., and Rawson, H.M. 1996. Responses to photoperiod change with phenophase and temperature during wheat development. *Field Crops Research* 37: 39-49

Solís M. E., A. Salazar Z., H. E. Villaseñor, M. E. Espitia R., G. Fuentes D., T. Cervantes S. y A. Ramírez R. 2001. Formación de variedades de trigo grupos I, II, III y V para la región de El Bajío, México. Diciembre 1995 - noviembre 1996. 139 p. (Documento de circulación interna).

Tashiro, T. and I. F. Wardlaw, 1990. The effects of high temperature at different stages of ripening on grain weight and grain dimensions in the semi-dwarf wheat 'Banks'. *Ann. Bot.* 65: 51-61.

ESTUDIOS DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE OCHO PLÁSTICOS PARA INVERNADERO EN EL CULTIVO DE LECHUGA

Perla Abigail Cárdenas Atayde¹; Alberto Sandoval Rangel^{2§}; Adalberto Benavides Mendoza²; Valentín Robledo Torres²; Marcelino Cabrera de la Fuente².

¹ Maestría en Ciencias en Horticultura, ²Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro/Salttillo, Coah. Mex.

autor responsable: asandovalr16@gmail.com

RESUMEN

Durante los últimos años la agricultura muestra una tendencia a establecer los cultivos bajo cubierta o invernadero, buscando incrementar la producción, la calidad, ampliar los periodos de cosecha y en suma reducir los efectos negativos de las condiciones climáticas adversas, de igual forma ha crecido la oferta de cubiertas y la necesidad de validar su efectividad antes de colocarlas en el mercado. Con este antecedente, se realizó esta investigación con el propósito de evaluar la efectividad biológica de 8 plásticos para invernadero en el cultivo de lechuga. El estudio se realizó durante el ciclo otoño invierno 2019. Se evaluaron ocho cubiertas de polietileno (PE) o plástico y se compararon con un PE nacional y un PE de exportación. Cada plástico constituyó un tratamiento y cada tratamiento se evaluó en 4 repeticiones. La repetición consistió en un túnel de 50 m² (5 ×10 m) y 3.5 m de altura, con paredes de malla antiáfidos. Se midió: Porcentaje de sombreo, temperatura y humedad relativa, conductancia estomática, clorofila A, B y total, número, largo y ancho de las hojas, peso fresco y seco de hojas y peso fresco a la cosecha. El porcentaje de sombreo fue diferente en cada PE con un rango de 16.27 a 42.87 y la temperatura y la humedad relativa no mostraron diferencia. Los PE afectaron la conductancia estomática y el contenido de clorofila A, B y total, el crecimiento y el rendimiento.

Palabras clave: *Agricultura protegida, cubiertas*

ESPECIES FITOPATÓGENAS DE LA FAMILIA BOTRYOSPHAERIACEAE ASOCIADAS A ENFERMEDADES DE MANGO EN MÉXICO

Alicia Castañeda Moreno¹, Francisco Osorio Acosta¹, Alin Malpica Vázquez^{1§}

¹ Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, Agroecosistemas Tropicales, Veracruz, Veracruz. Autor responsable[§]:

alinmalpica@gmail.com

RESUMEN

Los hongos fitopatógenos causan pudrición en flores, frutos y en complejo muerte descendente en árboles de mango. El objetivo de la investigación fue identificar los hongos de la familia Botryosphaeriaceae en zonas productoras de mango en México. La recolecta de frutos se realizó mediante muestreo cinco de oros, con muestra representativa de 10 frutos. En laboratorio los frutos se colocaron en cámara húmeda para el desarrollo de hongos. Posteriormente, se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2% por 3 minutos, se enjuagaron 3 veces con agua estéril y se secaron en la campana de flujo laminar. De la zona del pedúnculo del fruto, se realizaron 5 cortes de 0.2 cm², y se sembraron en 5 de oros en cultivo PDA. Los aislados se identificaron mediante los marcadores moleculares ITS1 e ITS4, los productos obtenidos se secuenciaron y analizaron mediante BLAST en la página del Centro Nacional para la Información Biotecnológica (NCBI). Por otro lado, se realizó una prueba de patogenicidad en frutos sanos mediante los postulados Koch. Se halló el hongo *Neofusicoccum mangiferae* en aislado del estado de Guerrero y Veracruz. *Lasiodiplodia theobrame* en Chiapas, Guerrero y Veracruz. *L. pseudotheobrame* en Guerrero y Sinaloa. Se encontró 99% de similitud en comparación con las secuencias reportadas en el NCBI para las tres especies. Finalmente en los postulados de Koch se manifestó la enfermedad.

Palabras clave: Fitopatógenos, fruto, PCR.

EFFECTO INHIBIDOR DE TRES PRODUCTOS PARA EL CONTROL DE *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) EN MANGO

Alicia Castañeda Moreno^{1§}, Francisco Osorio Acosta¹, Juan Antonio Villanueva Jimenez¹, Juan Carlos

Noa Carrazana², Felipe Gallardo Lopez¹

¹ Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, Agroecosistemas Tropicales, Veracruz, Veracruz. ² Instituto de Biotecnología y Ecología aplicada (INBIOTECA) Universidad Veracruzana., Xalapa Veracruz, México. Autor

responsable§:castaneda.moreno@colpos.mx

RESUMEN

El manejo agronómico inadecuado del cultivo de mango, genera frutos de mala calidad que son poco apreciados por los consumidores. El objetivo de la investigación fue identificar el efecto inhibitorio de tres productos químicos de origen vegetal en *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) en mango. Se utilizó la técnica de dilución en Papa Dextrosa Agar en cajas Petri de 9 cm de diámetro. Se aplicó la concentración del producto al medio de cultivo antes de solidificar, se dejó reposar a temperatura ambiente por 24 horas y a 4° C por 24 horas. Se colocó una rodaja de 0.3 cm de diámetro del hongo de 7 días de crecido en el centro de la caja Petri. El crecimiento micelial del hongo se midió con un vernier durante 7 días. Se hicieron 5 repeticiones más un testigo. Se determinó el porcentaje de inhibición de timol, orégano y citro plus para la concentración (0.001, 0.01, 1, 10%), dosis intermedias para orégano y Citro plus (0.003, 0.03, 0.3 y 3) y Happy varr (0.003, 0.03, 0.06, 0.09%). El análisis estadístico determinó la concentración letal 50 de cada producto mediante análisis probit en el programa estadístico SAS. Se encontró que la inhibición contra *C. gloeosporioides* en timol fue de 76.3%, CL₅₀ de 0.06%, orégano 58% y CL₅₀ de 0.3% y Citro Plus 56%, CL₅₀ del 1%, siendo este último el menos efectivo. Con respecto a las concentraciones intermedias, no mostraron inhibiciones relevantes hacia el fitopatógeno.

Palabras clave: Control, fitosanidad, fruto.

EFFECTO DEL ÁCIDO SALÍCILICO EN LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.)

Diana Elizabeth Escobedo-Álvarez¹; Jorge Covarrubias-Prieto¹; Jorge Alberto Acosta-Gallegos²; Carlos Alberto Flores-Gómez¹; Magdalena Mendoza-Sánchez³; César Leobardo Aguirre-Mancilla^{1*}

¹Tecnológico Nacional de México/ IT Roque, Celaya, Gto. ²INIFAP-CEBAJ, Celaya, Gto. ³Universidad Autónoma de Querétaro * ceaguirre@itroque.edu.mx

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una leguminosa de alta producción a nivel mundial y nacional. Durante la germinación de las leguminosas ocurren cambios fisiológicos y bioquímicos que modifican su composición nutrimental. Por otro lado, la aplicación de elicitores durante dicha etapa, activa vías de señalización que promueven la síntesis de compuestos con actividad biológica.

Por lo anterior, se llevó a cabo la aplicación de ácido salicílico (AS), empleado como elicitador, durante la germinación; se colocaron muestras de garbanzo tipo desi, variedad Patrón dentro de una cámara de germinación a 25 °C. Se asperjaron con diferentes concentraciones de AS (1 y 5 mM) y agua destilada como testigo; las aplicaciones se realizaron diariamente. Se midió porcentaje de germinación y longitud de radícula a las 24, 48, 72 y 96 horas.

Durante las primeras 24 horas no se presentaron diferencias estadísticas en las variables evaluadas; sin embargo, a las 48 horas se encontraron diferencias entre el porcentaje de germinación del testigo y el tratamiento AS 5 mM; el tratamiento AS 1 mM no presentó diferencias con respecto al testigo, pero sí con ácido AS 5 mM. En la longitud de radícula, se observó un comportamiento similar a la germinación durante las primeras 48 horas; a las 72 horas, el tratamiento AS 1 mM tuvo una menor longitud de radícula que el testigo y AS 5 mM tuvo una menor longitud que AS 1 mM.

Palabras clave: Germinados, elicitores, ácido salicílico, *Cicer arietinum*

FACTORES CONTROLABLES DE LA PRODUCCIÓN QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL TRIGO

*Miguel Ángel Gamucero-Zarate²; Ernesto Solís-Moya¹; Luis Antonio Mariscal-Amaro¹; Aquilino Ramírez-Ramírez¹; María Rebeca Rendón-Reyes¹; Juan Carlos Buenavista-Jaralillo²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México, km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Gto. C.P. 38010. ²Tecnológico Nacional de México/IT Roque, Celaya, Guanajuato., México, km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C. P. 38110. *correo: miguel.g290995@gmail.com

RESUMEN

El trigo duro o cristalino *Triticum durum* es la segunda especie en importancia que se cultiva de trigo en el mundo, su uso principal es para la fabricación de pastas o macarrones. Para lograr un aumento de la productividad del cultivo es necesario conocer en profundidad los factores que afectan a los componentes individuales del rendimiento y así realizar un manejo más eficiente del trigo. La fecha de siembra, la densidad de plantas por hectárea, la fertilización, el control de malezas y las enfermedades son algunos de los factores limitantes de la producción de trigo. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la fecha de siembra, densidad de siembra, dosis y época de aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento de grano de la variedad Aconchi C89. Se evaluó la variedad Aconchi C89 en tres fechas de siembra; tres dosis de nitrógeno; tres densidades de siembra: 60, 120 y 180 kg/ha de semilla. El diseño experimental fue un parcelas sub-subdivididas. El ciclo vegetativo de la variedad Aconchi C89 fue afectado por la fecha y la densidad de siembra. En cambio, se observó poco efecto de la dosis de nitrógeno y las épocas de aplicación. Con mayor dosis de nitrógeno y más alta densidad de siembra se obtuvieron los rendimientos más elevados en las tres fechas de siembra. No se observaron diferencias entre tratamientos de épocas de aplicación, lo cual implica que el dividir el nitrógeno en tres o cuatro épocas de aplicación no disminuye significativamente el rendimiento de grano.

ABSTRACT

Hard wheat or crystalline *Triticum durum* is the second most important species that is grown in wheat in the world, its main use is for the manufacture of pasta or macaroni. In order to achieve an increase in crop productivity, it is necessary to know in depth the factors that affect the individual components of the yield and thus perform a more efficient management of wheat. Planting date, plant density per hectare, fertilization, weed control and diseases are some of the limiting factors of wheat production. The objective of this work was to determine the effect of the sowing date, sowing density, dose and nitrogen application time on the grain yield of the Aconchi C89 variety. The Aconchi C89 variety was evaluated on three planting dates; three doses of nitrogen; three planting densities: 60, 120 and 180 kg / ha of seed. The experimental design was a sub-subdivided plots. The vegetative cycle of the Aconchi C89 variety was affected by the date and planting density. On the other hand, there was little effect on the dose of nitrogen and the times of application. With higher doses of nitrogen and higher planting density, the highest yields were obtained on the three planting dates. No differences were observed between treatments of times of application, which implies that dividing nitrogen into three or four times of application does not significantly decrease grain yield.

INTRODUCCION

El trigo duro o cristalino *Triticum durum* es la segunda especie en importancia que se cultiva de trigo en el mundo (Hanson *et al.*, 1982), su uso principal es para la fabricación de pastas o macarrones. Para lograr un aumento de la productividad del cultivo es necesario conocer en profundidad los factores que afectan a los componentes individuales del rendimiento y así realizar un manejo más eficiente del trigo. La fecha de siembra, la densidad de plantas por hectárea, la fertilización, el control de malezas y las enfermedades son algunos de los factores limitantes de la producción de trigo (Soomro *et al.*, 2009). En siembras tempranas hay rendimientos mayores que en siembras tardías debidos al ciclo biológico más prolongado, crecimiento vigoroso asociado a la emergencia rápida y uniforme de las plántulas y combinación adecuada de tamaño de hojas y número de macollos (Suaste *et al.*, 2013). Diversos estudios han mostrado incrementos en rendimiento con el aumento de la densidad de siembra (Blue *et al.*, 1989; Anderson *et al.*, 2004). La utilización de fertilizante nitrogenado es esencial para optimizar los rendimientos en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.); su manejo eficiente logra incrementar los rendimientos y reducir los costos de producción. El número de espiguillas por espiga se incrementa al aumentar la dosis de nitrógeno, sin embargo, el rendimiento solo se incrementa hasta una dosis de 230 kg ha⁻¹ (Grijalva *et al.*, 2016).

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la fecha de siembra, densidad de siembra, dosis y época de aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento de grano de la variedad Aconchi C89.

MATERIALES Y METODOS

Se evaluó la variedad Aconchi C89 en tres fechas de siembra: 15 de noviembre, 16 de diciembre y 16 de enero; tres dosis de nitrógeno: 180, 240 y 300 kg/ha; tres densidades de siembra: 60, 120 y 180 kg/ha de semilla y tres épocas de aplicación del fertilizante nitrogenado. El diseño experimental fue un parcelas sub-subdivididas donde la parcela grande fueron las fechas de siembra, la parcela mediana las dosis de nitrógeno, la parcela chica las densidades de siembra y la sub-subparcela las épocas de aplicación. Se aplicó un calendario de cuatro riegos (0-45-75-100) y una dosis de 46 kg/ha de P₂O₅. En el Cuadro 1 se presentan las variantes de los factores estudiados en este experimento. En el Cuadro 2 se presenta la forma en que se distribuyó el fertilizante nitrogenado para las tres épocas de aplicación.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados en el estudio del carácter panza blanca.

Fecha de siembra	Dosis de Nitrógeno (kg/ha)	Densidad (kg/ha)	Épocas de aplicación (días)
15 noviembre	180	60	0-45
16 diciembre	240	120	0-45-75
16 enero	300	180	0-45-75-100

Cuadro 2. Tratamientos de fertilización nitrogenada*.

Dosis kg/ha	Épocas de aplicación	Tratamientos kg/ha
180	2	90-90
	3	80-40-60
	4	80-30-30-40
240	2	120-120
	3	100-60-80
	4	100-40-40-60
300	2	150-150
	3	120-80-100
	4	100-60-60-80

* La fuente utilizada fue urea (46 % de Nitrógeno).

La parcela experimental constó de seis surcos de 6 metros de longitud, con una distancia de 30 cm entre surcos. La parcela útil estuvo integrada por los cuatro surcos centrales de cada unidad experimental. Las variables medidas fueron altura de planta, días a espigamiento y madurez y rendimiento de grano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características agronómicas

En el Cuadro 3 se presentan las medias de días a floración y madurez para los factores principales, donde se puede observar que la fecha de siembra fue la variable que más efecto tuvo sobre el ciclo vegetativo del trigo. La siembra del 15 de noviembre originó los ciclos más largos y la del 15 enero los más cortos. La diferencia entre la siembra temprana y la tardía en la etapa juvenil del cultivo (de siembra a floración) fue de 13 días, en tanto que sobre la etapa reproductiva (floración a madurez) fue de 10 días. Resultados similares fueron reportados por Solís *et al.* en 1994. Por su parte Villalpando (s.f.) explica que la temperatura afecta el desarrollo de las plantas a través de su influencia sobre la velocidad de los procesos metabólicos. Así, se tiene que temperaturas bajas retardan el desarrollo, mientras que temperaturas altas (hasta cierto límite) lo aceleran por lo que acortan el ciclo vegetativo de las plantas.

La dosis de nitrógeno mostró un efecto de poca consideración sobre el ciclo vegetativo; en la etapa de floración hubo apenas una diferencia de un día en la dosis de 180 comparada con las de 240 y 300 kg/ha. En la etapa de madurez se observó una tendencia similar, registrando la dosis de 300 kg/ha un día más que las dosis de 180 y 240 kg/ha de nitrógeno.

Después de la fecha de siembra, la densidad fue el factor que más afectó el ciclo del trigo. La menor densidad originó los mayores ciclos de cultivo registrando una diferencia de tres días contra la densidad de 120, y de cuatro días con la de 180 en días a floración, y de tres días para la variable días a madurez.

Las épocas de aplicación al igual que las dosis de nitrógeno poco afectaron la duración del ciclo vegetativo del trigo; el tratamiento con dos épocas de aplicación de nitrógeno registró un ciclo de 85 días a floración mientras que con tres y cuatro aplicaciones se registró un ciclo de 84 días. A madurez los tres niveles de este factor mostraron el mismo número de días.

Cuadro 3. Medias de días a floración y madurez de los factores estudiados en el experimento.

Factor	Días a Flor	Días a Madurez
Fechas de Siembra		
15 noviembre	91	143
16 diciembre	84	133
16 enero	78	120
Dosis de Nitrógeno kg/ha		
180	84	132
240	85	132
300	85	133
Densidad de Siembra kg/ha		
60	86	134
120	84	131
180	83	131
Épocas de Aplicación de Nitrógeno		
2	85	132
3	84	132
4	84	132

Rendimiento de grano

Los resultados del análisis de varianza del Cuadro 4 muestran que hubo diferencias altamente significativas para los factores principales: fechas de siembra, dosis de nitrógeno y densidad de siembra, mas no para épocas de aplicación del fertilizante nitrogenado.

Cuadro 4. Análisis de varianza, para la variable rendimiento de grano, para detectar diferencias entre fechas de siembra, dosis de nitrógeno, densidad de siembra y épocas de aplicación del fertilizante nitrogenado.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Calc	Pr > F
Repeticiones	3	25847060	8615687	1.42	0.3251
Fechas de Siembra (A)	2	1434215166	717107583	118.57	0.00000
Error	6	36287597	6047933		
Dosis de Nitrógeno (B)	2	17969581	8984790	7.34	0.0047
AB	4	9656983	2414246	1.97	0.1421
Error	18	22034960	1224164		
Densidades de Siembra (C)	2	135522881	67761440	70.74	0.00000
AC	4	13682721	3420680	3.57	0.0118
BC	4	6379101	1594775	1.66	0.1716
ABC	8	7409415	926177	0.97	
Error	54	51727330	957914		
Épocas de Aplicación (D)	2	834244	417122	0.73	
AD	4	649315	162329	0.29	
BD	4	9781043	2445261	4.30	0.0025
ABD	8	6308570	788571	1.39	0.2059
CD	4	561372	140343	0.25	
ACD	8	2546904	318363	0.56	
BCD	8	6756442	844555	1.49	0.1663
ABCD	16	5306803	331675	0.58	
Error	162	92121371	568650		
Total	323	1885598859			

Coefficiente de Variación: 10.15%.

En el Cuadro 5 se presentan las comparaciones de medias de los cuatro factores estudiados, donde se puede observar que las siembras tempranas producen rendimientos más altos que las tardías, lo que concuerda con lo señalado por Solís *et al.* en 1990, quienes recomiendan que el período óptimo de siembra para el trigo en El Bajío es del 15 de noviembre al 31 de diciembre. El incrementar la dosis de nitrógeno originó rendimientos más altos, pero las diferencias no fueron tan grandes como las observadas entre fechas de siembra. Hubo diferencias significativas entre las densidades de 120 y 180 kg/ha de semilla, pero éstas fueron de sólo 350 kg/ha; en cambio, entre la de 180 y 60 fueron de 1514 kg/ha, esto es, con la dosis recomendada (120 kg/ha de semilla) se pueden

obtener rendimientos similares que, con densidades mayores, pero 60 kg/ha de semilla son insuficientes. No hubo diferencias significativas entre épocas de aplicación, es decir, los tratamientos evaluados no reducen el rendimiento de grano.

Los factores principales no son independientes, ya que la diferencia entre los efectos simples de cada uno de ellos varía con los niveles de los otros por lo que es necesario analizar la respuesta de cada uno con los niveles de los demás factores.

Cuadro 5. Medias de rendimiento de los factores estudiados en el experimento.

Factor	Rendimiento kg/ha
Fechas de Siembra	
15 Noviembre	9483 A
16 Diciembre	8274 B
16 Enero	4540 C
Dosis de Nitrógeno Kg/ha	
300	7749 A
240	7361 B
180	7186 B
Densidad de Siembra kg/ha	
180	8055 A
120	7700 B
60	6541 C
Épocas de Aplicación de Nitrógeno	
2	7468 A
3	7468 A
4	7360 A

Medias unidas por la misma letra son iguales significativamente (Tukey 0.05)

Fechas de Siembra

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza, el rendimiento de grano se ve afectado por la fecha de siembra, independientemente de la fertilización nitrogenada; esto es, las diferencias en rendimiento en las dosis de nitrógeno evaluadas fueron constantes al variar la fecha de siembra (Figura 1). Con la aplicación de 180 kg/ha de nitrógeno se produjeron rendimientos inferiores a los obtenidos con las dosis de 240 y 300 en la siembra del 15 de

noviembre, pero a partir del 16 de diciembre se obtuvo el mismo rendimiento que con 240; en siembras tardías, como la efectuada el 16 de enero, con la aplicación de 180 kg/ha de nitrógeno se observaron rendimientos similares que con las dosis de 240 y 300 kg/ha. Por lo anterior se puede asumir que en fechas tardías al fertilizar con 180 kg/ha de nitrógeno se obtendrán los mismos rendimientos que con 300 tal como lo reportaron Solís *et al.* en 1994.

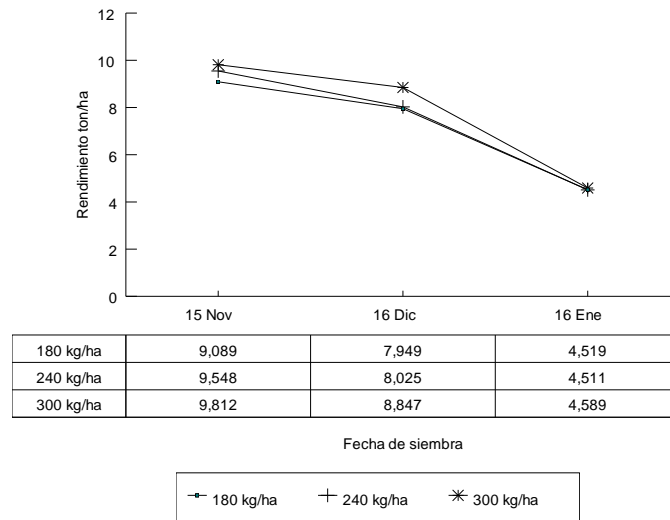


Figura 1. Efecto de la fecha de siembra y la dosis de nitrógeno sobre el rendimiento de grano del trigo duro.

La Figura 2 muestra la naturaleza de la interacción entre las densidades y las fechas de siembra. Al parecer con las densidades de 120 y 180 kg/ha de semilla se obtuvo un rendimiento superior al registrado con la de 60 kg/ha. La información presentada en el Cuadro 6 justifica este enfoque, pero muestra también que existen diferencias entre las densidades de 120 y 180 kg/ha. El análisis de los efectos simples de la densidad de 120 con la de 180 kg/ha en las tres fechas de siembra mostró que con las dos densidades se obtuvo estadísticamente el mismo rendimiento en las fechas del 15 de noviembre y el 16 de diciembre pero la de 180 superó a la de 120 en la siembra del 16 de enero. Esto sugiere que en siembras tempranas (noviembre y diciembre), con 120 kg/ha de semilla, es posible obtener rendimientos de grano tan altos como los registrados con la densidad de 180, pero en las siembras de enero es necesario incrementar la densidad hasta 180 kg/ha para obtener rendimientos superiores a las 5 t/ha.

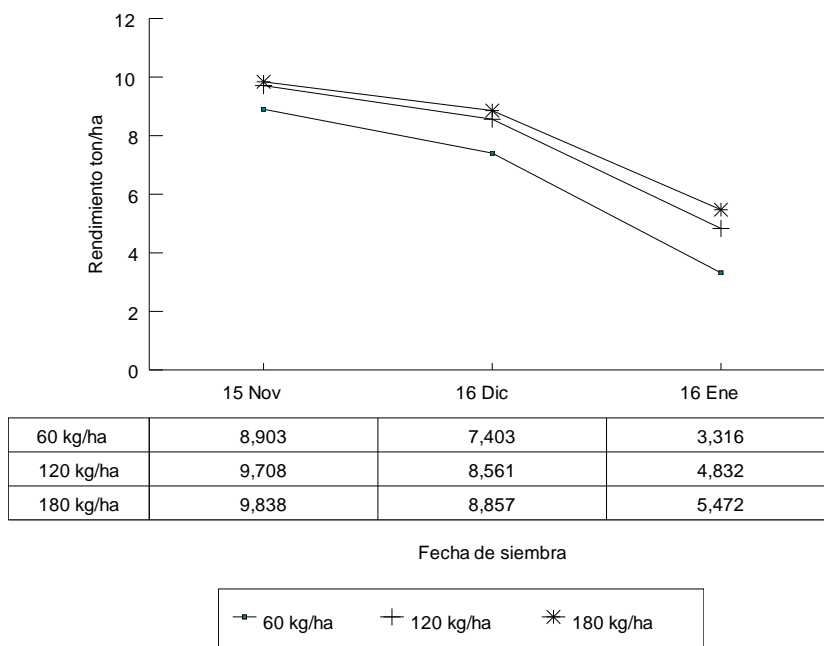


Figura 2. Efecto de la fecha y la densidad de siembra sobre el rendimiento de grano del trigo duro.

Cuadro 6. Comparaciones entre los componentes de la interacción fechas y densidades de siembra.

Comparaciones de tratamientos	GL	CM	F Cal.	F tablas 5%	F tablas 1%
Entre las densidades 120 vs 180	1	40904552.1	42.7**	4.02	7.12
Entre las densidades 60 vs 120	1	435473424.0	454.6**		
Entre las densidades 60 vs 180	1	743307520.1	776.0**		
Densidades 120 vs 180 en fecha 15 nov.	1	612045.4	0.6		
Densidades 120 vs 180 en fecha 16 dic.	1	3144120.0	3.3		
Densidades 120 vs 180 en fecha 15 ene.	1	14746880.0	15.4**		

* = significativo al 5 %; ** = significativo al 1 %

No se observó diferencia significativa en la interacción entre los factores fechas de siembra y épocas de aplicación de nitrógeno (Figura 3), lo cual indica que la magnitud de las diferencias entre tratamientos de densidad de siembra se mantuvo constantes al variar la dosis de nitrógeno.

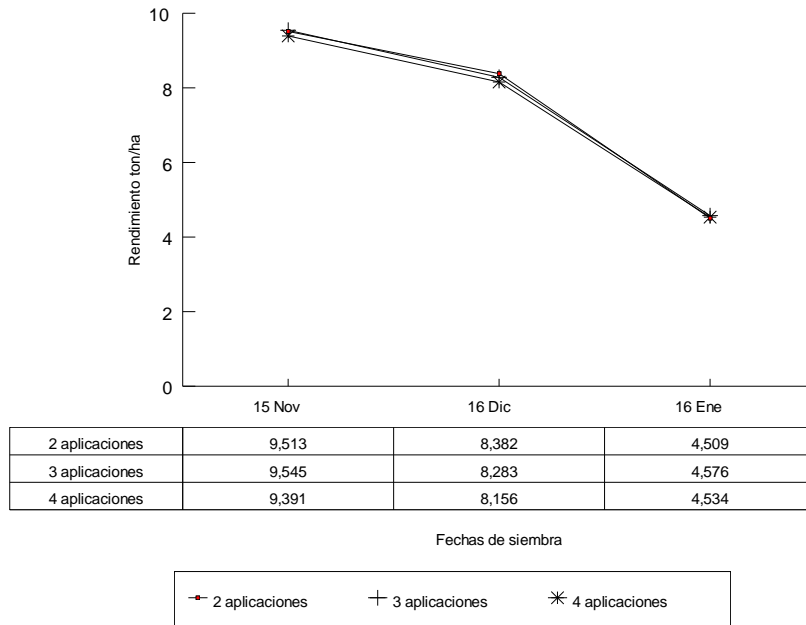


Figura 3. Efecto de la fecha de siembra y la época de aplicación del nitrógeno sobre el rendimiento del trigo duro.

El análisis revela que los efectos de las dosis de nitrógeno y la densidad de siembra fueron los mismos para las tres fechas de siembra (no se registraron valores de F significativos para la interacción ABC).

El valor de F no significativo de la triple interacción ABD implica que los efectos de la dosis de nitrógeno y las épocas de aplicación fueron los mismos en las tres fechas de siembra.

Los efectos de la densidad de siembra y las épocas de aplicación mostraron el mismo comportamiento en las tres fechas de siembra de acuerdo al valor de F no significativo de la interacción ACD del análisis de varianza.

El valor de F no significativo entre los cuatro factores estudiados indica que los efectos de los tratamientos de nitrógeno, densidad de siembra y número de aplicaciones del fertilizante nitrogenado fueron los mismos para las tres fechas de siembra.

Dosis de Nitrógeno

No se observó diferencia significativa en la interacción entre los factores dosis de nitrógeno y densidad de siembra (Figura 4), lo cual implica que la magnitud de las diferencias entre densidades fue la misma con las tres dosis de nitrógeno. Con las densidades de 120 y 180 kg/ha de semilla se obtuvieron rendimientos muy similares, sobre todo con la dosis de 240 kg/ha de nitrógeno. Con la densidad de 60 kg/ha de semilla se obtuvo casi lo mismo con las tres dosis de nitrógeno evaluadas.

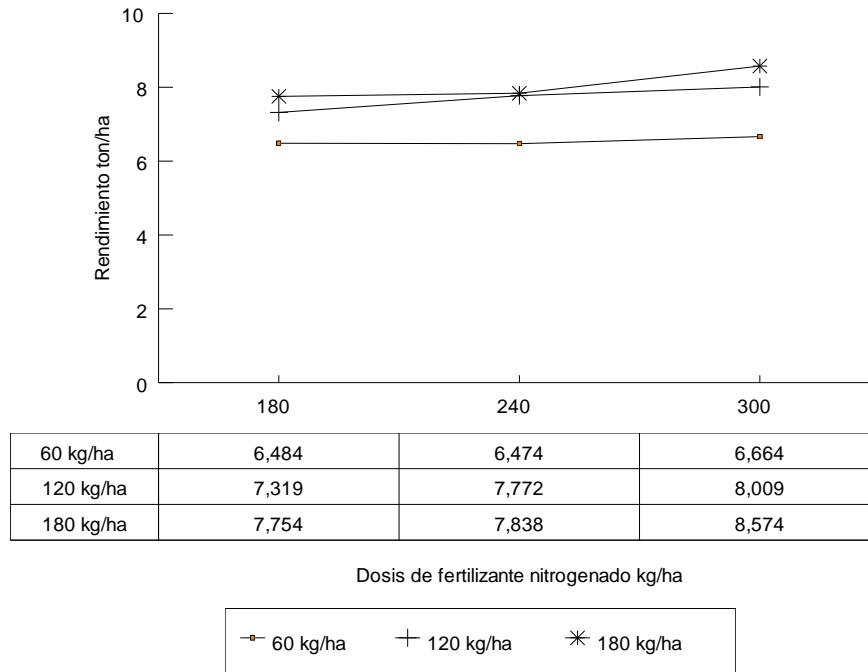


Figura 4. Efecto de la dosis de nitrógeno y la densidad de siembra sobre el rendimiento de grano del trigo duro.

La Figura 5 muestra la naturaleza de la interacción entre los factores dosis de nitrógeno y épocas de aplicación, la cual resultó significativa. No existieron diferencias entre épocas de aplicación con la dosis de 180 kg/ha de nitrógeno pero sí entre las de 240 y 300. La información del Cuadro 7 muestra que con los tratamientos de dos y tres aplicaciones de nitrógeno se obtuvo el mismo rendimiento. Al comparar los tratamientos de dos y cuatro épocas de aplicación se observó que dos aplicaciones es igual a cuatro con la dosis de 180 kg/ha; superior con la dosis de 240 e inferior con la de 300 kg/ha de nitrógeno. Esto quizás es debido a que con el tratamiento de 300 kg/ha de nitrógeno y cuatro épocas de aplicación se fertilizó con 160 unidades hasta el primer riego de auxilio, lo cual fue suficiente para un buen inicio del cultivo y el nitrógeno aplicado en los otros dos riegos de auxilio sirvió para incrementar ligeramente el rendimiento de grano.

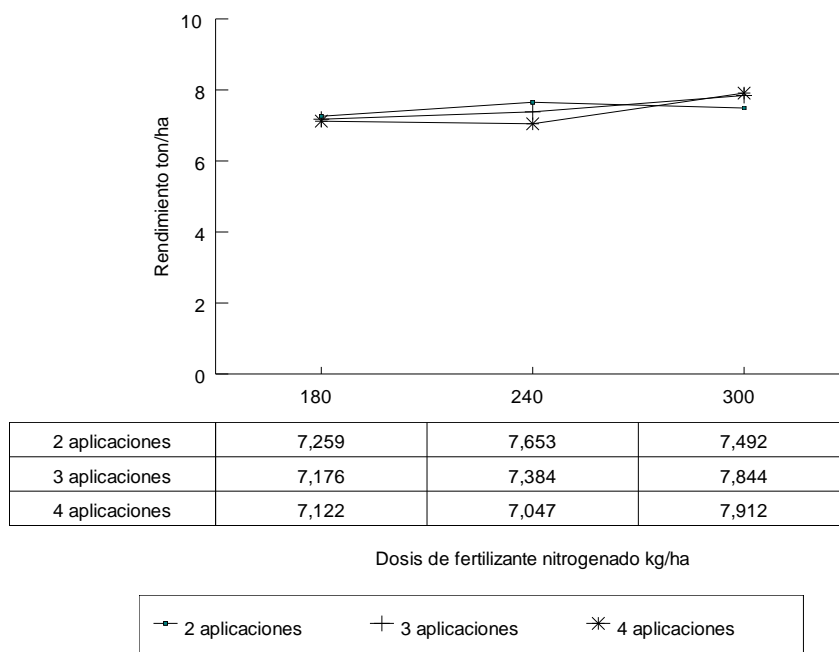


Figura 5. Efecto de la dosis y las épocas de aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento del trigo duro.

Cuadro 7. Comparaciones entre los componentes de la interacción dosis de nitrógeno y épocas de aplicación.

Comparaciones de tratamientos	GL	CM	F Cal.	F tablas 5%	F tablas 1%
Entre 2 vs 3 épocas de aplicación	1	0.0	0.0	3.91	6.81
Entre 2 vs 4 épocas de aplicación	1	3753260.4	6.6*		
Entre 3 vs 4 épocas de aplicación	1	3753260.4	6.6*		
Entre 2 vs 4 épocas de aplic. con 180***	1	675136.1	1.2		
Entre 2 vs 4 épocas de aplic. con 240	1	13190213.4	23.2**		
Entre 2 vs 4 épocas de aplic. con 300	1	6331094.7	11.1**		

* = significativo al 5 %; ** = significativo al 1 %; *** kg/ha de nitrógeno.

Los efectos de la densidad de siembra y las épocas de aplicación fueron los mismos para las tres dosis de nitrógeno de acuerdo al valor de F no significativo de la interacción BCD del análisis de varianza.

Densidad de Siembra

La interacción entre densidad de siembra y épocas de aplicación no resultó significativa. En la Figura 6 se observa que para las tres densidades de siembra evaluadas, la división del nitrógeno en dos, tres o cuatro aplicaciones poco afecta el rendimiento de grano.

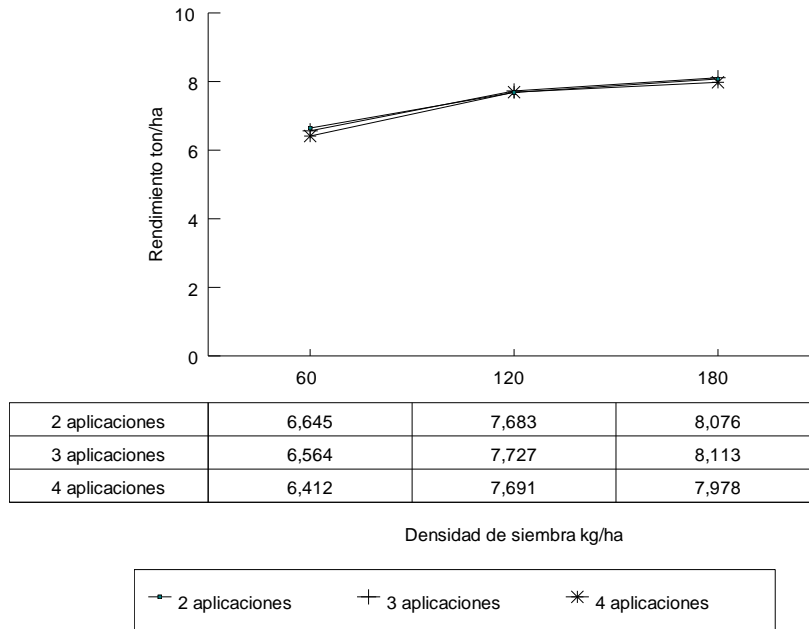


Figura 6. Efecto de la densidad de siembra y las épocas de aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento del trigo duro.

CONCLUSIONES

- 1) El ciclo vegetativo de la variedad Aconchi C89 fue afectado por la fecha y la densidad de siembra. En cambio, se observó poco efecto de la dosis de nitrógeno y las épocas de aplicación. En las siembras del 15 de noviembre se registró un ciclo de 143 días contra 133 y 120 originado por las fechas del 16 de diciembre y 16 de enero, respectivamente. La densidad de siembra tuvo un efecto menor que la fecha de siembra, registrando la densidad de 60 kg/ha un ciclo de 134 días contra 131 producido por las densidades de 120 y 180 kg/ha.
- 2) La siembra del 15 de noviembre produce rendimientos de grano superiores a los de la siembra del 16 de diciembre y ésta a los de la del 15 de enero, no obstante que se apliquen en ésta última más riegos.
- 3) Con mayor dosis de nitrógeno y más alta densidad de siembra se obtuvieron los rendimientos más elevados en las tres fechas de siembra.
- 4) No se observaron diferencias entre tratamientos de épocas de aplicación, lo cual implica que el dividir el nitrógeno en tres o cuatro épocas de aplicación no disminuye significativamente el rendimiento de grano.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anderson, W. K., and A. Impiglia. 2002. Management of dryland wheat. *In*: Curtis, B.C., S. Rajaram and H. Gómez Macpherson (eds). Bread Wheat: Improvement and Production. FAO Plant Production and Protection Series. No. 30. <http://www.fao.org/docrep/006/y4011e/y4011e0s.htm#bm28>. (Consulta: diciembre 2011).
- Blue, E. N., S. C. Mason, and D. H. Sander. 1989. Influence of planting date, seeding rate, and phosphorus rate on wheat yield. *Soil Sci. Soc. Amer.* 82: 762–768.
- Grijalva C. R. L., Robles C. F., Macías D. R., Santillano C. J., y Núñez R. F. 2016. Nitrógeno en trigo y su efecto en el rendimiento y en la concentración de nitratos y potasio en el extracto celular de tallo. (ECT). *Acta universitaria*, 26 (5): 48-54. <https://dx.doi.org/10.15174/au.2016.963>.
- Hanson, H., Borlaug, N. E., y Anderson, R. G. 1982. *Trigo en el tercer mundo*. México. El Batán, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).
- Solís Moya, E., Díaz de León Tobías, G., Salazar Zazueta, A., Mejía Avila, C. y Galván Castillo, F. 1994. *Efecto de los factores controlables de la producción sobre la calidad y el rendimiento del trigo duro*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Centro de Investigación Regional del Centro. (Publicación Especial No. 4).
- Solís Moya, E., Díaz Castro, G., Arévalo Valenzuela, A., Rodríguez González, H., Vuelvas Cisneros, M.A., Rizo López, F., Castrejón Sanguino, A. 1990. *Guía para cultivar trigo de riego y temporal en Guanajuato*. Celaya, Gto., México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Centro de Investigaciones Forestales y agropecuarias de Guanajuato. (Folleto para Productores Núm.3).
- Soomro, U. A., M. U. Rahman, E. A. Odhano, S. Gul, and A. Tareen, 2009. Effects of sowing method and seed rate on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum*). *World J. Agr. Sci.* 5: 159–162.
- Suaste F., M. P., Solís M. E., Ledesma R. L., de la Cruz G. M. L., Grageda C. O. A. y Báez P., A. 2013. Efecto de la densidad y método de siembra en el rendimiento de grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Bajío, México. *Agrociencia*, 47(2), 159-170.
- Villalpando, Ibarra, J.F. (s.f.) *Metodología de investigación en agroclimatología*. Curso de orientación para aspirantes a investigadores del INIP, INIF, e INIA (Tronco Común). México, D.F. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Consejo Directivo de la Investigación Agrícola, Pecuaria y Forestal.

UTILIZACIÓN DE FORRAJES NATIVOS PARA ELABORACIÓN DE BLOQUES NUTRICIONALES REGIONALES COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO DE CAPRINOS

J. Encarnación García-Portuguez

¹UEMSTAyCM/CBTa. No. 105. CBTa. No. 105. Km. 12. Carretera Federal. La Piedad-Pénjamo. La Estrella. Pénjamo. Gto.

México. CP. 36933. Correo-e: cameshon@hotmail.com

RESUMEN

Utilizando un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones se realizó un ensayo experimental en el CBTa. No. 105. La Estrella. Pénjamo. Gto., con el propósito de evaluar la factibilidad técnica-productiva y económica de incorporar follaje arbóreo de injerto (*Psittcanthus calyculatus*) en bloques nutricionales regionales (BNR). En la Fase I, se elaboraron los BNR-1 (Urea 5%, melaza 40 %, sal común 4%, cal 6%, cemento 4%, rastrojo molido de sorgo 24%, minerales 2% y follaje molido de árbol de injerto 15%) y BNR-2 (Urea 5%, melaza 40 %, sal común 4%, cal 6%, cemento 4%, rastrojo molido de sorgo 14%, minerales 2% y follaje molido de árbol de injerto 25%). Los tratamientos se caracterizaron como: T-0: Caprinos que no recibieron algún tipo de BNR; T-1: caprinos que recibieron BNR-1 y T-2: caprinos que recibieron BNR-2. En la Fase II se realizó la prueba de comportamiento productivo. Los BNR-2 presentaron mejores características físicas (Dureza) y químicas (24.70% de proteína cruda y 10.65% de fibra curda), con costos de MN \$4.40/Kg. Los diferentes BNR fueron preferidos de igual forma por los caprinos. La suplementación con cualquiera de los BNR mejoro las ganancias de peso ($P < 0.05$). Se concluye que la elaboración artesanal de los BNR fue sencilla y económica y promueve la utilización eficiente de los recursos naturales regionales. Se destaca la importancia de rescatar y fortalecer el arraigo de la población rural en actividades agropecuarias productivas locales bajo esquemas de sustentabilidad e innovación tecnológica y con recursos propios.

Palabras clave: Bloques nutricionales, suplementación, follaje arbóreo, caprinos, pastoreo.

EVALUACIÓN IN VITRO DE EXTRACTO DE *Mirabilis viscosa* CONTRA HONGOS FITOPATÓGENOS DE FRESA

Dania Caren Hernández Prado¹; Rosa Adriana Juarez Garcia¹; Ana Isabel Mireles Arriaga; Jorge Eric Ruiz Nieto¹; Jesús Hernández Ruiz^{1*}

¹Universidad de Guanajuato, División Ciencias de la Vida, Carretera Irapuato-Silao ap 311 CP, Col. Centro, 36500 Irapuato

Gto. *Autor responsable: hernandez.jesus@ugto.mx

RESUMEN

El cultivo de la fresa es altamente susceptible al ataque de patógenos principalmente de carácter fungoso. Una de las principales estrategias en estos últimos años, ha sido un control alternativo a los fungicidas químicos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto in vitro de extractos de *M. viscosa* contra cepas patógenas de *F. oxysporum*, *Alternaria sp* y *Rhizoctonia sp*. Durante el ciclo agrícola primavera-verano 2018, se recolectaron plantas de fresa con síntomas característicos de secadera en Irapuato Guanajuato. Los hongos aislados se purificaron mediante cultivos monospóricos y por punta de hifa, los aislados se caracterizaron morfológicamente. Para determinar la inhibición del crecimiento, se utilizó la metodología de medio envenenado, donde se evaluaron tres concentraciones de los extractos (1, 2 y 3 mL relación p/v). Los volúmenes de extracto que mostraron una inhibición del 100% fueron de 3 mL para *Fusarium oxysporum* y a partir de 2 y 3 mL hubo una inhibición de 90% para *Alternaria sp* y *Rhizoctonia sp*, en tanto que concentración de 1 mL mostró una inhibición del 40 al 70% en los tres hongos, en los días de incubación. Con esta evaluación preliminar, se mostró que el extracto de *Mirabilis viscosa* presenta propiedades antifúngicas, ya que concentraciones de 2 y 3 mL inhibió el crecimiento del halo de *Alternaria sp* y *Rhizoctonia sp.*, y para *Fusarium oxysporum* a partir de 3 mL; aislados del cultivo de fresa en Irapuato Guanajuato.

Palabras clave: secadera de la fresa, extracto vegetal, nyctaginaceae.

SUMMARY

Strawberry crop is highly susceptible to the attack of pathogens, specially fungal diseases. In recent years alternative control to chemical fungicides are constantly searched. The objective of this work was to evaluate the in vitro effect of extracts of *M. viscosa* against pathogenic cultures of *F. oxysporum*, *Alternaria sp.* and *Rhizoctonia sp.* Strawberry plants were collected during the spring-summer 2018 agricultural cycle collected with characteristic symptoms fungal diseases in Irapuato Guanajuato. The isolated fungi was

purified by monosporic cultures and by hyphae technique, the isolates were morphologically characterized. To determine growth inhibition, verify the poisoned medium methodology, where evaluate three parameters of the extracts (relation 1, 2 and 3 mL p/v). Extract volumes 3 ml shown 100% inhibition for *Fusarium oxysporum* meanwhile 2 and 3 ml. show 90% inhibition for *Alternaria sp* and *Rhizoctonia sp.*,. The concentration of 1 ml had a 40% to 70% for the three fungi, during incubation. With this preliminary evaluation, the Mirabilis viscose extract could be a possible alternative for the inhibition growth of *Alternaria sp.* and *Rhizoctonia sp.*, and for *Fusarium oxysporum* commonly present in strawberry crops in Irapuato Guanajuato

Key Words: Strawberry dryer, vegetable extract, nyctaginaceae.

INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria*) es un cultivo altamente susceptible al ataque de patógenos principalmente enfermedades que en su mayoría son de carácter fungoso. Algunos edáficos como *Phytophthora cactorum*, que ocasiona la enfermedad de pudrición de la corona (Martinez et al., 2010). El ataque de ciertos hongos como *Fusarium sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Verticillium sp.*, y *Phytophthora sp.* agentes causantes de la enfermedad conocida como la “secadera” (Castro y Dávalos, 1990; Ceja et al., 2008).

Estas enfermedades revisten gran importancia en el cultivo debido a que pueden afectar todos los tejidos vegetales, como: raíces, estolones, coronas, tallos, hojas, flores y frutos (Freeman y Katan, 1997), dando como resultado grandes pérdidas de la fruta, afectando la calidad, la cantidad y la rentabilidad porque generan grandes pérdidas económicas a los productores (Brimner y Boland, 2003).

En el cultivo de fresa, se emplean fungicidas sintéticos para controlar a estos patógenos, pero se ha demostrado que estos microorganismos se hacen resistentes a dichos productos, además de representar un riesgo potencial para el ambiente y la salud humana (Pritts, 2002; Pedraza et al., 2010; Guédez et al., 2009;). Fungicidas como el Bromuro de Metilo (BrMe), desde el año 1940, ha sido utilizado predominantemente como desinfectante de suelos en cultivos de alto valor agrícola debido a que puede proporcionar un amplio espectro de control de insectos, nematodos, patógenos, y malezas en varios sistemas agrícolas (Unruh et al., 2002; Bradley y Shrestha, 2006).

Lo que ocasiona que se buscan alternativas como extractos vegetales, ya que al emplearlos para el control de plagas y enfermedades constituye una opción promisoras, debido a su efectividad, bajo costo y no ser contaminantes al medio ambiente (Celis et al., 2009). Los extractos de origen vegetal se

caracterizan por la presencia de determinados metabolitos secundarios los cuales forman parte de las estrategias defensivas de las plantas que van a proporcionar importantes características como la protección del cultivo y su producción alimentaria ya que tienen la propiedad de ser menos tóxicos y más fácilmente degradables (Phylogenet et al., 2004).

En este sentido, existen numerosas especies de plantas que se utilizan como una fuente de extractos vegetales antifúngicos, dentro de estas destacan los generos *Argemone* y *Bonellia* (Moo-Koh et al., 2014; Gahukar, 2016). Sin embargo, se optó por evaluar la planta *Mirabilis viscosa* dado que es una maleza de amplia distribución en la región del bajío lo que hace que este disponible en abundante cantidad y durante un tiempo prolongado de manera tal, que se puede aprovechar como un recurso fitogenético potencial.

Mirabilis viscosa es una maleza común, ruderal y arvense en el Trópico de México, sus flores se marchitan antes de medio día; produce ramas opuestas firmemente ascendentes y el contorno general de la inflorescencia es angostamente cónico, llega a medir hasta 1.3 m de largo, con un tallo erecto, ramificado principalmente en la parte superior con pelos glandulares; hojas opuestas a veces desiguales cada par (Spellenberg, 2001). Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue realizar evaluaciones sobre el efecto antifúngico in vitro de *M. viscosa* sobre los hongos patógenos *Fusarium oxysporum*, *Alternaria sp.* y *Rhizoctonia sp.*

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de extracto de hoja de *Mirabilis viscosa* (maravillita).

Se recolectaron plantas de *Mirabilis viscosa* de áreas perturbadas por actividad antropógena en la comunidad de El Copal, Irapuato, Guanajuato. Las cuales se cortaron las hojas con tijeras de podar, dejando ramas sobre el eje principal de la planta. Posteriormente se pesaron 55 gramos de material fresco (hoja), pesados en la balanza analítica. Al material se le practicó un prelavado con una solución de hipoclorito de sodio al 0,5 % por dos minutos y luego cuatro lavados con agua destilada estéril. Posteriormente se agregaron 55 mL de etanol al 96% y se molieron hasta obtener una mezcla homogénea. La mezcla se filtro utilizando cuatro capas de gasa estéril y luego se utilizó papel filtro estéril para la última filtración. El extracto obtenido se dispuso en frascos de vidrio color ámbar para llevarse a refrigeración a 4°C hasta su utilización (Ochoa-Fuentes et al., 2012).

Evaluación de la Inhibición del Crecimiento Radial

La evaluación de la actividad del extracto, contra hongos se hizo por medio de la medición del halo del crecimiento del hongo respecto al control negativo. Se preparó Agar Papa Dextrosa (PDA, BD Bioxon), como indicad el fabricante 39 g L⁻¹ agua destilada, se esterilizo a 121 °C por 15 minutos, se ajusto el pH a 5.0 con ácido tartárico antes de vaciar en las cajas que contenían 1, 2 y 3 mL del extracto al 100%. Se dejaron solidificar para posteriormente ser inoculadas con círculos de 3 mm de diámetro de las cajas con los cultivos de los hongos fitopatógenos de ocho días de incubación. Los círculos de colocaron en el centro de la caja, se incubaron a 26 ±1°C. Para la evaluación de la inhibición del crecimiento de los hongos se midió el tamaño del diámetro del crecimiento micelial con un vernier a los tres, seis, nueve, doce, trece, quince y 18 días después de la inoculación. Para todas las concentraciones al igual que para los controles se realizaron tres repeticiones.

El porcentaje de inhibición del crecimiento de calculo como se indica a continuación:

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{\text{diámetro micelial del testigo} - \text{diámetro micelial del tratamiento}}{\text{diámetro micelial del testigo}} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento radial de *Fusarium oxysporum* se mantuvo constante en los 18 días de evaluación en el testigo y en los tratamientos con la concentración de extracto de hoja de *M. viscosa* a 1 y 2 mL. Sin embargo, en el tratamiento con la concentración de 3 mL no mostro crecimiento a partir del tercer día de evaluación, por lo cual se infiere que *M. viscosa* en condiciones in vitro tiene efecto fungicida sobre el patógeno (Figura 1).

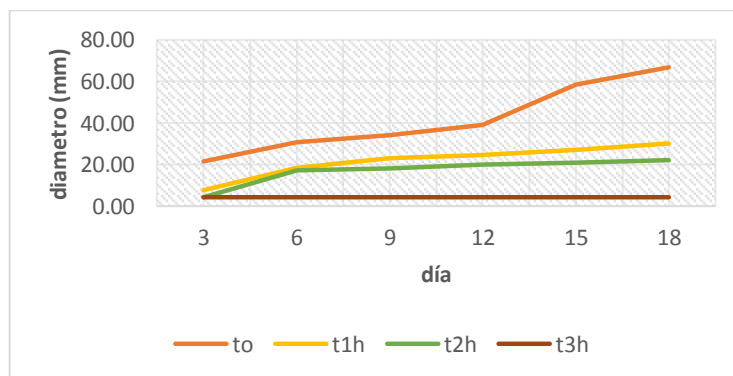


Figura 1. Curva de crecimiento radical (mm) de *F oxysporum*, en PDA con adición de 1,2 y 3 mL de extracto de hoja de *Mirabilis viscosa*.

El crecimiento radial de *Alternaria sp.* se mantuvo constante en los 18 días de evaluación en el testigo y en los tratamientos con la concentración de extracto de hoja de *M. viscosa* a 1 mL. Sin embargo, en el tratamiento con la concentración de 2 y 3 mL no mostraron crecimiento a partir del tercer día de evaluación, por lo cual se infiere que *M. viscosa* en condiciones in vitro tiene efecto fungicida sobre el patógeno (Figura 2).

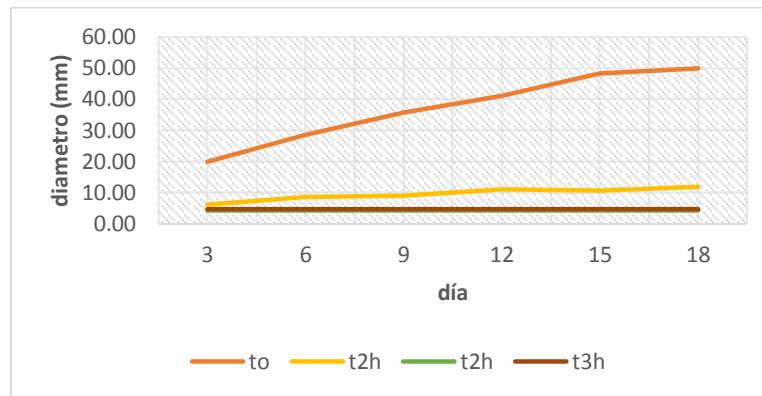


Figura 2. Curva de crecimiento radial (mm) de *Alternaria sp.* en PDA con adición de 1,2 y 3 mL de extracto de hoja de *Mirabilis viscosa*.

El crecimiento radial de *Rhizoctonia sp.* se mantuvo constante en los 18 días de evaluación en el testigo y en los tratamientos con la concentración de extracto de hoja de *M. viscosa* de 1 mL. Sin embargo, en los tratamientos de 2 y 3 mL no se mostró un desarrollo de crecimiento a partir del tercer día de evaluación, por lo cual se infiere que *M. viscosa* en condiciones in vitro tiene efecto fungicida sobre el patógeno (Figura 3).

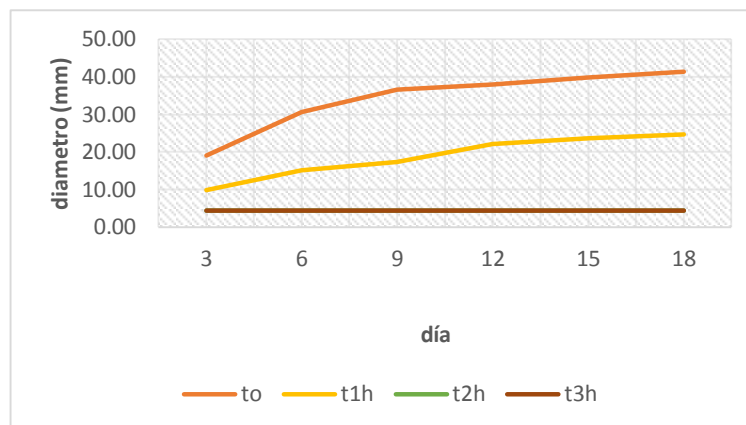


Figura 3. Curva de crecimiento radial (mm) de *Rhizoctonia sp.* en PDA con adición de 1, 2 y 3 mL de extracto de hoja de *M. viscosa*.

Los extractos de *M. viscosa* con la concentración de 3 mL presento una inhibición de 93% para *Fusarium oxysporum*, en tanto que a una menor concentración muestran una inhibición de 54 a 64% al día 18. Para *Alternaria sp.* hubo una inhibición del 91% con las concentraciones 2 y 3 mL al día 18 y para *Rhizoctonia sp.* en las concentraciones 2 y 3 obtuvo una inhibición de 89%; en la concentración de 1 mL hubo una inhibición de 29% al día 18 (Tabla 1). Se han realizado pruebas con otros extractos como el de guamúchil (*Pithecellobium dulce* Roxb. Benth) que fue la especie botánica más sobresaliente en detener el desarrollo de los hongos *Alternaria spp.*, *Fusarium spp.* (Lauzardo et al., 2007). Por otra parte, el efecto in vitro de extractos ricos en alcaloides obtenidos de *Lupinus angustifolius* y *Lupinus luteus* ha sido evaluado contra los hongos fitopatógenos *Alternaria solani*, *Fusarium coeruleum* Libert y *Rhizoctonia solani*, concluyendo que ambos extractos tienen un efecto fungistático (Sas-Piotrowaska et al., 1997).

Tabla 1. Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum*, *Alternaria sp.* y *Rhizoctonia sp.* por concentraciones de extracto vegetal de *M. viscosa*.

Concentración de extracto (mL)	Porcentaje de inhibición en los patógenos usados						Especie de hongo
	día 3	día 6	día 9	día 12	día 15	día 18	
1	64	39	32	37	53	54	Fusarium oxysporum.
2	79	44	46	48	63	66	
3	80	86	87	89	92	93	
1	68	69	74	73	78	76	Alternaria sp.
2	78	85	88	89	91	91	
3	76	83	87	88	90	90	
1	48	50	52	41	40	40	Rhizoctonia sp.
2	76	85	87	88	88	89	
3	76	85	88	88	88	89	

El tipo de tratamiento (concentración de extracto) tuvo un efecto significativo en el crecimiento de los hongos, al formarse grupos estadísticamente diferentes. Los mayores efectos se presentaron en la concentración 3 mL para las tres especies de hongos (*Alternaria sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Fusarium oxysporum*) donde los halos de inhibición no presentaron crecimiento (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación múltiple de medias en la interacción de factores para los halos de inhibición del crecimiento (mm) de los hongos del efecto de diferentes concentraciones.

Tratamiento	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 18
T1F	7.72 ^{cb} ±0.0	18.66 ^{bac} ±0.0	23.06 ^{ba} ±0.0	25.57 ^{bc} ±0.01	27.18 ^{dc} ±0.0	30.13 ^{dc} ±0.0
	2	1	1		1	1
T2F	4.50 ^d ±0.0	17.25 ^{bc} ±0.0	18.30 ^{ba} ±0.0	19.98 ^c ±0.01	21.14 ^{de} ±0.0	22.10 ^{de} ±0.0
	2	1	1		1	1
T3F	4.29 ^d ±0.0	4.29 ^d ±0.01	4.29 ^d ±0.01	4.29 ^d ±0.01	4.29 ^f ±0.01	4.29 ^f ±0.01
	2					
T1A	6.23 ^{cd} ±0.0	8.58 ^{dc} ±0.01	8.98 ^{dc} ±0.01	11.057 ^{dc} ±0.0	10.57 ^{fe} ±0.01	11.84 ^{fe} ±0.01
	2			1		
T2A	4.23 ^d ±0.0	4.23 ^d ±0.01	4.23 ^d ±0.01	4.23 ^d ±0.01	4.23 ^f ±0.01	4.23 ^f ±0.01
	2					
T3A	4.63 ^d ±0.0	4.63 ^d ±0.01	4.63 ^{cd} ±0.01	4.63 ^d ±0.01	4.63 ^f ±0.01	4.63 ^f ±0.01
	2					
T1R	9.83 ^b ±0.0	15.15 ^{dc} ±0.0	17.30 ^{bcd} ±0.0	22.11 ^c ±0.01	23.61 ^{dce} ±0.0	24.64 ^{dce} ±0.0
	2	1	1		1	1
T2R	4.48 ^d ±0.0	4.48 ^d ±0.01	4.48 ^d ±0.01	4.48 ^d ±0.01	4.48 ^f ±0.01	4.48 ^f ±0.01
	2					
T3R	4.39 ^d ±0.0	4.39 ^d ±0.01	4.39 ^d ±0.01	4.39 ^d ±0.01	4.39 ^f ±0.01	4.39 ^f ±0.01
	2					

(T1F= 1 mL de extracto en *F. oxysporum*; T2F= 2 mL de extracto en *F. oxysporum*; T3F= 3 mL de extracto en *F. oxysporum*; T1A= 1 mL de extracto en *Alternaria sp.*; T2A= 2 mL de extracto en *Alternaria sp.*; T3A= 3 mL de extracto en *Alternaria sp.*; T1R= 1 mL de extracto en *Rhizoctonia sp.*; T2R= 2 mL de extracto en *Rhizoctonia sp.*; T3R= 3 mL de extracto en *Rhizoctonia sp.*).

CONCLUSIÓN

Con esta evaluación preliminar, se mostró que el extracto de *Mirabilis viscosa* presenta propiedades antifúngicas, ya que concentraciones de 2 y 3 mL inhibió el crecimiento del halo de *Alternaria sp.* y *Rhizoctonia sp.*, y para *Fusarium oxysporum* a partir de 3 mL; aislados del cultivo de fresa en Irapuato Guanajuato.

Agradecimientos

Esta investigación fue apoyada por la Secretaría de Innovación, Ciencia y Educación Superior (SICES) del estado de Guanajuato, como parte del proyecto "Determinación geoespacial de áreas susceptibles a plagas y enfermedades del cultivo de fresa en Guanajuato" (oficio DRF/860/2019).

LITERATURA CITADA

- Bradley H; Shrestha A (2006). Weed control with methyl bromide alternatives. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, N°. 063
- Brimner TA; Boland GJ (2003). A review of the nontarget effects of fungi used to biologically control plant diseases. Agric. Ecosyst. Environ 100, 3-16.
- Castro FJ; Dávalos G. (1990). Etiología de "la secadera" o pudrición de la raíz y corona de la fresa en Irapuato, Gto. Rev. Mex. Fitopatol. 8: 80-86.
- Ceja, T. L. F., G. Mora A., D. Téliz, A. Mora A., P. Sánchez G., C. Muñoz R., B. Tlapal B., y R. de la Torre A. 2008. Ocurrencia de hongos y etiología de la secadera en la fresa con diferentes sistemas de manejo agronómico. Agrociencia 42: 451-461.
- Celis A; Mendoza CF; Pachón ME (2009). Uso de Extractos Vegetales en el Manejo Integrado de Plagas, Enfermedades y Arvenses: revisión. Temas agrarios, 14(1), 5-16. Martínez, F., S. Castillo, E. Carmona y M. Avilés. 2010. Dissemination of *Phytophthora cactorum*, cause of crown rot in strawberry, in open and closed soilless growing systems and the potential for control using slow sand filtration. Sci. Hortic. 125, 756-760.
- Freeman S; T. Katan T (1997). Identification of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose and root necrosis of strawberry in Israel. Phytopathol. 87, 516-521.
- Gahukar RT (2016). Plant-derived products in crop protection: effects of various application methods on pests and diseases. Phytoparasitica, 44(3), 379-391.
- Guédez CL; Cañizález C; Castillo R; Olivar (2009). Efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* sobre algunos hongos patógenos postcosecha de la fresa (*Fragaria spp.*). Rev. Soc. Ven. Microbiol. 29(1), 34-38.
- Lauzardo ANH; Baños SB; del Valle MG (2007). Prospectiva de extractos vegetales para controlar enfermedades postcosecha hortofrutícolas. Revista Fitotecnia Mexicana, 30(2), 119-123.

- Martínez FS; Castillo E; Carmona M; Avilés. (2010). Dissemination of *Phytophthora cactorum*, cause of crown rot in strawberry, in open and closed soilless growing systems and the potential for control using slow sand filtration. *Sci. Hortic.* 125, 756-760.
- Moo-Koh FA; Cristóbal Alejo J; Reyes-Ramírez A; Tun-Suárez JM; Sandoval-Luna R; Ramírez-Pool JA (2014). Actividad in vitro del extracto acuoso del *Bonellia flammaea* contra hongos fitopatógenos. *Agrociencia*, 48(8), 833-845.
- Ochoa-Fuentes YM; Cerna Chávez E; Landeros Flores J; Hernández Camacho S; Delgado-Ortiz JC (2012). Evaluación in vitro de la actividad antifúngica de cuatro extractos vegetales metanólicos para el control de tres especies de *Fusarium* spp. *Phyton (Buenos Aires)*, 81(1), 69-73.
- Pedraza RO; Motok J; Salazar SM; Ragout AL; Mentel MI; Tortora ML; Díaz-Ricci JC (2010). Growth-promotion of strawberry plants inoculated with *Azospirillum brasilense*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26(2), 265-272.
- Philogene B; Regnault-Roger C; Vincent C (2004). Productos fitosanitarios insecticidas de origen vegetal: promesas de ayer y de hoy. En: Regnault-Roger, C.; Philogene, B. y Vincent, C, (Ed). *Biopesticidas de Origen Vegetal*. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, p1.18.
- Pritts M (2002). Growing strawberries, healthy communities, strong economies and clean environments: what is the role of the researcher? *Acta Hort.* 567, 411-417.
- Sas-Piotrowska B; Aniszewski T; Gulewicz K (1997). Evidence for fungistatic activity of some preparations from alkaloid-rich lupin seeds on potato pathogenic fungi. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences Biological Sciences* 44:1-2:41-47.
- Spellenberg R (2001). *Nyctaginaceae*. En: Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski (eds.). *Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. Fascículo 93. Instituto de Ecología-Centro Regional del Bajío. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Unruh J; Brecke B; Dusky J; Godbehre J (2002). Fumigant Alternatives for Methyl Bromide Prior to Turfgrass Establishment. *Weed Technology*. 2002. Volume 16:379-387.

CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y DE CALIDAD DE TRIGOS DUROS *Triticum durum* EN RELACIÓN CON EL CARACTER PANZA BLANCA DEL GRANO

*Lourdes Ledesma-Ramírez¹; Ernesto Solís-Moya¹; Luis Antonio Mariscal-Amaro¹; Aquilino Ramírez-Ramírez¹; Juan Armando Vázquez-Vera²; Juan Carlos Buenavista-Jaralillo²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México, km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Gto. C.P. 38010. ²Tecnológico Nacional de México/IT Roque, Celaya, Guanajuato., México, km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C. P. 38110. *correo: lulis_amiqui@hotmail.com

RESUMEN

La baja fertilidad de los suelos de El Bajío ocasiona altos niveles de panza blanca en grano, en las variedades Altar C84 y Aconchi C89, con las cuales se procesan pastas y macarrones de mala calidad culinaria. Este hecho a motivado que los industriales demanden la formación de genotipos que presenten menos variación en calidad al sembrarse en suelos de baja fertilidad. El objetivo de este trabajo es generar un sistema de clasificación que ayude a estratificar los genotipos de trigo duro con base en el porcentaje de panza blanca del grano, lo cual aportaría al mejorador elementos de juicio para decidir qué genotipos liberar de acuerdo con su estabilidad respecto a la calidad industrial. El experimento se estableció durante el ciclo otoño-invierno en el Campo Experimental Bajío. Se evaluaron 14 genotipos de trigos duros del CIMMYT. Para la variable rendimiento de grano se incluyeron como testigos las variedades de trigo harinero Salamanca S75 y Cortazar S94. El diseño experimental fue un bloques al azar con tres repeticiones. Los Materiales evaluados mostraron diferentes grados de resistencia al carácter panza blanca del grano, pero este factor no mostró relación con rendimiento de grano por lo que es factible encontrar genotipos productivos con bajos niveles de panza blanca del grano. El factor panza blanca mostró correlaciones altamente significativas con las variables que determinan buena calidad industrial como son % de proteína, y de dureza, rendimiento de semolina e índice de color, mas no con peso hectolítrico. Por lo tanto este factor puede utilizarse como indicativo de buena o mala calidad industrial.

ABSTRACT

The low fertility of the soils of El Bajío causes high levels of white belly in grain, in the varieties Altar C84 and Aconchi C89, with which pasta and macaroni of poor culinary quality are processed. This fact has motivated that industrialists demand the formation of genotypes that present less variation in quality when sown in low fertility soils. The objective of this work is to generate a classification system that helps stratify durum wheat genotypes based on the percentage of white belly of the grain, which would provide the judge with elements of judgment to decide which genotypes to release according to their stability with respect to their stability. to industrial quality. The experiment was established during the autumn-winter cycle at the Bajío Experimental Field. 14 hard wheat genotypes of CIMMYT were evaluated. For the variable grain yield, varieties of wheat flour Salamanca S75 and Cortazar S94 were included as controls. The experimental design was a randomized block with three repetitions. The Materials evaluated showed different degrees of resistance to the white belly of the grain, but this factor showed no relation to grain yield, so it is feasible to find productive genotypes with low levels of white belly of the grain. The white belly factor showed highly significant correlations with the variables that determine good industrial quality such as % protein, and hardness, semolina yield and color index, but not with hectolysis weight. Therefore this factor can be used as indicative of good or bad industrial quality.

INTRODUCCION

La baja fertilidad de los suelos de El Bajío ocasiona altos niveles de panza blanca en grano, en las variedades Altar C84 y Aconchi C89, con las cuales se procesan pastas y macarrones de mala calidad culinaria. Este hecho a motivado que los industriales demanden la formación de genotipos que presenten menos variación en calidad al sembrarse en suelos de baja fertilidad.

El carácter panza blanca del grano es un indicador de mala calidad que usa la industria en la etapa de recepción. El grano con panza blanca se caracteriza por la presencia de áreas almidonosas, con apariencia de manchas blanquecinas en el endospermo del grano, las cuales lo pueden cubrir parcial o totalmente (Valenzuela y Estrella 1990). Sharma *et al.* en 1983 indicaron que anatómicamente las semillas con panza blanca presentan gránulos de almidón parcialmente sueltos y espacios entre ellos; en semillas normales estos espacios están ocupados por una matriz de proteína.

Roberts y Freeman reportaron en 1908 que las condiciones climáticas (lluvia principalmente) favorecen la presencia de este carácter; pero estudios posteriores realizados por Roberts en 1919, Jones y Mitchell en 1926, Espericueta *et al.* en 1973 y Robinson *et al.* en 1977, demostraron que son las condiciones del suelo, principalmente la disponibilidad del nitrógeno, las que determinan la presencia de panza blanca en el grano.

Los criterios que se ha tomado tradicionalmente para la liberación de las nuevas variedades han sido el rendimiento de grano, la resistencia a enfermedades y en menor grado la calidad industrial. Una vez determinada la resistencia a enfermedades, las líneas élite se evalúan en ensayos para determinar su potencial y estabilidad de rendimiento en la región donde se va a liberar el material. Normalmente estos ensayos se establecen con dosis altas de nitrógeno para obtener el mayor rendimiento posible del cultivo, y ahí se seleccionan las líneas que mostraron en primer término el mayor rendimiento de grano, y en segundo término la estabilidad en calidad. Por ello, ya como variedades comerciales, cuando se siembran en suelos con baja fertilidad, el grano presenta altos porcentajes de panza blanca del grano.

Esta situación hace evidente la necesidad de establecer algunos parámetros que permitan hacer una diferenciación de calidad entre los materiales, que sirva como guía para decidir su liberación.

OBJETIVO

Generar un sistema de clasificación que ayude a estratificar los genotipos de trigo duro con base en el porcentaje de panza blanca del grano, lo cual aportaría al mejorador elementos de juicio para decidir qué genotipos liberar de acuerdo con su estabilidad respecto a la calidad industrial.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció durante el ciclo otoño-invierno en el Campo Experimental Bajío en Celaya, Guanajuato. Se evaluaron 14 genotipos seleccionados en el programa de mejoramiento genético de trigos duros del CIMMYT por sus características agronómicas y de calidad (Cuadro 1). Para la variable rendimiento de grano se incluyeron como testigos las variedades de trigo harinero Salamanca S75 y Cortazar S94. Este ensayo se estableció el 1 de diciembre; se dieron cuatro riegos: 0-45-75-100 días; y se fertilizó con la fórmula 120-46-00, todo el fósforo y la mitad del nitrógeno en la siembra y el resto del nitrógeno en el primer riego de auxilio. El tamaño de la parcela experimental fue de seis surcos de 5 metros de largo separados a 30 cm. La parcela útil fueron cuatro surcos de 3 metros de largo. El suelo donde se estableció el experimento es de textura arcillosa, y presentó un 2.02 % de materia orgánica. El diseño experimental fue un bloques al azar con tres repeticiones.

Las variables medidas fueron las siguientes: rendimiento de grano y porcentaje de panza blanca de mil semillas por parcela. Las variables de calidad como peso hectolítrico, % de dureza, de proteína y rendimiento de semolina se determinaron con los métodos descritos por la Asociación Americana de químicos Cerealeros, AACC, en 1982; el color del grano se determinó en el colorímetro de Hunter Lab D25, de acuerdo con el método descrito por Joppa *et al.* en 1991.

Se efectuaron correlaciones entre las características de calidad, la panza blanca de grano y las características agronómicas de los materiales con el objetivo de determinar si este carácter afecta la calidad industrial de los subproductos derivados del trigo duro.

Aunque el carácter panza blanca del grano no es una enfermedad, para facilitar la descripción de la magnitud del problema en este trabajo se agrupó los genotipos de trigo duro en cuatro clases de calidad usando como escala los parámetros clásicos de fitopatología para describir la reacción y el daño ocasionado por las enfermedades en las plantas. El grupo 1 comprende a los genotipos resistentes; el grupo 2 a los moderadamente resistentes; el grupo 3 a los moderadamente susceptibles; y el grupo 4 a los susceptibles.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento de grano e incidencia de panza blanca

En el Cuadro 1 se presenta el análisis de varianza para la variable rendimiento de grano. De acuerdo con esta información, no se observaron diferencias significativas entre variedades; esto es, estadísticamente los materiales tuvieron un rendimiento de grano similar. En el Cuadro 2 se presenta los resultados de la separación de medias mediante la prueba de Tukey, con un alfa del 0.05. No obstante no haber diferencias significativas entre tratamientos, la variedad Aconchi C89 superó con 1,774 kg/ha a la línea Kalti_2. La mejor línea fue la Patka_4, con un rendimiento de 6,106 kg/ha. Esta línea es, además, de ciclo similar al de Aconchi C89, que fue la más productiva.

Cuadro 1. Análisis de varianza de 16 genotipos para la variable rendimiento de grano. Campo Experimental Bajío, Circe, Inifap.

FV	GL	SC	CM	F Calculada	Pr>F
Total	47	65207907.9			
Bloques	2	44016887.2			
Variedades	15	8823076.2	588205.1	1.43	0.197
Error	30	12367944.5	412264.8		

Coeficiente de variación = 11.3 %

Cuadro 2. Separación de medias de 16 genotipos de trigo para la variable rendimiento de grano. Campo Experimental Bajío, Circe, Inifap.

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)
Aconchi C89	6713.0 a
Patka_4	6106.5 a
Altar C84	6097.2 a
Garav_3	5935.2 a
Kkv5/Aix	5870.4 a
Cortazar S94	5847.2 a
Plata_8	5842.6 a
Pipe_3	5833.3 a
Toska_29	5578.7 a
Kitti	5546.3 a
Spot_2	5541.7 a
Rascón_43	5361.1 a
Salamanca S75	5328.7 a
Green_38	5226.9 a
Mojo_2	5120.4 a
Kalti_2	4939.8 a

Medias unidas con la misma letra no son diferentes significativamente. Tukey Alfa= 0.05 * G/P = gramos por parcela

En los Cuadros 3 y 4 se presenta el análisis de varianza y la prueba de separación de medias para la variable panza blanca. En el Cuadro 4 se observa que existe una amplia variación para este carácter lo cual indica que se puede practicar selección como lo sugirieron Espericueta *et al.* (1973). La variedad Altar C84 fue de las que produjeron numéricamente los rendimientos más altos (Cuadro 4); sin embargo, fue la que presentó mayor incidencia de panza blanca en el grano (86.3 %), por lo que no es una variedad recomendable por su sensibilidad a la panza blanca del grano. La otra variedad comercial Aconchi C89, actualmente en uso, mostró el rendimiento (numéricamente) más alto del experimento, pero también presentó un alto porcentaje de panza blanca (66.3 %). La línea Rascón_43 fue el genotipo más resistente a panza blanca, con sólo un 9.5 % de incidencia, que representa 1/9 de lo exhibido por la variedad Altar C84 y 1/7 de lo mostrado por la variedad Aconchi C89. Su rendimiento, sin embargo, numéricamente fue inferior al expresado por las variedades comerciales debido, quizás, a que por su mayor ciclo vegetativo no expresó su real potencial de rendimiento con un calendario de cuatro riegos. Estos resultados sugieren que la línea Rascón_43,

con la dosis de nitrógeno recomendada para la región Bajío podría mostrar porcentajes inferiores al 5 %, aun sembrada en fechas tempranas.

Cuadro 3. Análisis de varianza de 14 variedades de trigo duro con la variable porcentaje de panza blanca. Campo Experimental Bajío, Circe, Inifap.

FV	GL	SC	CM	F Calculada	Pr>F
Total	41	29338.9			
Bloques	2	912.0			
Variedades	13	24384.6	1875.7	2.9	0.000
Error	26	4042.4	155.5	12.1	

Coefficiente de variación = 27.20 %

Cuadro 4. Separación de medias de 14 variedades de trigo duro para la variable panza blanca. Campo Experimental Bajío, Circe, Inifap.

Genotipo	% de panza blanca
Altar c84	86.3 a
Plata_8	73.5 a
Pipe_3	70.1 ab
Kkv5/aix	66.8 abc
Aconchi c89	66.3 abc
Kalti_2	63.8 abc
Kitti	50.0 abcd
Toska_29	32.7 bcde
Spot_2	32.4 bcde
Garav_3	30.2 cde
Patka_4	23.1 de
Green_38	22.5 de
Mojo_2	14.8 de
Rascó n_43	9.5 e

Medias unidas con la misma letra no son diferentes significativamente. Tukey Alfa= 0.05

Características de calidad

En el Cuadro 5 se presentan las características de calidad de los genotipos evaluados. El peso hectolítrico fluctuó entre 81 y 83 kg/hl, lo cual cumple satisfactoriamente con los requisitos establecidos por la NOM-FF-39 en 1982, en la cual se establece que valores entre 71 y 76 kg/hl no se bonifican ni deducen, valores mayores o menores se premian o castigan en 0.5 kg/ton respectivamente.

Cuadro 5. Características de calidad de los 14 genotipos de trigo duro evaluados en el experimento. Campo Experimental Bajío, Circe, Inifap.

Variedad	Rend. (kg/ha)	PPB	PHL (%)	Dureza (%)	Proteína (%)	R. Semolina (%)	Color (l. Pigmentos)
Patka_4	6106	23.1	82	44	10.6	55	22
Rascón_43	5361	9.5	83	36	10.2	59	25
Mojo_2	5120	14.8	82	39	9.9	59	26
Toska_29	5578	32.7	82	36	9.8	56	24.8
Spot_2	5541	32.4	83	42	9.5	54	24.8
Kkv5/aix	5870	66.8	82	46	9.1	49	23.4
Green_38	5226	22.5	82	38	10.2	55	26.2
Garav_3	5935	30.2	83	40	9.7	57	25.2
Kalti_2	4940	63.8	81	40	9.2	51	25.9
Pipe_3	5833	70.1	82	44	8.6	49	22.9
Altar C84	6097	86.3	81	54	8.2	45	22.1
Aconchi C89	6713	66.3	83	45	9.4	52	21.6
Kitti	5546	50	82	41	9.4	55	23.6
Plata_8	5842	73.5	83	43	9.2	51	22.3

PPB = Porcentaje de panza blanca; PHL = Peso hectolítrico.

Sólo los genotipos Rascón_43, Mojo_2, Toska_29 y Green_38 exhibieron valores de dureza inferiores al 40 %. Los valores adecuados de dureza para los trigos cristalinos son menores del 40 %; valores mayores indican que la suavidad del grano aumenta, y por lo tanto también aumenta la proporción almidonosa del grano.

Los valores de proteína fueron muy bajos (entre 8.2 y 10.6 %); sin embargo, son valores esperados, considerando que el ensayo se sembró en un suelo de baja fertilidad y se fertilizó con sólo 120 kg/ha de nitrógeno. Esto significa que quizás con la dosis recomendada varios genotipos hubieran presentado valores de proteína superiores al 11 %, que es el ideal para la fabricación de pastas, según lo consignaron Irizar *et al.* en (1993).

El rendimiento de semolina presentó un rango de variación entre 45 y 59 % (en el laboratorio de calidad de trigo del INIFAP se considera un rendimiento de semolina bueno cuando el valor obtenido es de 57 % o más). Altar C84 fue el genotipo que expresó el valor más bajo y Rascón_43 y Mojo_2 los más altos. En México la norma de comercialización de semolina únicamente incluye el valor para cenizas (0.7 a 0.9 %), proteína (mínimo de 9,5 %) y humedad (máximo de 14 %) según lo reportó González, citado por Irizar *et al.* en (1993).

Varias líneas, entre ellas Rascón_43 y Mojo_2, presentaron índices de pigmentos superiores a 25 (entre mayor sea el valor, el color amarillo de la semolina es más intenso), lo cual indica su alta calidad en esta característica. Las variedades comerciales Altar C84 y Aconchi C89 exhibieron junto con Patka_4 valores inferiores a 22.1 propios de semolinas con baja calidad industrial.

Correlaciones entre las variables estudiadas

En el Cuadro 6 se presenta la matriz de correlaciones de las variables en estudio. Al correlacionar el rendimiento de las variedades con el porcentaje de panza blanca se obtuvo un valor de 0.4346, el cual no es significativo, esto confirma lo reportado por Castro en 1970, en el sentido de que variedades con alto potencial de rendimiento pueden presentar buena calidad industrial.

Cuadro 6. Matriz de correlaciones entre las variables estudiadas.

	Rend	PPB	PHL	Dureza	Proteína	Semolina	Color
Rendimiento	1						
PPB	0.4346	1					
PHL	0.3028	-0.3332	1				
Dureza	0.6152 *	0.7475 **	-0.3295	1			
Proteína	-0.2458	-0.8889 **	0.3604	-0.6959 **	1		
Semolina	-0.3969	-0.9264 **	0.4598	-0.8412 **	0.84759 **	1	
Color	-0.8563 **	-0.6150 *	-0.0717	-0.7280 **	0.38799	0.5820 *	1

* = significativo con P = 0.05 ; ** = significativo con P = 0.01; PPB = Porcentaje de panza blanca; PHL = Peso hectolítrico.

El rendimiento de grano correlacionó positivamente con el factor % de dureza; esto indica que los genotipos más productivos tienen granos de textura suave. Así mismo, la alta correlación negativa con el color de la semolina muestra cómo aquellos genotipos altamente rendidores producen pastas de color blanquecino. Los datos muestran que el porcentaje de panza blanca tiene una alta correlación negativa con proteína, semolina e índice de color, lo cual es un fuerte indicador de la mala calidad industrial del grano de trigo afectado por la panza blanca. El peso hectolítrico no correlacionó significativamente con ninguna variable; el valor más alto observado fue con rendimiento de semolina (0.46), lo que concuerda con lo encontrado por Irizar *et al.* en 1993, en el sentido de que estas variables están asociadas positivamente. El % de dureza mostró una correlación negativa altamente significativa con proteína, semolina y color, lo cual indica que los materiales que presentan mayor dureza del grano tienen mejor calidad industrial. La proteína está fuertemente asociada con el rendimiento de semolina; el valor positivo indica que a mayor contenido de proteína del grano, mayor rendimiento semolero. El rendimiento de semolina mostró correlación positiva con índice de color; esto es congruente con la asociación observada entre los factores panza blanca y rendimiento de semolina, la cual indica que el grano afectado con panza blanca produce rendimientos menores de semolina comparativamente con el grano

normal. Por lo tanto, un valor alto de panza blanca es indicador de bajos rendimientos de semolina y bajos índices de color.

Clasificación de genotipos de acuerdo a su incidencia de panza blanca del grano

En la Figura 1 se presentan los materiales agrupados en clases, de acuerdo con el carácter panza blanca como factor de agrupación. Los grupos de los materiales con menos panza blanca lo constituye apenas un total del 7.1 % de los genotipos evaluados y los grupos de los materiales de mala calidad industrial están constituidos por un porcentaje de 64.4 %. Esto es debido a que en los programas de mejoramiento se ha tenido como prioridad incrementar el rendimiento de grano, incorporar resistencia a enfermedades y al acame, y poco se ha trabajado para mejorar la calidad industrial de los genotipos.

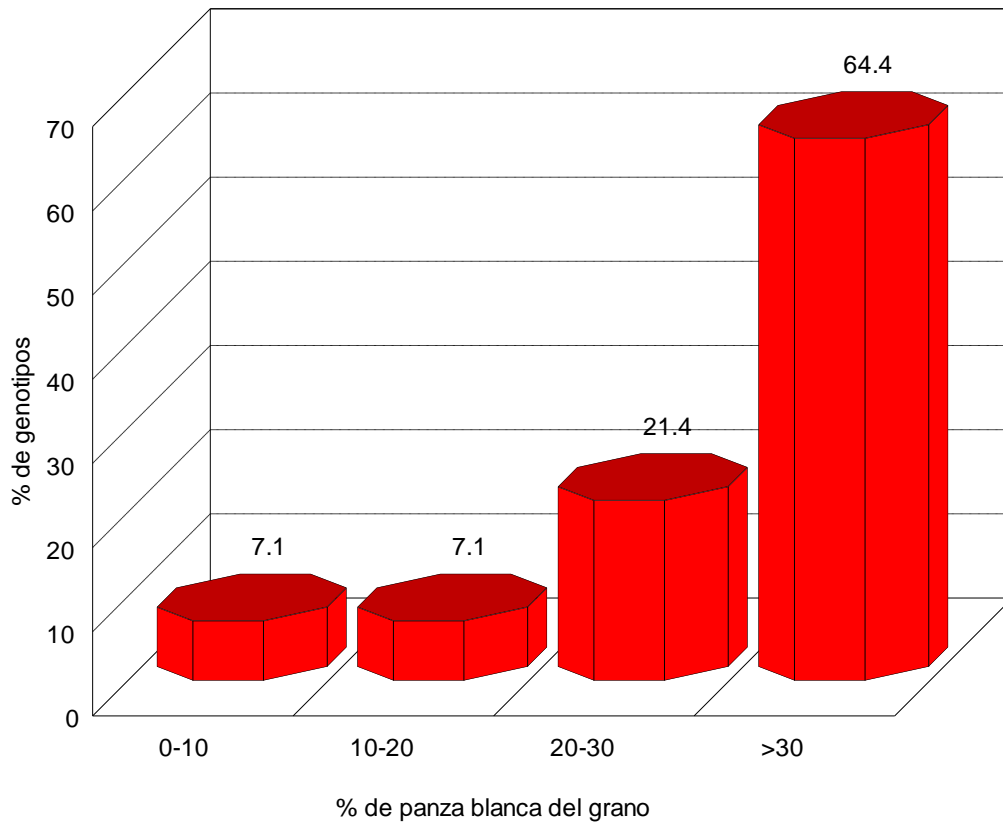


Figura 1. Agrupación de los genotipos evaluados con base en el carácter panza blanca del grano. Campo Experimental Bajío, CIRCE, INIFAP.

El carácter panza blanca está asociado con la interacción genético-ambiental por lo que los valores encontrados en este ensayo pueden variar de acuerdo a la fertilidad del suelo, la fecha de siembra, la dosis de nitrógeno y el calendario

de riegos donde se evalúen los genotipos. Por lo tanto una clasificación por calidad debe estar asociada con materiales que caractericen cada clase. Aunque la panza blanca del grano no es una enfermedad, para facilitar la descripción de una variedad en cuanto a este carácter se propone en este trabajo la nomenclatura que se usa en fitopatología para describir la reacción y severidad de las enfermedades. Se proponen cuatro grupos: la clase 1, a la cual pertenecerán los materiales resistentes como Rascón_43, el cual presentó, en este ensayo, niveles de panza blanca inferiores al 10 %. La clase 2 o los genotipos moderadamente resistentes comprende el grupo de materiales con una relación 1 : 1.1 a 2.0 con respecto a Rascón_43 y que en este experimento lo caracterizó la línea Mojo_2 que expresó un porcentaje de 14.8 de panza blanca del grano. A la clase 3, moderadamente susceptibles, pertenecen los genotipos con una relación de 1 : 2.1 a 3.0 a la cual caracteriza la línea Green_38, y que en este experimento mostró un 22.5 % de panza blanca. A la clase 4 pertenecerán todos aquellos genotipos que presenten una relación mayor de 1 : 3.1 con respecto a la línea Rascón_43 clasificándose como susceptibles a la panza blanca del grano y no deberán liberarse como variedades comerciales.

De acuerdo a esta clasificación se propone que de la clase 1 y 2 deberán de elegirse los materiales a liberarse para las zonas de riego como el Bajío para evitar problemas a los productores en la comercialización del grano.

CONCLUSIONES

1. Los Materiales evaluados mostraron diferentes grados de resistencia al carácter panza blanca del grano, pero este factor no mostró relación con rendimiento de grano por lo que es factible encontrar genotipos productivos con bajos niveles de panza blanca del grano.
2. El factor panza blanca mostró correlaciones altamente significativas con las variables que determinan buena calidad industrial como son % de proteína, y de dureza, rendimiento de semolina e índice de color, mas no con peso hectolítrico. Por lo tanto este factor puede utilizarse como indicativo de buena o mala calidad industrial.
3. La amplia variabilidad exhibida por los genotipos en el carácter panza blanca permitió clasificarlos en cuatro grupos: 1.- Resistentes caracterizados por la línea Rascón_43. 2.- moderadamente resistentes como la línea Mojo_2. 3.- Moderadamente susceptibles como la línea Green_38. y 4.- Susceptibles como las variedades Altar C84 y Aconchi C89. Los materiales del grupo 1 mostraron niveles de panza blanca entre 0 y 10 % con 120 kg/ha de nitrógeno en el Bajío que es una zona de riego con alto potencial productivo. Los del grupo 2 mostraron porcentajes de panza blanca entre 10 y 20. Los del grupo 3 entre 20 y 30 por ciento y los del grupo 4 más del 30 por ciento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- American Association of cereal chemists (AACC). 1982. Approved methods of the AACC. St. Paul, MN. USA.
- Castro S., A. 1970. Efectos de la fertilización nitrogenada en panza blanca en trigo. Tesis Profesional, E.N.A., Chapingo Méx. s.p.
- Espericueta R. T., Ortiz C. J. y Amaya C., A.A. 1973. Influencia de distintos niveles de fertilizantes nitrogenados sobre el carácter Panza Blanca de (*Triticum durum* Desf.) y sus relaciones con la calidad industrial del grano. Agrociencia. 11:105-116. 1973 (A).
- Irizar G., M. B. G., Salazar Z., A., Ibañez C., A. M., Villaseñor M., H. E., Moreno G., R. 1993. Características de calidad de trigos cristalinos (*Triticum durum* L.) evaluadas en condiciones de secano. Agrociencia, serie Fitociencia. 4 (1): 45-52.
- Jones, J.S. and Mitchell, G.A. 1926. The cause and control of yellow berry in Turkey wheat grown under dry-farming conditions. Jour. Agr. Research. 33: 281-292.

- Joppa, L.R., Hareland, G. A. and Cantrell, R. G. 1991. Quality characteristics of the langdon Durum- diccoides chromosomas substitution lines. *Crop Sci.* 31: 1513-1517.
- NOM-FF-39. 1982. Norma de calidad mexicana para la comercialización del trigo (*T. aestivum*, *T. durum*). Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial . Dirección General de Normas. Dpto. de Normalización Nacional. México, D. F. s.p.
- Roberts, H.F. and Freeman, G.F. 1908. The yellow berry problem in Kansas hard winter wheats. *Kans.Agr. Exp. Sta.* 35 p. (Bul. 156).
- Roberts, H.F. 1919. Yellow berry in hard winter wheat. *Jour. Agr. Research.* XVIII: 155-169.
- Robinson, F.F., Cudney, D. and Lehman, W.F. 1977. Yellow berry of wheat linked to protein content. *California Agriculture.* p. 16-18.
- Sharma, G. C., Paul, A. D. and Bietz, J. A. 1983. Nitrogen fertilization effects and anatomical, protein, and amino acid characteristics of yellow berry in triticale. *Crop Sci.* 23 (4) : 699-703.
- Valenzuela P.,J.A. y Estrella M., M. 1990. Factores asociados con la expresión de panza blanca en trigo y su relación con la calidad de semilla. VI Curso de Actualización en Tecnología de Semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas. 28-30 de noviembre de 1990. Buenavista, Saltillo, Coah.

MORTALIDAD CAUSADA POR EL HONGO ENTOMOPATÓGENO *Metarhizium anisopliae* EN *Spodoptera frugiperda* DEL MAÍZ

Alín Malpica-Vázquez^{1§}, Francisco Osorio-Acosta¹, Gustavo López-Romero¹, Juan Lorenzo Reta-Mendiola¹,
Francisco Hernández-Rosas², Juan Carlos Noa-Carrazana³, Alicia Castañeda Moreno¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz/Predio Tepetates. Mpio. Manlio Fabio Altamirano, Ver. ²Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba. Amatlán de los Reyes. ³Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. Autor responsable: alinmalpica@gmail.com.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue identificar la mortalidad de *Spodoptera frugiperda* por la infección de tres cepas de *Metarhizium anisopliae*. La hipótesis fue que la mortalidad es similar en las tres cepas de *M. anisopliae*. La metodología, consistió en usar las cepas (Ma25, Ma28, Mamc) de *M. anisopliae*, y larvas neonatas de *S. frugiperda*. Se determinaron concentraciones de 1×10^5 , 1×10^7 y 1×10^8 esporas/mL. La inoculación de las larvas fue por inmersión durante 2 minutos. Las larvas inoculadas se depositaron de manera individual en frascos de 3.6x3.7 cm, con orificio en la tapa, donde se les suministró un cm de follaje de maíz. La mortalidad se evaluó cada 24 horas por 18 días. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cinco repeticiones por tratamiento. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza, prueba de Tukey y de LSMEAN en SAS. Se encontró que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P > 0.05$), pero si respecto a los días ($P < 0.05$). Finalmente existe una alta correlación del porcentaje de mortalidad con respecto a la concentración y los días.

Palabras clave: agroecosistema, control biológico, entomopatógenos, hongos, plagas.

EFFECTO DE RIEGOS DEFICITARIOS EN VARIABLES AGRONÓMICAS EN PLANTAS DE TOMATE.

José Refugio Méndez-Vázquez¹, Adalberto Benavides-Mendoza², Antonio Juárez-Maldonado³, Marcelino Cabrera-De la Fuente², Armando Robledo-Olivo⁴, Susana González-Morales⁵.

¹Doctorado en Ciencias en Agricultura Protegida, ²Departamento de Horticultura, ³Departamento de Botánica, ⁴Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ⁵CONACYT-Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. [§]Autor responsable: qfb_sgm@hotmail.com

RESUMEN

El agua es un recurso cada vez más limitado en todo el mundo, y la agricultura sigue siendo el principal consumidor por el uso ineficiente de este recurso. La aplicación del riego deficitario controlado (RDC) es una estrategia para hacer uso eficiente del agua. La finalidad de este estudio fue analizar la aplicación de 2 niveles de RDC, 50, 75% y 100% (como control) de lámina de riego determinada en base a la evapotranspiración del cultivo por el método de peso de maceta durante todo el ciclo del cultivo de tomate con el objetivo de mejorar la respuesta agronómica con un menor consumo de agua. El diseño experimental fue bloques completos al azar y se determinaron variables agronómicas como número de hojas, diámetro de tallo, altura de planta y peso fresco y seco de la parte aérea. En base a los resultados obtenidos con el RDC se logró que no hubiera modificaciones significativas en la mayoría de las variables agronómicas, esto con la mitad del consumo hídrico óptimo requerido, con excepción del diámetro de tallo el cual se redujo un 13% en comparación al control de 100%. Los resultados muestran que bajo restricciones de agua de hasta la mitad de la cantidad mínima requerida, las plantas no presentar cambios importantes, ya que son capaces de adaptarse a la restricción de agua aplicada desde etapas tempranas en las cuales se obtiene un ahorro substancial de agua.

Palabras clave. Uso eficiente del agua, evapotranspiración, hortalizas, diámetro de tallo.

RESPUESTA FISIOLÓGICA DE FRIJOL AL USO EFICIENTE DEL AGUA

María Guadalupe Pérez Rodríguez¹, Cesar Leobardo Aguirre Mancilla¹, Glenda Margarita Gutiérrez Benicio², Juan Gabriel Ramírez Pimentel², Gilberto Rodríguez Pérez²

¹TecNM/Instituto Tecnológico de Roque. Km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Celaya, Gto. C.P. 38110

RESUMEN

En México la principal leguminosa es el de frijol (*Phaseolus vulgaris*), actualmente es de gran importancia para el consumo humano, y es la de mayor consumo en el país. En México el 70% del cultivo se siembra en condiciones de temporal errático, es por esto que es necesario buscar alternativas para mejorar las condiciones bajo este régimen hídrico, ya que el frijol presenta susceptibilidad a cambios por estrés biótico y abiótico, principalmente al estrés hídrico, por lo que las sequías recurrentes afectan de manera considerable la producción del frijol, se propone generar variedades que realicen Uso Eficiente del Agua (UEA), esta es una alternativa con la cual se busca afrontar las situaciones previstas de escasez de agua y obtener un mayor rendimiento en condiciones limitantes. En la presente investigación el objetivo fue determinar la respuesta fisiológica del UEA en tres variedades de frijol (Bayo Madero, Bayo Barrendo y Pinto Saltillo) bajo diferentes capacidades de campo: 20 y 60%.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, estrés hídrico, Uso Eficiente del Agua.

CARACTERES DEL VIGOR INICIAL EN 14 GENOTIPOS DE MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL

Iliana Quechol Pacheco¹; Yazmin Sánchez Flores¹; Ma. Cristina Vázquez Hernández²; Ma. Maricela Caballero Palacio²; Estefana Alvarado Bárcenas²; Luis Alberto Noriega González^{2§}

¹Estudiante del Tecnológico Nacional de México/IT Roque. Carretera Apaseo el Alto – Jerécuaro, Km 11.

²Profesor-Investigador del Tecnológico Nacional de México/IT Roque. §Autor responsable: noriega_gonza@hotmail.com

RESUMEN

El cultivo del maíz en condiciones de temporal está expuesto a variaciones en cantidad y distribución de las precipitaciones durante su crecimiento, lo cual se puede causar estrés hídrico en las etapas de plántula y reducir el establecimiento del cultivo. El vigor inicial de plántula es característica común en los maíces mejorados y es considerado un componente esencial del desarrollo de los cultivos. La presente investigación presenta como objetivo identificar los genotipos que presentan mejor expresión en caracteres del vigor inicial en plántula de maíz, para adaptarse a las condiciones de sequía. El trabajo experimental se estableció en la comunidad de “La Cuevita”, en el municipio de Apaseo el Alto, Guanajuato, en instalaciones del Tecnológico Nacional de México/ITRoque. Se establecieron 14 materiales genéticos bajo condiciones de temporal y el diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar. La evaluación de la emergencia, porcentaje de plantas vivas, número de hojas, altura, área foliar y el rendimiento de grano se realizó por cuatriplicado. El análisis de varianza detectó diferencias a P (0.01) en las variables estudiadas. Los rendimientos promedios fluctuaron entre 1.31 (híbrido ocelote) a 6.55 (variedad sintética BIG123) t ha⁻¹. El porcentaje de plantas vivas presentó alta asociación (0.91) y significancia estadística a P (0.01) con el rendimiento de grano; el resto de las correlaciones entre variables fueron bajas y no significativas. El genotipo con mejor comportamiento para características de vigor inicial fue el BIG 69.

Palabras clave: *Vigor de plántula, temporal, estrés hídrico, genotipos*

EFFECTO DEL MANEJO AGRONÓMICO SOBRE LA PANZA BLANCA DEL GRANO EN TRIGO CRISTALINO

*María Rebeca Rendón-Reyes¹; Ernesto Solís-Moya¹; Luis Antonio Mariscal-Amaro¹; Lourdes Ledesma-Ramírez¹; Miguel Ángel Gamucero-Zarate²; María del Pilar Suaste-Franco¹⁻²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México, km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Gto. C.P. 38010. ²Tecnológico Nacional de México/IT Roque, Celaya, Guanajuato., México, km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C. P. 38110. *correo: rebecca.rendon@hotmail.com

RESUMEN

El término panza blanca se utiliza para designar una condición del grano de trigo que presenta un aspecto moteado debido a manchas que varían de blanco a blanco amarillento, de acuerdo con el color de las capas externas del grano. Estas manchas de aspecto almidonoso se presentan en algunas ocasiones en pequeñas áreas, pero en otras pueden cubrir la mitad o todo el grano. La apariencia de estos granos está dada por una infinidad de grietas microscópicas dentro del endospermo; al observar al microscopio semillas dañadas y normales, las primeras presentan gránulos de almidón parcialmente sueltos y espacios entre ellos y en granos normales estos espacios están ocupados por una matriz de proteína. El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar el efecto de la fecha de siembra, densidad de siembra, dosis y época de aplicación de nitrógeno sobre la incidencia de la panza blanca del grano de la variedad Aconchi C89. Se evaluó la variedad Aconchi C89 en tres fechas de siembra; tres dosis de nitrógeno: 180, 240 y 300 kg/ha; tres densidades de siembra: 60,120 y 180 kg/ha de semilla y tres épocas de aplicación del fertilizante nitrogenado. En siembras tempranas es necesario aplicar 300 kg/ha de nitrógeno, para producir grano con menos de 20% de panza blanca del grano en trigo duro, sin embargo, en siembras tardías la dosis de nitrógeno se puede reducir a 240 unidades de nitrógeno para obtener grano con porcentajes de panza blanca inferiores a 20% con la variedad Aconchi C89.

ABSTRACT

The term white belly is used to designate a condition of wheat grain that has a mottled appearance due to spots that vary from white to yellowish white, according to the color of the outer layers of the grain. These starchy-looking spots sometimes appear in small areas, but in others they may cover half or all of the grain. The appearance of these grains is given by an infinity of microscopic cracks within the endosperm; when the microscope is observed damaged and normal seeds, the former have partially loose starch granules and spaces between them and in normal grains these spaces are occupied by a protein matrix. The present work was carried out with the objective of determining the effect of the sowing date, sowing density, dose and time of nitrogen application on the incidence of the white belly of the grain of the Aconchi C89 variety. The Aconchi C89 variety was evaluated on three planting dates; three doses of nitrogen: 180, 240 and 300 kg / ha; three planting densities: 60, 120 and 180 kg / ha of seed and three epochs of application of the nitrogen fertilizer. In early sowing it is necessary to apply 300 kg / ha of nitrogen, to produce grain with less than 20 % white belly of the grain in durum wheat, however, in late sowing the nitrogen dose can be reduced to 240 units of nitrogen to obtain grain with white belly percentages below 20 % with the Aconchi C89 variety.

INTRODUCCION

El término panza blanca se utiliza para designar una condición del grano de trigo que presenta un aspecto moteado debido a manchas que varían de blanco a blanco amarillento, de acuerdo con el color de las capas externas del grano (Headden, 1915). Estas manchas de aspecto almidonoso se presentan en algunas ocasiones en pequeñas áreas, pero en otras pueden cubrir la mitad o todo el grano. La apariencia de estos granos está dada por una infinidad de grietas microscópicas dentro del endospermo; al observar al microscopio semillas dañadas y normales, las primeras presentan gránulos de almidón parcialmente sueltos y espacios entre ellos y en granos normales estos espacios están ocupados por una matriz de proteína (Valenzuela y Estrella, 1990). Diversos estudios han demostrado que las condiciones del suelo y sobre todo la disponibilidad de nitrógeno son las que determinan la presencia de panza blanca en el grano (Bnejdi y Gazza, 2008). Solís *et al.* señalaron en 1993 que de los factores que incrementan el rendimiento de grano, como son la fecha de siembra de diciembre, el mayor número de riegos y la mayor cantidad de nitrógeno, sólo éste último redujo la presencia de panza blanca del grano. Entre los parámetros de calidad afectados por la presencia de panza blanca está el porcentaje de proteína del grano, el cual se reduce de un 2 a 4% dependiendo de la variedad y el grado de incidencia (Espericueta *et al.*, 1973). Existe también una relación negativa entre el porcentaje de panza blanca y el contenido de pigmentos de caroteno y color de macarrón, esto es, un mayor porcentaje de panza blanca en el grano dará lugar a pastas de menor calidad (Espericueta *et al.*, 1973). Así mismo los trabajos de laboratorio indican que las variedades que presentan mayor incidencia de panza blanca tienen menor rendimiento de semolina (Amaya, 1992, comunicación personal). Solís *et al.* reportaron en 1993 que el rendimiento de semolina y el % de proteína son afectados por la dosis de nitrógeno aplicado y que la diferencia en el primer factor puede ser hasta de un 9 % entre los tratamientos de 0 y 240 kg/ha de nitrógeno en la variedad Altar C84.

OBJETIVO

Determinar el efecto de la fecha de siembra, densidad de siembra, dosis y época de aplicación de nitrógeno sobre la incidencia de la panza blanca del grano de la variedad Aconchi C89.

MATERIALES Y METODOS

Se evaluó la variedad Aconchi C89 en tres fechas de siembra: 15 de noviembre, 16 de diciembre y 16 de enero; tres dosis de nitrógeno: 180, 240 y 300 kg/ha; tres densidades de siembra: 60, 120 y 180 kg/ha de semilla y tres épocas de aplicación del fertilizante nitrogenado. El diseño experimental fue un parcelas sub-subdivididas donde la parcela grande fueron las fechas de siembra, la parcela mediana las dosis de nitrógeno, la parcela chica las densidades de siembra y la sub-subparcela las épocas de aplicación. Se aplicó un calendario de cuatro riegos (0-45-75-100) y una dosis de 46 kg/ha de P₂O₅. En el Cuadro 1 se presentan las variantes de los factores estudiados en este experimento. En el Cuadro 2 se presenta la forma en que se distribuyó el fertilizante nitrogenado para las tres épocas de aplicación.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados en el estudio del carácter panza blanca.

Fecha de siembra	Dosis de Nitrógeno (kg/ha)	Densidad (kg/ha)	Épocas de aplicación (días)
15 noviembre	180	60	0-45
16 diciembre	240	120	0-45-75
16 enero	300	180	0-45-75-100

Cuadro 2. Tratamientos de fertilización nitrogenada*.

Dosis kg/ha	Épocas de aplicación	Tratamientos kg/ha
	2	90-90
180	3	80-40-60
	4	80-30-30-40
	2	120-120
240	3	100-60-80
	4	100-40-40-60
	2	150-150
300	3	120-80-100
	4	100-60-60-80

* La fuente utilizada fue urea (46 % de Nitrógeno).

La parcela experimental constó de seis surcos de 6 metros de longitud, con una distancia de 30 cm entre surcos. La parcela útil estuvo integrada por los cuatro surcos centrales de cada unidad experimental. Los porcentajes de panza blanca fueron transformados a valores arcoseno para realizar el análisis de varianza y la separación de medias, reportándose los valores de significancia estadística con los valores reales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se presentan los resultados del análisis de varianza. Se puede observar que hubo diferencias altamente significativas para los cuatro factores principales: fechas de siembra (FS), dosis de nitrógeno (DN), densidades de siembra (DS) y épocas de aplicación (EA) del fertilizante nitrogenado. En tres de las interacciones de primer orden FS x DN, FS x DS y FS x EA se detectaron diferencias altamente significativas, en dos de las interacciones de segundo orden FS x DN x EA y DN x DS x EA se detectaron diferencias altamente significativas

y significativas para FS x DN x DS y FS x DS x EA. Para la interacción de tercer orden no se detectaron diferencias significativas.

Cuadro 3. Análisis de varianza, para la variable panza blanca del grano, para detectar diferencias entre fechas de siembra, dosis de nitrógeno, densidad de siembra y épocas de aplicación del fertilizante nitrogenado.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Calc	Pr > F	
Repeticiones		3	516.269	172.09	0.7652	
Fechas de Siembra (A)		2	9927.605	4963.802	22.0719	0.0017
Error		6	1349.354	224.892		
Dosis de Nitrógeno (B)		2	6393.188	3196.594	59.2084	0
AB		4	1445.563	361.391	6.6938	0.0018
Error		18	971.8	53.989		
Densidades de Siembra (C)		2	5316.586	2658.293	29.6656	0
AC		4	1329.052	332.263	3.7079	0.0097
BC		4	2109.079	527.27	5.8841	0.0005
ABC		8	1879.559	234.945	2.6219	0.0168
Error		54	4838.87	89.609		
Épocas de Aplicación (D)		2	3004.721	1502.361	33.664	0
AD		4	740.233	185.058	4.1467	0.0032
BD		4	268.372	67.093	1.5034	0.2036
ABD		8	1188.973	148.622	3.3302	0.0015
CD		4	317.13	79.282	1.7765	0.136
ACD		8	767.353	95.919	2.1493	0.0341
BCD		8	990.196	123.775	2.7735	0.0067
ABCD		16	891.339	55.709	1.2483	0.2372
Error		162	7229.755	44.628		
Total		323	51474			
CV		24.3				

En el Cuadro 4 se presenta la separación de medias entre estos factores en el que se puede observar que las fechas tempranas (15 de noviembre) producen mayores niveles de panza blanca que las fechas intermedias (16 de diciembre) y las fechas tardías (16 de enero), tal como lo reportaron Solís *et al.* en 1993. La mayor dosis de nitrógeno también redujo la panza blanca del grano, ya que el tratamiento con 300 kg/ha registró un valor de 17.3 %, el cual fue casi la mitad del expresado por la dosis de 180 kg/ha de nitrógeno. No existieron diferencias significativas entre las densidades de 120 y 180 kg/ha de semilla, pero sí entre éstas y la de 60 kg/ha que mostró valores de 15.4 %. Dividir el fertilizante nitrogenado en tres o cuatro épocas de aplicación también redujo significativamente los niveles de panza blanca observándose una diferencia promedio de 10.7 % entre los tratamientos de dos y cuatro épocas de aplicación.

Cuadro 4. Medias de rendimiento de los factores estudiados en el experimento.

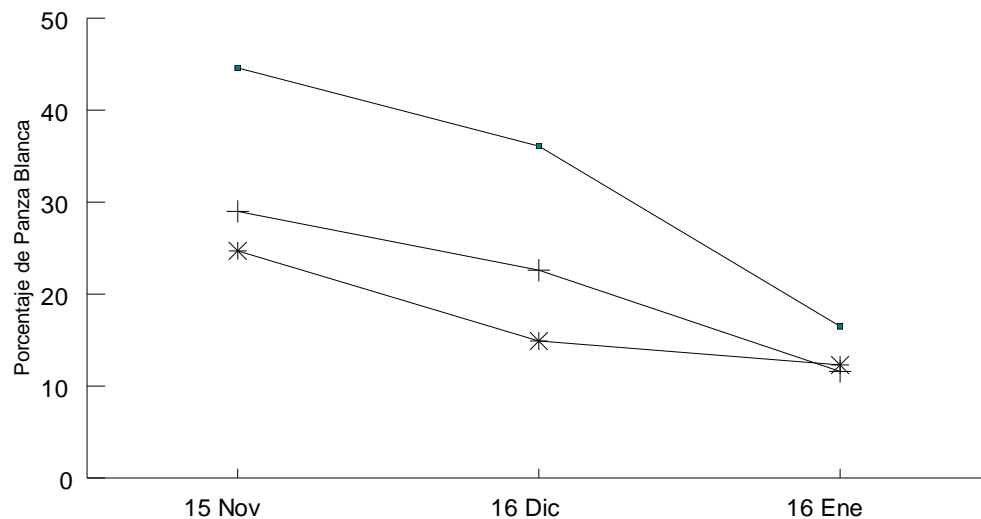
Factor	Rendimiento kg/ha
Fechas de Siembra	
15 Noviembre	32.8 a
16 Diciembre	24.5 a
16 Enero	13.5 b
Dosis de Nitrógeno Kg/ha	
300	32.4 a
240	21.1 b
180	17.3 c
Densidad de Siembra kg/ha	
180	28.7 a
120	26.6 a
60	15.4 b
	28.7 a
Épocas de Aplicación de Nitrógeno	
2	29.1 a
3	23.1 b
4	18.5 c

Medias unidas por la misma letra son iguales significativamente (Tukey 0.05)

Los factores principales no son independientes, ya que la diferencia entre los efectos simples de cada uno de ellos varía con los niveles de los otros, por lo que es necesario analizar la respuesta de cada uno con los niveles de los demás.

En la Figura 1 se muestra la respuesta de las dosis de nitrógeno al variar la fecha de siembra. Con la dosis de 180 kg/ha se presentaron niveles de panza blanca muy altos en las siembras del 15 de noviembre y del 16 de diciembre, pero en la del 16 de enero se observaron valores muy similares a los registrados con las dosis de 240 y 300 kg/ha de nitrógeno.

En el Cuadro 5 se observa que el tratamiento con 300 kg/ha de nitrógeno produjo, en en la fecha de siembra del 15 de noviembre menos panza blanca del grano que las dosis de 180 y 240. En la siembra del 15 de enero donde se registraron los valores más bajos de panza blanca la dosis de 180 originó niveles más altos que las de 240 y 300 pero no hubo diferencia entre éstas últimas dos. Esto es congruente con lo reportado por Solís *et al.* en 1993, quienes señalan que es posible obtener rendimientos similares con las dosis de 120 y 240 kg/ha de nitrógeno en siembras del 15 de enero, pero para producir grano de calidad es necesario fertilizar con la dosis de 240.



180 kg/ha	44.6	36.1	16.5
240 kg/ha	29	22.6	11.6
300 kg/ha	24.7	14.9	12.3

Fecha de siembra

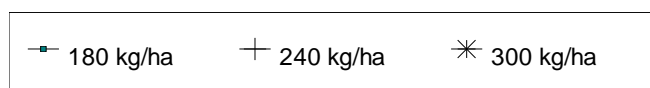


Figura 1. Efecto de la fecha de siembra y la dosis de nitrógeno sobre la panza blanca del grano en trigo duro.

Cuadro 5. Comparaciones entre los componentes de la interacción fechas de siembra y dosis de nitrógeno.

Fecha de Siembra	DN	GL	CM	F Cal.	F tab 5%	F tab 1%
15 de noviembre	180 vs 240	1	2679.8	49.6**	4.41	8.28
	180 vs 300	1	18961.3	351.1**		
	240 vs 300	1	35897.6	664.8**		
16 de enero	180 vs 240	1	536.7	9.9**		
	180 vs 300	1	431.3	8.0*		
	240 vs 300	1	5.8	0.1		

DN = dosis de nitrógeno; * = significativo al 5 %; ** = significativo al 1 %; c = siembra del 15 de enero;

En la Figura 2 se graficó el comportamiento de la densidad al variar la fecha de siembra. La densidad de 60 kg/ha de semilla mostró valores de panza blanca muy inferiores a los expresados por las densidades de 120 y 180 en las siembras de noviembre y diciembre; en la siembra del 16 de enero no hubo diferencias entre los tratamientos de

60 y 120 (Cuadro 6) y la diferencia observada con la densidad de 180 aunque significativa es pequeña por lo que para asegurar un rendimiento alto en esta fecha es preferible incrementar la densidad de siembra.

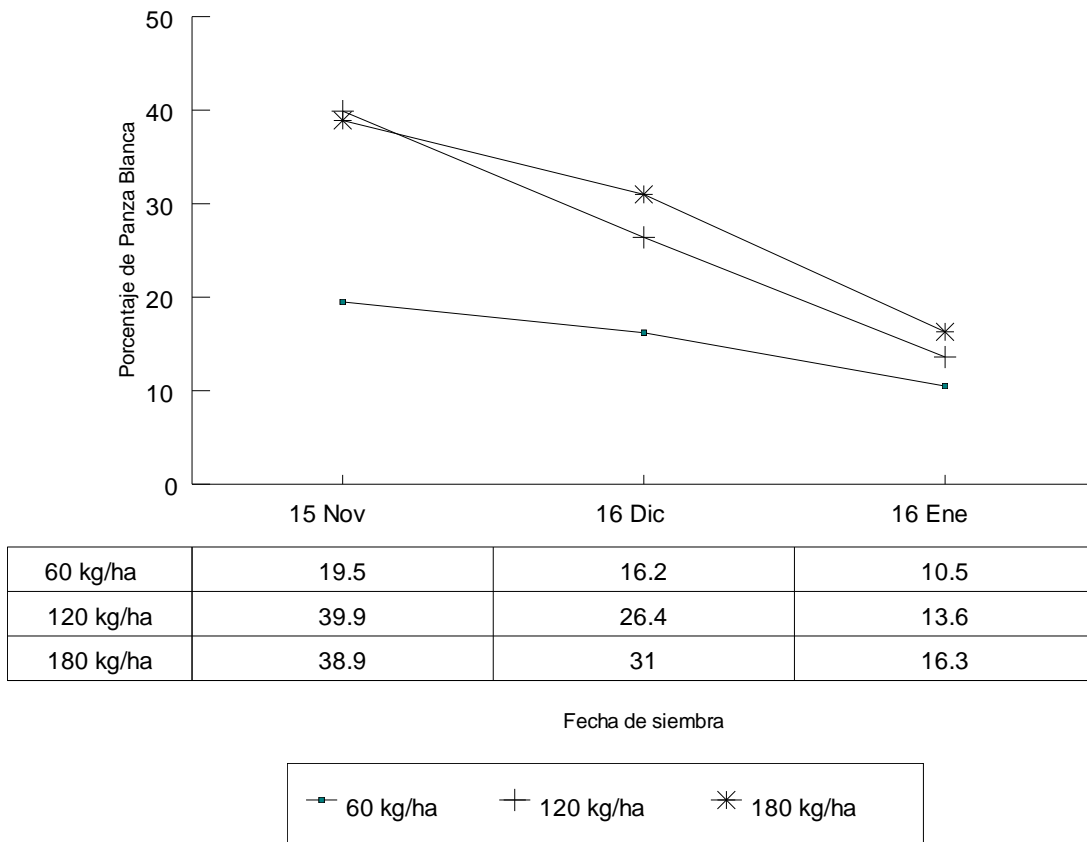


Figura 2. Efecto de la fecha y la densidad de siembra sobre la panza blanca del grano en trigo duro.

Cuadro 6. Comparaciones entre los componentes de la interacción fechas y densidad de siembra.

Fecha de siembra	DS	GL	CM	F Cal.	F tab 5%	F tab 1%
15 de noviembre	120 vs 180***	1	404.7	4.5*	4.02	7.12
	60 vs 120	1	20625.7	230.2**		
	60 vs 180	1	26808.6	299.2**		
15 de enero	60 vs 120	1	253.9	2.8		
	60 vs 180	1	872.2	9.7**		
	120 vs 180	1	185.0	2.1		

DS = densidad de siembra; * = significativo al 5 %; ** = significativo al 1 %; *** kg/ha de semilla: c = siembra del 15 de enero;

La Figura 3 muestra que en las siembras del 15 de noviembre el fraccionar el nitrógeno en cuatro aplicaciones produce menos panza blanca que el hacerlo en dos o tres; en las siembras del 16 de diciembre con tres aplicaciones se obtienen los mismos niveles que con cuatro, pero dos aplicaciones producirán todavía un nivel alto de panza

blanca. En las siembras del 16 de enero se obtiene una respuesta similar al dividir el nitrógeno en dos, tres o cuatro épocas de aplicación.

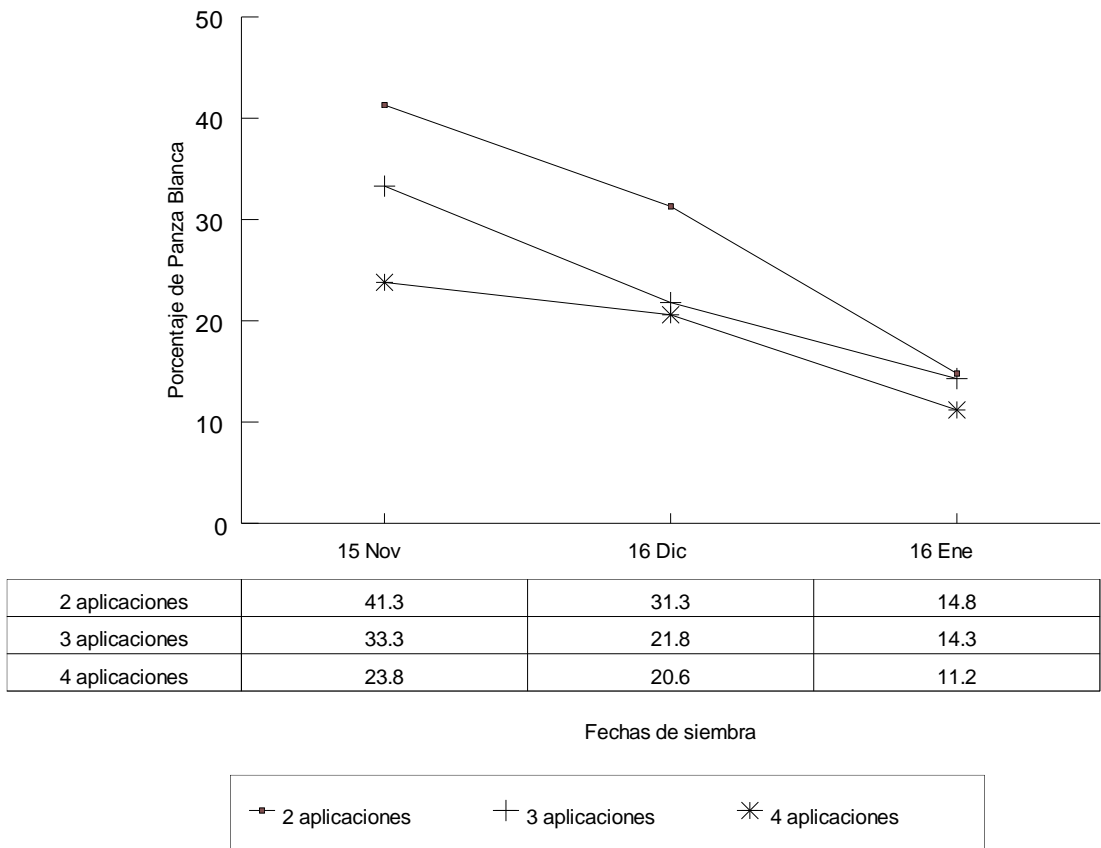


Figura 3. Efecto de la fecha de siembra y la época de aplicación del nitrógeno sobre la panza blanca del grano en trigo duro.

CONCLUSIONES

En siembras tempranas (15 de noviembre) es necesario aplicar 300 kg/ha de nitrógeno, fraccionados en tres o cuatro épocas de aplicación y sembrar con densidades de 60 kg/ha de semilla, para producir grano con meno de de 20% de panza blanca del grano en trigo duro, sin embargo, en siembras tardías (15 de enero) la dosis de nitrógeno se puede reducir a 240 unidades de nitrógeno fraccionados dos épocas de aplicación e incrementar la densidad de siembra a 120 kg/ha para obtener grano con porcentajes de panza blanca inferiores a 20% con la variedad Aconchi C89.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Espericueta Reyna, T., Ortíz Cereceres, J. y Amaya Celis, A.A. 1973. Influencia de distintos niveles de fertilizantes nitrogenados sobre el carácter Panza Blanca de (*Triticum durum* Desf.) y sus relaciones con la calidad industrial del grano. *Agrociencia*. 11:105-116. 1973 (A).

Headden, W. P. 1915. *Yellow berry in wheat, its cause and prevention*. Colo. Agr. Exp. Sta. Bul. 205,38 p.

Bnejdi, F., and M. El Gazzah. 2008. *Inheritance of resistance to yellowberry in durum wheat*. *Euphytica*, 163(2), 225–230. doi:10.1007/s10681-007-9632-y.

Solís Moya, E., Díaz de León Tobías, G., Salazar Zazueta, A., Mejía Avila, C. y Galván Castillo, F. 1993. *Estudio del carácter panza blanca en trigo duro (Triticum durum)*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Centro de Investigación Regional del Centro. (Publicación Especial No. 2).

Valenzuela, P.J.A. y Estrella, M.M. 1990. *Factores asociados con la expresión de panza blanca en trigo y su relación con la calidad de semilla*. VI Curso de Actualización en Tecnología de Semillas. 28-30 de noviembre de 1990. Buenavista, Saltillo, Coah. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas.

TOLERANCIA A ESTRÉS POR SALINIDAD EN PLANTAS DE TOMATE TRATADAS CON *SARGASSUM* spp.

José Antonio Ríos Peña¹; Armando Robledo Olivo²; Antonio Juárez Maldonado³; Adalberto Benavides Mendoza⁴; Rosa María Rodríguez Jasso⁵ y Susana González Morales^{6§}.

¹Maestría en Ciencias en Horticultura. ²Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. ³Departamento de Botánica.

⁴Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. ⁵Departamento de Alimentos. Universidad Autónoma de Coahuila. ⁶CONACYT-Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. §Autor responsable:

qfb_sgm@hotmail.com

RESUMEN

El estrés por salinidad en plantas es debido al mal manejo de riego y uso excesivo de agroquímicos. Esto provoca alteraciones negativas en el metabolismo de las plantas. Es por ello que para el presente trabajo se utilizó la macroalga del género *Sargassum* spp.; la cual fungió como acondicionador de sustrato y bioestimulante en plantas de tomate del híbrido indeterminado El Cid F1 con el objetivo de promover tolerancia al estrés por salinidad. La prueba consistió en un diseño de *parcelas divididas* con 8 tratamientos: *testigo absoluto* (TA), *aplicación foliar del extracto de Sargassum* spp. (E), *Incorporación de 37.5% de granulado de Sargassum* spp. (G), *extracto y granulado* (EG), *testigo más salinidad a 75 mM de NaCl* (TS), *combinación de E y TS* (E+TS), *combinación de G y TS* (G+TS), *combinación de EG y TS* (EG+TS). Se determinaron variables agronómicas como peso seco de la parte aérea y de raíz. Además, se analizaron parámetros de la calidad de los frutos como sólidos solubles totales (SST), pH y acidez titulable. Las variables analizadas presentaron diferencias estadísticas (Tukey ≤ 0.05) entre tratamientos, con excepción del pH. Los tratamientos que incluyen el alga de *Sargassum* spp. presentan un cierto grado de tolerancia al estrés salino observado en las variables agronómicas, en cuanto a la calidad del fruto, el estrés modifica considerablemente dichos parámetros.

Palabras clave: Acondicionador de suelo, bioestimulante, macroalga.

COMPARACIÓN DE PROTEÍNAS DE RESERVA DE TRITICALE CON PROTEÍNAS DE TRIGO

Daniela Guerrero Conejo¹; César Leobardo Aguirre Mancilla²; Juan Gabriel Ramírez Pimentel²; Gilberto Rodríguez Pérez³; Blanca Cecilia López Ramírez²; Ahuizolt de Jesús Joaquín Ramos^{2*}.

¹Estudiante del Tecnológico Nacional de México/IT Roque, ²Profesor-investigador del Tecnológico Nacional de México/IT Roque, ³Profesor-investigador del Tecnológico Nacional de México/ IT del Valle del Yaqui. *Autor de correspondencia:

jr.ahuizolt@gmail.com

El objetivo del presente trabajo fue evaluar las proteínas de reserva de las semillas de tres genotipos de triticale en comparación con las de un trigo harinero y un triticale de uso comercial, sobre las fracciones de las mismas. Las muestras fueron desgrasadas, después se realizó una extracción secuencial de las albuminas, globulina 7S, globulina 11S, prolaminas y glutelinas, en agua, buffer G7S el cual contiene NaCl 0.1 M, EDTA 1mM y K₂HPO₄ 0.01 M, buffer G11S conformado por NaCl 0.8 M, EDTA 1mM y K₂HPO₄ 0.01 M, etanol 70% y buffer GLU con Na₂B₄O₇·10H₂O y SDS al 0.01; las fracciones fueron analizadas en electroforesis en geles de acrilamida y dodecilsulfato sódico (SDS-PAGE). Los resultados mostraron que la fracción de albuminas y globulinas 7S de los 3 triticales muestran bandas similares entre ellos, con pesos moleculares de entre 94 – 35 KDa y de 68 – 33 KDa respectivamente, en confrontación con el trigo y el triticale control, los cuales presentaron ausencia de bandas encontradas en los 3 genotipos, entre tanto para la fracción de globulinas 11S, el triticale control presentó mayor cantidad de bandas que los 3 genotipos, pero similar a las encontradas en el trigo, mientras que en las prolaminas y glutelinas no se observaron bandas, lo cual sugirió una modificación en reactivos, como la sustitución de etanol por isopropanol y diálisis para fracción de glutelinas.

Palabras clave: triticale, trigo, proteínas de reserva, genotipos, fracciones, extracción de proteínas.

EVALUACIÓN DE UN BIOINSUMO VEGETAL PARA EL TRATAMIENTO DE POSTCOSECHA EN CÍTRICOS

Silvia F. Romano^{1*}; Anabella Cruz¹; Pia Di Peto²; Carlos F. Grellet²; María P. Filippone¹ y Alicia Mamaní de Marchese¹.

¹ Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.

² Instituto de Tecnología Agroindustrial del Noroeste Argentino, Tucumán, Argentina.

*florenciaromano056@gmail.com

RESUMEN

Los bioinsumos, obtenidos a partir de organismos vegetales o microbianos, constituyen elementos claves de las prácticas agrícolas sustentables apoyadas en la conservación de los recursos naturales, sin generar efectos dañinos en la salud humana y animal. En este trabajo se evaluó el efecto de un extracto acuoso vegetal (EAF) obtenido a partir de hojas de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch.), con propiedades antioxidantes, antimicrobianas e inductoras de la defensa vegetal contra patógenos, en el control de la podredumbre verde (*Penicillium digitatum*) en postcosecha de limonero (*Citrus limon*). Se determinó la CIM (Concentración Inhibitoria Mínima) del EAF en 0,2 g PF/mL (gramos de peso fresco de hoja), para un aislado de *P. digitatum* resistente al fungicida químico Imazalil. Una concentración del EAF correspondiente a la CIM fue aplicada en un tratamiento curativo o preventivo, en frutos previa o posteriormente inoculados con una suspensión de 10^6 conidios/mL de *P. digitatum*, respectivamente, y mantenidos en condiciones controladas durante 7 días. En ambos tratamientos se produjo una disminución de la severidad e incidencia de la enfermedad de manera significativa con respecto al control químico (Imazalil 500 ppm). Los resultados obtenidos permitieron demostrar que el extracto EAF sería una alternativa para el manejo sustentable en postcosecha de limonero.

Palabras clave: Bioinsumos, Sanidad Vegetal, Cítricos, Postcosecha

EVALUACIÓN IN VITRO DE EXTRACTO DE *Solanum nigrum* EN HONGOS PATÓGENOS DEL CULTIVO DE FRESA.

Teresita de Jesús Sáenz Sáenz¹; Paula Concepción Isiordia Lachica¹; Ana Isabel Mireles Arriaga¹; Jorge Eric Ruiz Nieto¹; Jesús Hernández Ruiz^{1*}

¹Universidad de Guanajuato, División Ciencias de la Vida, Carretera Irapuato-Silao ap 311 CP, Col. Centro, 36500 Irapuato Gto. *Autor responsable: hernandez.jesus@ugto.mx

RESUMEN

El cultivo de fresa tiene una gran importancia económica en el estado de Guanajuato, México, siendo el tercer productor de fresa a nivel nacional. No obstante, en la última década se ha visto afectado, por diversas enfermedades entre las que destacan los hongos patógenos, una alternativa para combatir dichas enfermedades es el uso de extractos vegetales. El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad antifúngica in vitro de *Solanum nigrum* sobre el complejo de hongos que causan secadera en el cultivo de fresa. Se emplearon cepas patógenas de *Fusarium oxysporum*, *Alternaria sp* y *Rhizoctonia sp.*, previamente purificados mediante cultivos monospóricos y por punta de hifa, y caracterizados morfológicamente. Para determinar la inhibición del crecimiento, se utilizó la metodología de medio envenenado, donde se evaluaron tres concentraciones de los extractos (3, 4 y 5 mL relación p/v para *Fusarium oxysporum* y *Alternaria sp*; 2, 3 y 4 mL para *Rhizoctonia sp*). Los volúmenes de extracto que mostraron una inhibición del 100% fueron de 4mL y 5mL para *Fusarium oxysporum* y *Alternaria sp* y de 3 y 4 mL para *Rhizoctonia sp*. En conclusión en esta evaluación preliminar el extracto de *Solanum nigrum* presentó potencial antifúngico para los hongos de *F. oxysporum*, *Alternaria sp* y *Rhizoctonia sp*.

Palabras clave: hierba mora, solanaceae, secadera en fresa, actividad antifúngica.

ABSTRAC

In the state of Guanajuato, Mexico, strawberry cultivation is very important, being the third strawberry producer nationwide. However, in the last decade, the crops were affected by various pathogenic fungi diseases, an alternative to control is the use of plant extracts. The objective was to evaluate the in vitro antifungal activity of *Solanum nigrum* on pathogen fungi that cause drying in strawberry cultivation. Pathogenic strains of *Fusarium oxysporum*, *Alternaria sp* and *Rhizoctonia sp.* previously purified by monosporic cultures and by tip of hypha, and characterized morphologically. To determine growth inhibition, the poisoned medium methodology was used, where three concentrations of the extracts were evaluated (3, 4 and 5 mL p / v ratio for *Fusarium oxysporum* and *Alternaria sp*; 2, 3 y 4 mL for *Rhizoctonia sp*). Extract volumes that showed 100% inhibition were 4mL and 5mL for *Fusarium*

oxysporum and *Alternaria* sp and 3 and 4 mL for *Rhizoctonia* sp. In conclusion, this preliminary evaluation *Solanum nigrum* extract presented antifungal potential for fungi of *F. oxysporum*, *Alternaria* sp and *Rhizoctonia* sp.

Keywords: blackberry grass, solanaceae, strawberry dryer, antifungal activity.

INTRODUCCION

El cultivo de la fresa tiene una gran importancia desde el punto de vista socioeconómico. Guanajuato es el tercer productor de fresa a nivel nacional, sin embargo, los productores de fresa se enfrentan a un complejo de hongos que causan la enfermedad conocida como “la secadera de la fresa”. Este complejo de hongos causa pérdidas de hasta el 50% en la producción. Los géneros más abundantes son *Fusarium*, *Alternaria* y *Rhizoctonia* en una frecuencia de 54, 36 y 11 % respectivamente (Mariscal-Amaro et al., 2017).

Anteriormente para controlar esta enfermedad se utilizaba Bromuro de Metilo, el cual en 2007 por medio del protocolo de Montreal se prohibió el uso en el cultivo de fresa, por lo que, la producción se redujo de un 15 hasta un 25 %. Lo cual hace evidente el diseño de nuevos productos, amigables con el ambiente y que disminuyan la incidencia de hongos fitopatógenos. Por lo que se buscaron extractos de fuentes vegetales. En este caso se trabajó con *Solanum nigrum*, quien tiene reportes de actividad antioxidante. En estudios previos (Huerta et al., 2013) reporta que la planta de *Solanum nigrum* presenta alcaloides, taninos, cumarinas, saponinas y flavonoides, estos últimos han demostrado tener propiedades antibacterianas, antivirales y antifúngias. Por lo cual el objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad antifúngica in vitro de *Solanum nigrum* sobre los hongos *F. oxysporum*, *Alternaria* sp y *Rhizoctonia* sp.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección del material vegetal

La primera etapa consistió en recolectar plantas de *Solanum nigrum* en la comunidad de El Copal, Irapuato, Gto. Se trasladaron al laboratorio de cultivo de tejidos de la Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, en donde se seleccionó la parte vegetativa de interés, rechazando hojas enfermas o con daños mecánicos o por insectos. En seguida se pesó la cantidad necesaria de hojas (250 gr), se desinfectó con hipoclorito de sodio al 5 % durante 5 minutos, y se enjuagó tres veces con agua destilada.

Preparación del extracto

Con ayuda de una licuadora de mano se procedió a moler los 250 gr de *Solanum nigrum* previamente desinfectado, esto con 250 mL de etanol. Posteriormente con papel filtro se separaron los residuos vegetales del extracto, el cual se almacenó en tubos falco y se puso a centrifugar a 5 000 rpm durante 15 minutos a una aceleración de 3. Al terminar se vació el extracto en frascos ámbar y se refrigeró a 12-14 grados.

Preparación del medio de cultivo (PDA)

Se preparó el medio de cultivo PDA marca Bionxol, de acuerdo a las recomendaciones señaladas en el envase (39 gr/l), se esterilizó en la autoclave junto con dos pipetas y las puntas de estas. Se prendió la campana de flujo laminar, se desinfectó (con cloro y luz UV), se prendió el aire y se introdujo el material a utilizar (tijeras, pipetas, puntas, mechero, alcohol, sacabocados, extracto vegetal y cajas petri). Una vez que se esterilizó el PDA se esperó a que la temperatura bajara, se agregó el ácido tartárico en la concentración indicada y se mezcló. Se colocaron las cajas por tratamiento y por hongo, se agregó el extracto vegetal (para *F. oxysporum* y *Alternaria* sp se agregaron tres, cuatro y cinco mL y para *Rhizoctonia* dos, tres y cuatro mL, por cada hongo se realizaron dos repeticiones y un testigo), enseguida se agregaron 20 mL de PDA en cada caja petri, se movió un poco para que se mezclara bien con el extracto y se esperó a que solidifique y enfríe. Las cepas patógenas, identificadas previamente, se sembraron con el método de cultivo envenenado, donde se colocó una fracción radial de cinco mm de diámetro.

Análisis estadístico

Se realizó un diseño totalmente al azar (DCA), con 12 tratamientos, (tres hongos diferentes, a tres concentraciones de extracto, con sus respectivos testigos). Se realizó un análisis de varianza y una prueba de Tukey (SAS, 2002).

Evaluación de la inhibición micelial

Cada tratamiento se colocó en una incubadora a 27°C. La evaluación de la inhibición del extracto de *Solanum nigrum* sobre las cepas de hongos infecciosos, se realizó midiendo cada 24 horas por 21 días el diámetro del desarrollo de la colonia de cada uno de los tratamientos y testigos con un vernier digital marca Weston plus de una escala de 0 a 200 mm, generando una base de datos, de la cual se calculó el porcentaje de inhibición con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{\text{Diámetro micelial del testigo} - \text{Diámetro micelial del tratamiento}}{\text{Diámetro micelial del testigo}} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSION

A partir del séptimo día *Fusarium oxysporum* no presentó crecimiento radial, en las concentraciones de 4 y 5 mL, por lo cual se infiere que *Solanum nigrum* en condiciones in vitro presenta actividad antifúngica sobre *F. oxysporum*. Por otra parte, en la concentración de 3 mL no presentó inhibición micelial (Figura 1).

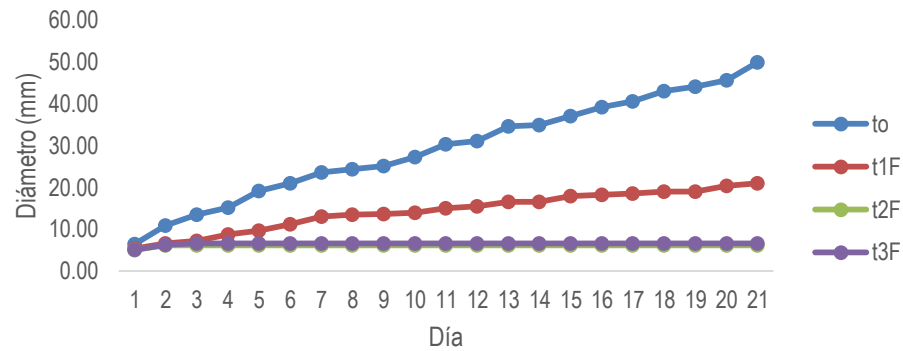


Figura 1. Curva de crecimiento radial (mm) de *Fusarium oxysporum* en PDA con extracto de *Solanum nigrum*. (to=testigo; t1F= 3 mL de extracto; t2F= 4 mL de extracto; t3F= 5 mL de extracto).

Para *Alternaria* sp, en la concentración de 3 mL no presentó inhibición en el crecimiento radial. Por el contrario, en las concentraciones de 4 y 5 mL a partir del segundo día detuvo su crecimiento radial, por lo cual se puede decir que *Solanum nigrum* en condiciones in vitro presenta actividad antifúngica sobre *Alternaria* sp (Figura 2).

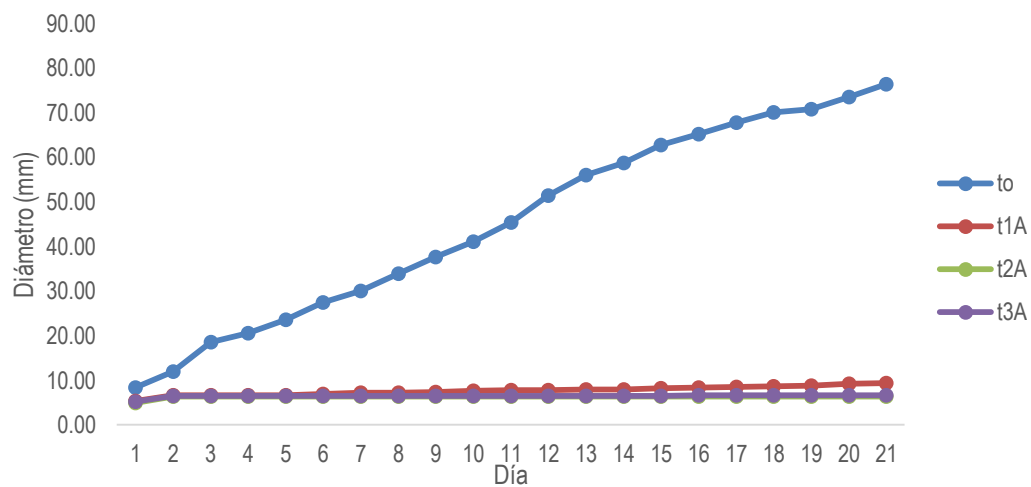


Figura 2. Curva de crecimiento radial (mm) de *Alternaria* sp., en PDA con extracto de *Solanum nigrum*. (to= testigo; t1A= 3 mL de extracto; t2A= 4 mL de extracto; t3A= 5 mL de extracto).

De igual forma, el crecimiento radial de *Rhizoctonia* sp, en la concentración de 2 mL no presentó inhibición micelial, mientras que en las concentraciones de 3 y 4 mL presentó inhibición micelial al segundo día, por lo cual se infiere que *Solanum nigrum* en condiciones in vitro presenta actividad antifúngica sobre *Rhizoctonia* sp (Figura 3).

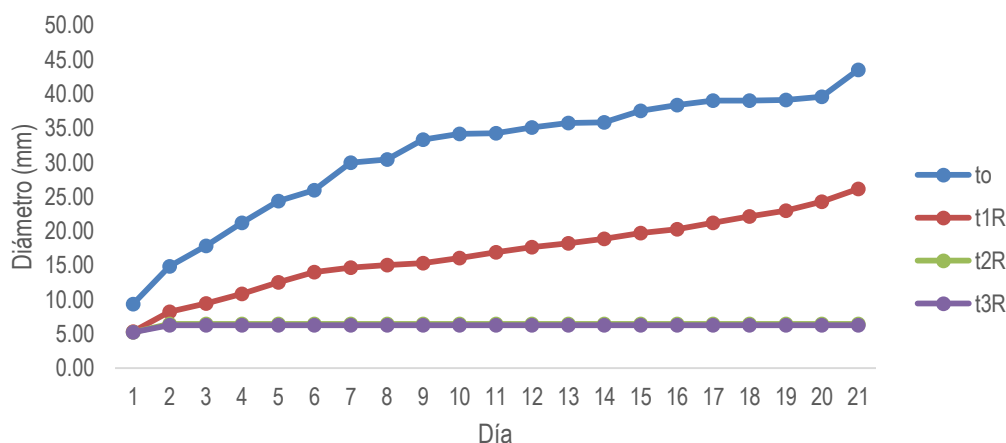


Figura 3. Curva de crecimiento radial (mm) de *Rhizoctonia sp.*, en PDA con extracto de *Solanum nigrum*. (to= testigo; t1R= 2 mL de extracto; t2R= 3 mL de extracto; t3R= 4 mL de extracto)

Los extractos de *Solanum nigrum* con una concentración de 3 mL, presentó una inhibición para *Fusarium oxysporum* del 46 % al tercer día, teniendo una máxima inhibición del 58 % al día 21. En la concentración de 4 mL su inhibición al día 21 fue de 88 % y en la concentración de 5 mL presentó una inhibición de 87 % al día 21.

Para *Alternaria sp.*, a una concentración de 3 mL, el extracto de *Solanum nigrum* presentó una inhibición del 88 % al día 21. En la concentración de 4 mL, la inhibición al día 21 fue del 92 % y en la concentración de 5 mL fue del 91 %.

Finalmente, para el hongo de *Rhizoctonia sp.*, el extracto de *Solanum nigrum* a una concentración de 2 mL presentó una inhibición del 47 % al tercer día, al noveno día presentó una inhibición del 54 %, sin embargo, a partir del día nueve el porcentaje de inhibición bajo, presentando al día 21 un porcentaje de inhibición del 40 %. En la concentración de 3 mL presentó un 64 % de inhibición al tercer día, y al día 21 presentó una inhibición del 85 %, en la concentración de 4 mL presentó un 86 % de inhibición micelial al día 21. (Tabla 1)

Tabla 1. Porcentaje de inhibición micelial de *Fusarium oxysporum*, *Alternaria* sp y *Rhizoctonia* sp, con el extracto de *Solanum nigrum*.

Tratamientos*	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 18	Día 21
T1F	46	46	46	50	52	56	58
T2F	54	71	75	80	83	86	88
T3F	52	69	74	79	82	85	87
T1A	64	75	81	85	87	88	88
T2A	66	77	83	88	90	91	92
T3A	65	76	83	87	90	91	91
T1R	47	46	54	50	48	43	40
T2R	64	75	81	82	83	83	85
T3R	65	76	81	82	83	84	86

*T1F= concentración de 3 mL de extracto en *F. oxysporum*; T2F= concentración de 4 mL de extracto en *F. oxysporum*; T3F= concentración de 5 mL de extracto en *F. oxysporum*; T1A= concentración de 3 mL de extracto en *Alternaria* sp; T2A= concentración de 4 mL de extracto en *Alternaria* sp; T3A= concentración de 5 mL de extracto en *Alternaria* sp; T1R= concentración de 2 mL de extracto en *Rhizoctonia* sp; T2R= concentración de 3 mL de extracto en *Rhizoctonia* sp; T3R= concentración de 4 mL de extracto en *Rhizoctonia* sp.

Para *Fusarium oxysporum*, se presentaron diferencias significativas entre el testigo (ToF) y el tratamiento T1F. Entre los tratamientos T2F y T3F no presentó diferencias significativas. En cambio, para el hongo *Alternaria* sp., solo presentó diferencias significativas entre el testigo (ToA) y los tres tratamientos (T1A, T2A y T3A), y estos fueron estadísticamente iguales entre sí.

Para *Rhizoctonia* sp, se presentaron diferencias significativas entre el testigo (ToR) y el tratamiento T1R. Entre los tratamientos T2R y T3R no presentó diferencias significativas. Sin embargo, entre los tratamientos T2F y T3F de *F. oxysporum*; T1A, T2A y T3A de *Alternaria* sp y los tratamientos T2R y T3R de *Rhizoctonia* sp, no hubo diferencias significativas. En cambio, si hubo diferencias significativas entre los testigos (ToF; ToA; ToR) y el tratamiento T1R de *Rhizoctonia* sp (tabla 2).

Tabla 2. Cuadro de medias para cada uno de los tratamientos evaluados sobre el extracto de *S. nigrum*.

Tratamiento	Día 1	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 18	Día 21
ToF	6.36 ^C	13.48 ^B	20.91 ^B	25.19 ^C	31.11 ^C	37.00 ^B	43.13 ^B	49.98 ^B
T1F	5.31 ^D	7.26 ^D	11.21 ^D	13.60 ^D	15.45 ^D	17.89 ^C	18.95 ^D	20.99 ^E
T2F	4.98 ^{DE}	6.14 ^D	6.14 ^E	6.17 ^E	6.17 ^E	6.17 ^D	6.17 ^E	6.17 ^F
T3F	5.10 ^{DE}	6.52 ^D	6.52 ^E	6.60 ^E	6.60 ^E	6.60 ^D	6.60 ^E	6.60 ^F
ToA	8.36 ^B	18.46 ^A	27.35 ^A	37.58 ^A	51.40 ^A	62.70 ^A	70.04 ^A	76.33 ^A
T1A	5.24 ^{DE}	6.65 ^D	6.29 ^E	7.30 ^E	7.70 ^E	8.17 ^D	8.58 ^E	9.24 ^F
T2A	4.87 ^E	6.30 ^D	6.30 ^E	6.30 ^E	6.30 ^E	6.30 ^D	6.30 ^E	6.30 ^F
T3A	5.21 ^{DE}	6.49 ^D	6.50 ^E	6.50 ^E	6.50 ^E	6.50 ^D	6.52 ^E	6.52 ^F
ToR	9.33 ^A	17.78 ^A	25.99 ^A	33.33 ^A	35.10 ^B	37.53 ^B	39.06 ^C	43.53 ^C
T1R	5.33 ^D	9.45 ^C	14.04 ^C	15.34 ^D	17.60 ^D	19.65 ^C	22.08 ^D	26.12 ^D
T2R	5.20 ^{DE}	6.47 ^D	6.47 ^E	6.47 ^E	6.47 ^E	6.47 ^D	6.47 ^E	6.47 ^F
T3R	5.23 ^{DE}	6.24 ^D	6.24 ^E	6.24 ^E	6.24 ^E	6.24 ^D	6.24 ^E	6.24 ^F

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (a un alfa de 0.05). *ToF= testigo de *F. oxysporum*; T1F= concentración de 3 mL de extracto en *F. oxysporum*; T2F= concentración de 4 mL de extracto en *F. oxysporum*; T3F= concentración de 5 mL de extracto en *F. oxysporum*; ToA= testigo de *Alternaria* sp; T1A= concentración de 3 mL de extracto en *Alternaria* sp; T2A= concentración de 4 mL de extracto en *Alternaria* sp; T3A= concentración de 5 mL de extracto en *Alternaria* sp; ToR= testigo de *Rhizoctonia* sp; T1R= concentración de 2 mL de extracto en *Rhizoctonia* sp; T2R= concentración de 3 mL de extracto en *Rhizoctonia* sp; T3R= concentración de 4 mL de extracto en *Rhizoctonia* sp.

CONCLUSIONES

El extracto de *Solanum nigrum* si tiene propiedades antifúngicas sobre los hongos patógenos *F. oxysporum*, *Alternaria* sp y *Rhizoctonia* sp. Dado que a la concentración de extracto de 4 y 5 mL presentó inhibición para *F. oxysporum* y *Alternaria* sp; 3, 4 mL para *Rhizoctonia* sp.

Agradecimientos

Esta investigación fue apoyada por la Secretaría de Innovación, Ciencia y Educación Superior (SICES) del estado de Guanajuato, como parte del proyecto “Determinación geoespacial de áreas susceptibles a plagas y enfermedades del cultivo de fresa en Guanajuato” (oficio DRF/860/2019).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bello, A. (1997). La retirada del bromuro de metilo como fumigante. *Vida rural*, 4, 70-72.
- Huerta, L. C., Carbonell, Y. R., & Morales León, J. Á. (2013). Composición fitoquímica de los tallos y hojas de la especie *Solanum nigrum* L. que crece en Cuba. *Revista Cubana de plantas medicinales*, 18(1), 10-16.
- Mariscal-Amaro, L. A., Rivera-Yerena, A., Dávalos-González, P. A., & Ávila-Martínez, D. (2017). Situación actual de hongos asociados a la secadera de la fresa (*Fragaria× ananassa* Duch.) en Guanajuato, México. *Agrociencia*, 51(6), 673-681.
- Medina, J. J., Miranda, L., Soria, C., Domínguez, P., Púrez, R. M., Zea, T., ... & López-Aranda, J. M. (2010). Alternativas biológicas al bromuro de metilo en la fresa de Huelva (España). Resultados de dos años de actividades. In *Fitosanidad*. (No. 3194).
- Sistema Producto Fresa, 2012. Plan Rector Nacional 2012. Recuperado el 27 de enero del 2020 de: http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/nacionales/EXP_CNSP_FRESA/PLAN%20RECTOR%20QUE%20CONTIENE%20PROGRAMA%20DE%20TRABAJO%202012/PR_CNSP_FRESA_2012.pdf
- Treceño, A. M., de Cal, A., Moreno, P. M., & Aranda, J. M. L. (2004). Alternativas químicas al bromuro de metilo en viveros de fresa en España. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, (161), 14-19.

ESTUDIO REGIONAL DE LA MANCHA BORROSA (*BIPOLARIS SOROKINIANA*) DEL TRIGO EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO

Francisco Javier Salazar-Huerta¹, Gilberto Rodríguez-Pérez¹ José Aurelio Leyva-Ponce¹ Luis Alejandro Saiz-Nieblas², Jesús Martín Rey-Icédó² y Luis Enrique Portillo-García²

¹Investigadores del Tecnológico Nacional de México-I.T. del Valle del Yaqui, ²Estudiantes Tecnológico Nacional de México-I.T. del Valle del Yaqui. Autor de correspondencia:

francisco.salazar.huerta@hotmail.com

RESUMEN

En el Sur de Sonora, Valle del Yaqui, la superficie de siembra de trigo ha sido en promedio de 140,000 ha, el trigo es el principal cultivo con mayor superficie sembrada en la región. Durante los años 2014 y 2015, se presentó una alta incidencia de la mancha borrosa causada por *Bipolaris sorokiniana* la cual se ha observado con mayor incidencia y severidad en años húmedos y lluviosos, lo que ha provocado pérdidas económicas importantes por los daños directos e indirectos a la producción de trigo en el sur de Sonora, los efectos son debido a aplicación de productos químicos, reducción de la calidad del grano y pérdida de rendimiento. En la actualidad se carece de información referente a la distribución e incidencia de este patógeno en la región por lo cual. El objetivo del presente trabajo fue determinar la incidencia y distribución de la enfermedad debido a la variabilidad del cambio climático. Se utilizó un muestreo irrestricto aleatorizado, con un tamaño de muestra de 50 sitios (blocks) de una extensión de 10 ha en forma aleatoria las variedades muestreadas representaron el 88.5% de la superficie total de siembra de la región. La variedad Borlaug F2014 presentó una incidencia de 25%, Villa Juárez F2009 de 20%, CENEB ORO C2017 de 18.3% y CIRNO C 2008 de 12.8%. Los resultados mostraron una mayor tolerancia a la enfermedad de las variedades de trigos cristalinos. Asimismo, la distribución de la enfermedad se presentó en los sitios más cercanos a las regiones con alta humedad y de mayor precipitación en las localidades de Villa Juárez, Quechahuca, Pueblo Yaqui y la Colonia Militar en Sonora. Los resultados obtenidos coadyuvarán a programar estrategias de control para combate de la enfermedad e incrementar la productividad del cultivo.

Palabras clave: *Triticum spp*, *Bipolaris sorokiniana*, Trigo

ABSTRACT

In the South of Sonora, Yaqui Valley, the area of wheat sowing has been an average of 140,000 ha, wheat is the main crop with the largest area planted in the region. During the years 2014 and 2015, there was a high incidence of the blurred spot caused by *Bipolaris sorokiniana* which has been observed with greater incidence and severity in wet and rainy years, which has caused significant economic losses due to direct and indirect damage to wheat production in southern Sonora, the effects are due to chemical application,

reduction of grain quality and loss of yield. Currently, there is a lack of information regarding the distribution and incidence of the pathogen in the region. The objective of this work was to determine the incidence and distribution of the disease due to the variability of climate change. A randomized unrestricted sampling was used, with a sample size of 50 sites of an extension of 10 ha at random the sampled varieties represented 88.5% of the total planting area of the region. The Borlaug F2014 variety presented an incidence of 25%, Villa Juárez F2009 of 20%, CENEB Oro C2017 of 18.3% and CIRNO C 2008 of 12.8%. The results showed a greater tolerance to the disease of the varieties of crystalline wheats. Likewise, the distribution of the disease occurred in the places closest to regions with high humidity and higher rainfall in the towns of Villa Juárez, Quechehueca, Pueblo Yaqui and Colonia Militar Sonora. The results obtained will help to program control strategies to combat the disease and increase crop productivity.

Keywords: *Triticum spp.*, *Bipolaris sorokiniana*, *wheat*

INTRODUCCION

El trigo (*Triticum spp.*) es el cereal más adaptado a las diferentes condiciones climatológicas en el mundo, junto con el maíz (*Zea mays*), y el arroz (*Oryza sativa*) proveen el 75% de los carbohidratos que requiere la alimentación humana. Sin embargo, se estima que un 30% de la producción mundial de trigo es afectada por factores bióticos como las plagas y enfermedades que causan graves pérdidas en los rendimientos (Bockus *et al.*, 2010); dentro de sus principales enfermedades se encuentran las causadas por hongos que causan royas, carbones, tizones foliares y pudriciones radiculares (Zillinsky, 1984). La resistencia a estas enfermedades por genotipos de alto rendimiento no es satisfactoria (Saari, 1998), se afirma que el tizón foliar es causado por al menos una especie de hongos del género *Bipolaris*, pero se desconoce su incidencia y distribución en el Sur de Sonora, Sonora.

La estrategia de control de enfermedades causadas por tizones, se basa en un enfoque integrado, donde la resistencia genética, la distribución e incidencia del patógeno son elementos importantes los cuales coadyuvaran a reducir la pérdida económica ocasionadas en este cultivo. **Justificación.** El conocimiento de la incidencia y distribución de la mancha borrosa del trigo en el Sur de Sonora coadyuvará a programar estrategias de combate de la enfermedad por parte de las diferentes dependencias federales, estatales y regionales con el propósito de incrementar la productividad en este cultivo. Asimismo, para el agricultor obtenga una mayor rentabilidad de su cultivo, reduciendo el uso de agroquímicos para el control de esta enfermedad, evitando la contaminación a la población, del agua, suelo y microorganismos del suelo de la región. **Objetivos.** Determinar la distribución e incidencia de la mancha borrosa (*Bipolaris sorokiniana*) en trigo en el Sur de Sonora durante 2019.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Distribución e incidencia de la enfermedad del cultivo de trigo, aislamiento e identificación de la enfermedad. Durante el ciclo agrícola O-I 2018-19 se realizó un estudio en blocks comerciales de trigo, el cual estuvo determinado por 50 blocks representativos de la región, los cuales fueron seleccionados en base a un muestreo irrestricto aleatorizado de una muestra de 748 cuadrantes de 400 ha cada uno cubriendo una superficie de 299,220 ha. Cada block represento 40 parcelas de 10 ha, para el caso del muestreo se seleccionó una sola parcela de 10 ha (lote) representativa de cada block, por lo cual el muestreo se realizó en una superficie de 500 ha. El muestreo de cada uno de los lotes se realizó

siguiendo un patrón en “W” considerando 10 puntos de muestreo, en cada uno de los cuales se observaron 10 plantas que se evaluaron para observar la presencia y/o ausencia de síntomas o signos de la enfermedad. Se tomaron muestras de follaje de plantas enfermas y se trasladaron al laboratorio de Biotecnología del Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, para verificar la presencia de la enfermedad. Primeramente, se realizó una observación directa del material colectado con la ayuda de un microscopio de disección. Cuando se observaron signos del organismo en las hojas, se efectuó un raspado con una aguja de disección, preparándose un montaje con lacto fenol claro para observarlo al microscopio compuesto, una vez confirmada la presencia del hongo. Para realizar la desinfección de las hojas, primeramente, las hojas infectadas fueron cortadas en pequeños pedazos los cuales se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio al 10%, durante un minuto y después se lavaron en agua destilada estéril, se dejaron secar durante 15 minutos en papel secante, para posteriormente sembrarlas en cámara húmeda a temperatura ambiente. Una vez que se desarrollaron las colonias del hongo siete días después de la siembra, se tomó una muestra y se realizó un montaje del hongo poniendo una gota de agua destilada en un portaobjetos y cubriéndolo con un cubreobjetos para su observación e identificación al microscopio compuesto.

La distribución e incidencia de la enfermedad. La distribución de la enfermedad se realizó identificando el número de lote con relación a la incidencia de la enfermedad, y la incidencia de plantas enfermas se determinó considerando el porcentaje que estas representaron en el total de 100 plantas observadas por cada lote.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Distribución. En total se muestrearon, 500 ha las cuales representaron 50 blocks de lotes comerciales las variedades de trigo muestreadas fueron Borlaug F2014, Villa Juárez F2009, CENEB ORO C2017 y CIRNO C2008. La enfermedad mancha borrosa mostro una amplia distribución en todos los blocks y lotes muestreados como se muestra (Figura 1) por lo que la enfermedad está presente en todo el Sur de Sonora. y de acuerdo a lo reportado por Villa-Rodríguez *et al* (2016), en donde *Bipolaris sorokiniana* fue encontrado como el agente causal de la enfermedad mancha borrosa del trigo en el Valle del Yaqui, Sonora. Así mismo reportaron que las temperaturas variables con incrementos de +1°C de la temperatura media y la humedad relativa del 60 al 100% que se presentaron durante 2014 y 2015, fueron probablemente los principales factores que impulsaron la epidemia de mancha borrosa en trigo en el sur de Sonora. Lo cual concuerda con lo encontrado en este estudio ya que las localidades de Pueblo Yaqui, Quechehueca y Villa Juárez, Sonora fueron las localidades en donde se encontraron las incidencias más altas de esta enfermedad y en esas regiones existe una alta humedad relativa y temperaturas de 20°C durante la etapa de floración del cultivo ya que son lugares cercanos al litoral del pacifico. Sin embargo, en otras regiones de México. Duvellier y Dubin (2002) reportaron asociados a *B. sorokiniana* con otros patógenos foliares como *Alternaria spp* y *Curvularia spp*.

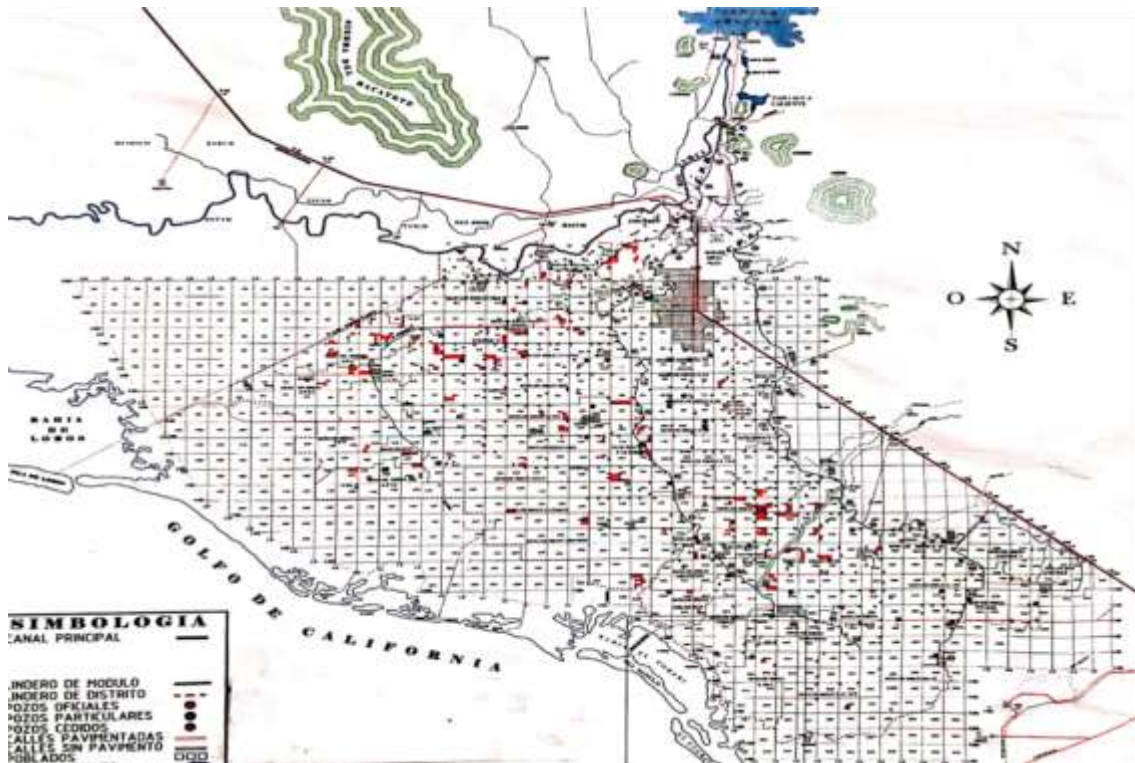


Figura 1. Mapa del Valle del Yaqui, en el Sur del estado de Sonora, blocks marcados (color rojo) los cuales fueron seleccionados para la toma de muestra de las diferentes variedades comerciales de trigo durante 2019.

Cuadro 1. Número de blocks y variedad muestreadas para determinar la incidencia y distribución de la mancha borrosa (*Bipolaris. sorokiniana*) en el Sur de Sonora México.

Variedad	Block	Total de Muestra
Borlaug F2014	129,635,2528,1212,2010,2724,2030,1420,125,1114,1609,2020 y 2516	13
CENEB ORO C2017	719, 910, 1009, 1607, 2235, 2420,2132,1520, 1702,1706,1113,1101,1730,1719 y1615	15
CIRNO C2008	627,1115,305,1706,1612,1524,1914,1604,2612,2032,601, 619,1418,1012 y1836	15
Villa Juárez F2009	525,611, 1516, 1718,1209,1117 y 1736	7

En el Cuadro 1. Se observa el número de blocks y la variedad seleccionada en forma aleatoria irrestricta para determinar la incidencia y distribución de la enfermedad conocida como mancha borrosa del trigo en el Sur de Sonora, México. se observa un mayor tamaño de muestra con las variedades de trigos cristalino CENEB ORO C 2017 y CIRNO 2008 esto es debido a que estas dos variedades representaron el 53.1% de la superficie total de la muestra de trigo en el Sur de Sonora.

Incidencia: La enfermedad se detectó en un alto porcentaje en los blocks y en los lotes comerciales (Cuadro 1). Siendo las variedades Borlaug F 2014, Villa Juárez F2009 y CENEB ORO C2017 las variedades con mayor incidencia de la enfermedad con un 25, 20 y 18.3 % respectivamente. Así mismo la variedad CIRNO C2008 presento la incidencia más baja con 12.8 %. Es importante mencionar que la mayor incidencia se presentó en las regiones de Villa Juárez, Quechhueca, Pueblo Yaqui, Colonia Militar y Colonia Sonora. las cuales son regiones con mayor precipitación y temperaturas más favorables para el desarrollo de la enfermedad durante los meses de febrero y marzo durante la etapa del cultivo más susceptible al patógeno. de acuerdo a lo mencionado por (Zillinsky, 1984). Los tizones en trigo son enfermedades foliares que se distribuyen mundialmente y son particularmente agresivos cuando la humedad relativa es alta y temperatura (20°C). Además de una baja fertilidad del suelo (Duvellier y García-Altamirano 2000). Estos resultados difieren con lo reportado por Mata-Santoyo *et al* 2018 en donde mencionan la variedad CIRNO 2008 que se comportó como moderadamente susceptible a *B. sorokiniana* y las variedades de tipo harinero se comportaron como moderadamente susceptibles a susceptible. Asimismo, Solís-Moya *et al.* (2014) observaron que las variedades Luminaria F2012, Maya S2007 y Urbina S 2007 son resistentes a la roya amarilla y moderadamente resistente a la roya de la hoja, pero no mencionan resistencia a tizones, aunque, en ese estudio estas variedades se comportaron como susceptibles a *B. sorokiniana*.

Cuadro 2. Incidencia de la mancha borrosa (*Bipolaris sorokiniana*) en variedades comerciales de trigo en el Sur de Sonora México 2019.

Variedad	Incidencia (%)	Superficie (muestreo %)
Borlaug F2014	25.0	23.0
Villa Juárez F2009	20.0	12.4
CENEB ORO C2017	18.3	26.5
CIRNO C2008	12.8	26.5

CONCLUSIONES.

La distribución de la enfermedad fue total en todos los blocks y lotes muestreados de las variedades comerciales de trigo, las variedades Borlaug F2014, Villa Juárez F2009 y CENEB ORO C 2017 se mostraron de susceptibles a moderadamente susceptible a la enfermedad por el porcentaje de incidencia encontrado, Así mismo CIRNO C 20018 se mostró moderadamente tolerante a la enfermedad. Es importante continuar con la diferenciación de los aislamientos de *B. sorokiniana* encontrados para ser evaluados en líneas y cultivares de trigo candidatas a variedades comerciales en el futuro. Por otra parte, y en base a los resultados encontrados los cuales ayudaran a los dependencias federales, estatales y regionales a llevar a cabo un programa estratégico de siembra para el combate de esta enfermedad e incrementar la productividad del cultivo al autorizar variedades comerciales de trigo en regiones encontradas con mayor o menor riesgo de incidencia de la enfermedad en las diferentes regiones muestreadas en el Sur de Sonora.

AGRADECIMIENTOS.

Al Tecnológico Nacional de México por su apoyo en el financiamiento de este proyecto 6196.19-P.

LITERATURA CITADA.

Bockus, W.W Bowden RL, Hunger RM, Morrill WL, Murray TD and Smiley RW. 2010. Diseases caused by fungi and fungus-like organisms. *In*: Compendium of wheat diseases and pests. P. 16-84. Disponible en línea: <https://issuu.com/scisoc/docs/43856>

Duveiller E and García AI. 2000. Pathogenicity of *Bipolaris sorokiniana* isolates from wheat roots, leaves and grains in Mexico. *Plant Pathology* 49:235-242. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2000.00443.x>

Mata-Santoyo CI, Leyva-Mir SG, Camacho-Tapia M, Tovar-Pedraza JM, Huerta-Espino J, Villaseñor-Mir HE, García-León E. 2018. Aggressiveness of *Bipolaris sorokiniana* and *Alternaria alternata* isolates on wheat cultivars in México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 36(3): 432-443.

Saari EE. 1998. Leaf blight diseases and associated soilborne fungal pathogens of wheat in South and Southeast Asia. *In*: Duveiller E, Dubin HJ, Reeves J, Mcnab A, (Eds.). *Helminthosporium Blights of Wheat*:

Spot Blotch and Tan Spot. Proceedings of and International Workshop Held at CIMMYT. El Batán, México. pp. 37-51. Disponible en línea: <https://books.google.com.mx/books?id=ISr137u->

Solís ME, Huerta EJ, Villaseñor MHE, Pérez HP, Ramírez RA, Ledesma RL y De La Cruz G M. 2014. Luminaria F2012, nueva variedad de trigo harinero para riego restringido en El Bajío. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5:325-330. Disponible en línea: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/art%C3%ADculo_redalyc_263129784013.pdf

Villa RE, Lugo EC, De los Santos VS, Parra CFI and Figueroa LP. 2016. First report of *Cochliobolus sativus* causing spot blotch on durum wheat (*Triticum durum*) in The Yaqui Valley, Mexico. Plant Disease 100:11, 2329. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-16-0634-PDN>.

Zillinsky FJ. 1984. Guía para la identificación de enfermedades en cereales de grano pequeño. México, D.F., México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 141 p. Disponible en línea: <http://repository.cimmyt.org>

COMPORTAMIENTO DE TIPOS DE TRIGO EN TRES CALENDARIOS DE RIEGO

*Juan Armando Vázquez-Vera¹⁻²; Ernesto Solís-Moya¹; Luis Antonio Mariscal-Amaro¹; Lourdes Ledesma-Ramírez¹; María del Pilar Suaste-Franco¹⁻²; Miguel Ángel Gamucero-Zarate².

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México, km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Gto. C.P. 38010. ²Tecnológico Nacional de México/IT Roque, Celaya, Guanajuato., México, km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C. P. 38110. *correo: mando_vazqz@outlook.com

RESUMEN

En los programas de mejoramiento genético de cualquier especie de interés agrícola, la selección de genotipos se realiza básicamente considerando rendimiento, resistencia a enfermedades y valor agronómico, entonces, es necesario evaluar la consistencia del comportamiento de los mismos estando sometidos en diversos ambientes durante varios años dentro de una región potencial de adaptación. Diversos estudios han encontrado que el rendimiento del trigo cristalino es superior en condiciones más favorables, mientras que el trigo harinero tiene mejor desempeño en condiciones de estrés hídrico. El objetivo de este trabajo fue determinar qué tipo de trigo se adapta mejor a condiciones limitadas de humedad dos y tres riegos y cual de los tres grupos de calidad de los trigos harineros, débil, medio fuerte y fuerte, es el que mejor se adapta a la condición de tres riegos. Se evaluaron 72 genotipos de trigo, 18 trigos cristalinos (*Triticum durum*), y 54 trigos harineros (*Triticum aestivum* L.). Los tratamientos de riego considerados fueron: dos riegos; tres riegos y cinco riegos. Se aplicó una dosis de fertilización de 240-46-00. La densidad de siembra fue de 120 kg ha⁻¹. Las variables registradas fueron las siguientes: 1) Altura de planta; 2) días a espigamiento; 3) índice de cosecha; 4) rendimiento de grano; 5) biomasa; 6) peso de 1000 granos y 7) granos por metro cuadrado. Bajo riego restringido los trigos harineros tienen mayor rendimiento que los cristalinos debido a un mayor número y peso del grano. Con tres riegos los trigos de gluten débil superaron a los de gluten fuerte; con dos riegos no hubo diferencias entre trigos harineros.

ABSTRACT

In the programs of genetic improvement of any species of agricultural interest, the selection of genotypes is basically done considering yield, resistance to diseases and agronomic value, so it is necessary to evaluate the consistency of their behavior while being subjected in various environments for several years. Within a potential region of adaptation. Several studies have found that the yield of crystalline wheat is superior under more favorable conditions, while flour wheat has better performance under conditions of water stress. The objective of this work was to determine which type of wheat is best suited to limited humidity conditions two and three irrigations and which of the three quality groups of flour wheats, weak, medium strong and strong, is the one that best suits the condition of three irrigation. 72 wheat genotypes, 18 crystalline wheats (*Triticum durum*), and 54 flour wheats (*Triticum aestivum* L.) were evaluated. The irrigation treatments considered were: two irrigation; three irrigation and five irrigation. A fertilization dose of 240-46-00 was applied. The sowing density was 120 kg ha⁻¹. The variables recorded were the following: 1) Plant height; 2) days to spike; 3) harvest index; 4) grain yield; 5) biomass; 6) weight of 1000 grains and 7) grains per square meter. Under restricted irrigation the flour wheats have a better yield than the crystalline ones due to a greater number and weight of the grain. With three irrigation, weak gluten wheats exceeded those of strong gluten; with two irrigation there were no differences between flour wheats.

INTRODUCCION

En los programas de mejoramiento genético de cualquier especie de interés agrícola, la selección de genotipos se realiza básicamente considerando rendimiento, resistencia a enfermedades y valor agronómico, entonces, es necesario evaluar la consistencia del comportamiento de los mismos estando sometidos en diversos ambientes durante varios años dentro de una región potencial de adaptación (Ramírez *et al.*, 2016). Una actividad importante dentro de los programas de mejoramiento ha sido evaluar el rendimiento de los genotipos de cada especie; no obstante, pocos esfuerzos se han dedicado a comparar el comportamiento de los trigos cristalinos y los harineros. Pfeiffer *et al.* (2001) mencionan que el contrastar el rendimiento de ambas especies puede producir diferentes modelos para identificar los genotipos de mayor rendimiento. Diversos estudios han encontrado que el rendimiento del trigo cristalino es superior en condiciones más favorables, mientras que el trigo harinero tiene mejor desempeño en condiciones de estrés hídrico (Marti y Slafer, 2014). Se ha observado que el avance genético de ambas especies ha variado considerablemente a partir de los años 1960s; en un principio, los trigos harineros mostraban un mejor comportamiento en cualquier condición; sin embargo, en las dos últimas décadas los progresos han sido mayores en los trigos cristalinos (Marti y Slafer, 2014). No obstante que se han realizado estudios donde se comparan las diferencias en rendimiento entre trigos cristalinos y harineros las comparaciones de rendimiento entre trigos con diferente tipo de gluten son raras o nulas.

OBJETIVOS

Determinar qué tipo de trigo se adapta mejor a condiciones limitadas de humedad dos y tres riegos y cual de los tres grupos de calidad de los trigos harineros, débil, medio fuerte y fuerte, es el que mejor se adapta a la condición de tres riegos.

MATERIALES Y METODOS

Se evaluaron 72 genotipos de trigo, 18 trigos cristalinos (*Triticum durum*), y 54 trigos harineros (*Triticum aestivum* L.) de los cuales 18 fueron trigos de gluten débil, 18 de gluten medio fuerte y 18 de gluten fuerte. Los tratamientos de riego considerados fueron: dos riegos a los 0 y 55 días; tres riegos a los 0, 45 y 75 días y cinco riegos a los 0, 35, 65, 85 y 105 días después de la siembra. Se aplicó una dosis de fertilización de 240-46-00; la mitad del nitrógeno y todo el fósforo a la siembra y el resto del nitrógeno en el primer riego de auxilio. La densidad de siembra fue de 120 kg ha⁻¹. Las variables registradas fueron las siguientes: 1) Altura de planta (AP), medida en centímetros desde la superficie del suelo hasta la punta de la espiguilla terminal; 2) días a espigamiento (DE), número de días desde la siembra hasta que el 50 % de las espigas estén expuestas; 3) índice de cosecha (IC), igual a TRG/TRB, en donde TRG = rendimiento en gramos de 100 tallos de la parcela y TRB = rendimiento biológico de 100 tallos de la parcela; 4) rendimiento de grano (RG), en gramos por parcela y se transformó a kg ha⁻¹; 5) biomasa (BIO), en t por ha, calculada como (RG/1000)/IC; 6) peso de 1000 granos (PMG) en mg; 7) granos por metro cuadrado (GPM2) = (RG/10)/(PG/1000). La información obtenida se sometió a un análisis de varianza por año y combinado para cada una de las siete variables mencionadas anteriormente. Se hicieron pruebas de comparaciones de medias usando la técnica de Tukey (0.05). Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico SAS versión 9.3., el manejo de las bases de datos se hizo con el programa Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza a través de años (Cuadro 1) detectaron diferencias altamente significativas entre años y calendarios de riego en los siete caracteres evaluados. Entre tipos de trigo hubo diferencias altamente significativas en cinco caracteres, significativas en altura de planta y no significativa en BIO. La interacción años por calendarios de riego fue altamente significativa en los 7 caracteres evaluados. La interacción año por tipo de trigo fue altamente significativa en cuatro caracteres, y no significativa en los caracteres RG, IC y ALT. La interacción calendarios de riego por tipos de trigo fue altamente significativa en los caracteres RG, NGM2, IC, BIO y ALT, y no significativa en

PG y FLOR. La triple interacción fue altamente significativa en tres caracteres PG, NGM2 y ALT y significativa en RG.

Cuadro 1. Cuadrados medios de caracteres de tipos de trigo evaluados de 2014 a 2016 en tres calendarios de riego, en el Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto. México.

Fuente de variación	DF	RG	PG	NGM2	IC	BIO	FLOR	ALT
			6553.6*	3886170554	0.3565	2484.1	17581.6*	
Años	2	359561958**	*	**	**	**	*	1355.8 **
Repeticiones/Años	6	8905385	75.4	20357533	0.0068	33.9	74.9	216.2
B/R/A	72	1893986	69.3	12736561	0.0043	16.0	67.5	122.3
Calendarios de riego	2	1843154127**	30102**	1721232872**	0.1758**	9448.0**	1061.0**	15904.7**
Tipos de trigo	3	16388754 **	942.7 **	152773966 **	0.0629**	1.3	7675.5**	95.9 *
Año*CR	4	183195555 **	1557.9**	412595637**	0.2542**	1188.4**	449.3**	873.7 **
Año*TT	6	985940	192.8 **	16791498 **	0.0032	17.7**	43.8**	10.1
CR*TT	6	9812808 **	116.6	21285567 **	0.0131*	17.3**	4.9	136.3**
Año*CR*TT	12	1027380*	75.9 **	9682362 **	0.0014	7.0	19.2	122.3 **
Error	183	555595	24.6	4580889	0.0019	5.6	16.1	32.7
Total	194							
	3							
CV		12.8	11.7	14.5	11.4	14.6	4.7	6.4

B/R/A = Bloque/Repeticiones/Años; GL = grados de libertad; RG = rendimiento de grano; PG = peso del grano; NGM2 = número de granos por metro cuadrado; IC = índice de cosecha; BIO = biomasa; Flor = días a floración; Alt = altura de planta; CR = Calendarios de riego; TT = Tipos de trigo; CV = coeficiente de variación.

Rendimiento de grano

Interacción Calendarios de riego por tipos de trigo

La interacción altamente significativa entre tipos de trigo con los calendarios de riegos indica que la magnitud de las respuestas de al menos un tipo de trigo fue diferente en algún calendario de riego. El análisis de esta interacción

(Cuadro 2) mostró que, en el calendario de dos riegos, los trigos harineros (débiles, medio fuertes y fuertes) son superiores a los trigos cristalinos, y no presentan diferencias significativas entre ellos. Bajo el calendario de tres riegos nuevamente los trigos harineros son superiores a los trigos cristalinos, pero los trigos de gluten débil fueron superiores significativamente a los trigos de gluten fuerte y medio fuerte; entre estos dos tipos de trigo no hubo diferencias significativas. En el calendario de cinco riegos los trigos cristalinos presentaron el mayor rendimiento de grano; sin embargo, solamente superaron significativamente a los trigos de gluten fuerte. Los trigos de gluten débil registraron diferencias altamente significativas con los trigos de gluten fuerte pero no con los de gluten medio fuerte.

Cuadro 2. Comparaciones de medias entre tipos de trigo evaluados en tres calendarios de riego evaluados en el Campo Experimental Bajío.

Comparación de tratamiento	Diferencia en medias de rendimiento kg ha ⁻¹		
	2 riegos	3 riegos	5 riegos
Entre débil y medio fuerte	180 n.s.	305**	144 n.s.
Entre débil y fuerte	158 n.s.	422**	363**
Entre débil y cristalino	592 **	926**	-50 n.s.
Entre medio fuerte y fuerte	-23 n.s.	117 n.s.	219 n.s.
Entre medio fuerte y cristalino	412**	621**	-194 n.s.
Entre fuerte y cristalino	435**	503**	-413**

La interacción significativa Año*CR*TT implica que la interacción CR*TT difiere con el año de evaluación. En el Cuadro 3 se observa que en los tres años de evaluación los trigos de gluten débil fueron superiores a los trigos cristalinos en los calendarios de dos y tres riegos e iguales estadísticamente con el calendario de cinco riegos. Los trigos de gluten medio fuerte superaron a los trigos cristalinos con los calendarios de dos y tres riegos en los años 2014 y 2015 pero no así en el 2016. Con cinco riegos no hubo diferencias significativas entre estos tipos de trigo, en ninguno de los años de evaluación. Los trigos de gluten fuerte en los años 2014 y 2016 fueron estadísticamente iguales a los trigos cristalinos con los calendarios de dos y tres riegos, y en 2015 los superaron estadísticamente. Con cinco riegos los trigos cristalinos superaron a los fuertes en 2014 mas no así en los años 2015 y 2016.

Cuadro 3. Análisis de la triple interacción Año*CR*TT para rendimiento de grano resultado de la evaluación de 4 tipos de trigo, 3 calendarios de riego establecidos en los años 2014 a 2016 el Campo experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México.

Comparación de tratamiento	2014			2015			2016		
	2 riegos	3 riegos	5 riegos	2 riegos	3 riegos	5 riegos	2 riegos	3 riegos	5 riegos
Entre débil y medio fuerte	244	104	88	128	325	321	170	486	23
Entre débil y fuerte	332	190	310	-56	314	650**	197	765**	131
Entre débil y cristalino	576*	693**	-351	615**	1023**	406	586**	1063**	-203
Entre medio fuerte y fuerte	88	86	222	-184	-11	329	27	279	108
Entre medio fuerte y cristalino	332	589**	-439	487**	698**	85	416	577	-226
Entre fuerte y cristalino	244	503	-661**	671**	709**	-244	389	298	-334

La interacción significativa entre años, calendarios de riego y tipos de trigo implica que la interacción calendarios de riego y tipos de trigo difiere con el año de evaluación.

El año que tuvo las mejores condiciones ambientales (datos no presentados) para el desarrollo del trigo fue el 2015 y por tanto propició el mayor rendimiento de grano (Cuadro 4). El año de mayor rendimiento también registró un mayor NGM2, IC, BIO, FLOR y ALT, pero fue superado en PG por el año 2016. El rendimiento de grano de trigo (*Triticum* spp.) está determinado por el peso y el número de granos por unidad de superficie, de ellos, este último componente es el que presenta correlación más alta con el rendimiento de grano (Valdez *et al.*, 2017). Por otra parte, existe evidencia que alargando la duración del periodo reproductivo (en este estudio un mayor ciclo de siembra a espigamiento) podría resultar en la producción de más espiguillas y flores por espiga. Al extender esta fase se obtendrá una cantidad mayor de biomasa durante el crecimiento de las espigas lo que deberá resultar en un incremento en el número de granos por metro cuadrado y consecuentemente aumentará el rendimiento de grano (González *et al.*, 2003). El año 2016 se sembró en surcos de 76 cm y quizás por ello presentó un menor número de granos por metro cuadrado y biomasa que los años 2014 y 2015, pero superó en IC al año 2014 que tuvo el mismo rendimiento estadísticamente. Así mismo el 2016 tuvo el mayor peso del grano debido a una menor competencia entre plantas.

Cuadro 4. Efecto del año de siembra sobre el rendimiento sus componentes y caracteres fisiológicos del trigo evaluado en dos calendarios de riego, en el Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto. México, en los años 2014 a 2016.

Año	RG	PG	NGM2	IC	BIO	FLOR	ALT
2001	4831 b	34 c	14533 b	0.34 c	14.2 b	78 c	86 b
2002	6381 a	39 b	16438 a	0.41 a	15.7 a	90 a	87 a
2003	4751b	43 a	11158 c	0.39 b	12.9 c	83 b	86 b
DSH	109.5	0.8	320	0.01	0.4	0.7	0.9

RG = rendimiento de grano; PG = peso del grano; NGM2 = número de granos por metro cuadrado; IC = índice de cosecha; BIO = biomasa; FLOR = días a floración; ALT = altura de planta; DSH = diferencia significativa honesta de Tukey al 0.05; medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

La comparación de medias entre calendarios de riego mostró diferencias significativas en el rendimiento de grano sus componentes y los caracteres fisiológicos medidos (Cuadro 5). El calendario de tres riegos fue superior al de dos debido a que produjo un mayor número de granos por unidad de superficie y un mayor peso individual del grano. No obstante que el trigo en el calendario de dos riegos no se aplicó el riego para el llenado de grano, este componente fue afectado en una proporción similar que el número de granos (12%). Esta superioridad en los componentes del rendimiento, en el calendario de tres riegos, se debió a una mayor producción de biomasa lo cual es evidente en la expresión de una mayor altura de planta.

Cuadro 5. Efecto del calendario de riego sobre el rendimiento sus componentes y caracteres fisiológicos del trigo evaluado en el Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto. México, en los años 2014 a 2016.

CR	RG	PG	NGM2	IC	BIO	FLOR	ALT
2 riegos	4673 b	36 b	13071 b	0.3841 a	12.3 b	83 b	83 b
3 riegos	5969 a	41 a	15015 a	0.3749 b	16.1 a	84 a	90 a
DSH	75	0.5	219	0.0051	0.2	0.4	0.6

CR = Calendarios de riego; RG = rendimiento de grano; PG = peso del grano; NGM2 = número de granos por metro cuadrado; IC = índice de cosecha; BIO = biomasa; FLOR = días a floración; ALT = altura de planta; DSH = diferencia significativa honesta de Tukey al 0.05; medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

Bajo condiciones de riego limitado (2 y 3 riegos), los trigos harineros fueron superiores a los trigos cristalinos (Cuadro 6). Dentro de los trigos harineros los de gluten débil superaron estadísticamente el rendimiento de los trigos harineros de gluten fuerte pero tuvieron un rendimiento igual a los trigos de gluten medio. Los dos grupos superiores (débil y medio fuerte) tuvieron diferentes estrategias para expresar los rendimientos más altos, los genotipos de gluten débil produjeron menos granos que los de gluten medio fuerte pero fueron muy superiores en peso individual del grano. Slafer *et al.* (1996) mencionan que cuando un genotipo produce un mayor número de

granos el peso individual es menor, debido a que se incrementa el número de granos colocados en posiciones distales, que generalmente son de menor peso.

Cuadro 6. Rendimiento sus componentes y caracteres fisiológicos de tipos trigo evaluados en el Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto. México, en los años 2014 a 2016, bajo riego restringido.

TT	RG	PG	NGM2	IC	BIO	FLOR	MAD	ALT
C	5006 c	38.80 b	13189 c	0.3581 c	14.2 a	90 a	130.2 a	85 b
D	5551 a	40.26 a	13925b	0.3956 a	14.2 a	80 c	126.2 a	87 a
F	5306 b	38.03 b	14161 b	0.3810 b	14.1 a	82 b	127.1 a	87 a
MF	5421 ab	36.99 c	14895 a	0.3834 b	14.4 a	82 b	131.0 a	87 a
DSH	139	0.98	405	0.0094	0.4	0.8		1.1

TT = tipos de trigo; RG = rendimiento de grano; PG = peso del grano; NGM2 = número de granos por metro cuadrado; IC = índice de cosecha; BIO = biomasa; FLOR = días a floración; ALT = altura de planta; DSH = diferencia significativa honesta de Tukey al 0.05; medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

CONCLUSIONES

Bajo riego restringido los trigos harineros tienen mayor rendimiento que los cristalinos debido a un mayor número y peso del grano. Con tres riegos los trigos de gluten débil superaron a los de gluten fuerte; con dos riegos no hubo diferencias entre trigos harineros.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- González F G, G A Slafer, D J Miralles (2003) Grain and floret number in response to photoperiod during stem elongation in fully and slightly vernalized wheats. *Field Crops Res.* 81:17-27.
- Marti J. and G. A. Slafer. 2014. Bread and durum wheat yields under a wide range of environmental conditions. *Field Crops Research* 156:258-271, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.10.008>.
- Pfeiffer W. H., K. D. Sayre, M. P. Reynolds and T. S. Payne. 2001. Increasing yield potential and yield stability in durum wheat. In: *Wheat in a Global Environment. Developments in Plant Breeding*. Vol. 9. Z. Bedö and L. Láng (eds.). Springer. Dordrech, The Netherlands. pp:569-577, https://doi.org/10.1007/978-94-017-3674-9_76
- Ramírez V. J, R. Hortelano S., H. E. Villaseñor M., E. López H. , E. Martínez C. y E. Espitia R. 2016. Evaluación de variedades y líneas uniformes de trigo harinero de temporal en Valles Altos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7 (3): 655-667.
- Slafer, G. A., D. F. Calderini and D. J. Miralles. 1996. Yield components and compensation in wheat : Opportunities for further increasing yield potential. In: M P Reynolds, S Rajaram and A McNab (Eds.). *Increasing yield potential in wheat: Breaking the Barriers*. México, D. F. CIMMYT. pp. 101-133.
- Valdés V. C., G. Estrada C., C. G. Martínez R. y A. Domínguez L. 2017. Rendimiento de grano en trigo modificado por cambios en la fuente durante el llenado de grano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8 (1): 79-90.

EFFECTO DE Si y NANOPARTICULAS DE Si EN PLANTAS DE TOMATE SOMETIDAS A ESTRÉS SALINO

Zeus Huitzilopochtli Pinedo-Guerrero¹, Adalberto Benavides-Mendoza², Susana González-Morales³, Hortensia Ortega-Ortiz², Gregorio Cadenas-Pliego⁴, Antonio Juárez-Maldonado⁵.

¹Doctorado en Ciencias en Agricultura Protegida, ²Departamento de Horticultura- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ³ Centro de Investigación en Química Aplicada, ⁴Centro de Investigación en Química Aplicada, ⁵ Departamento de Botánica- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. [§]Autor responsable: juma841025@hotmail.com

RESUMEN

La salinidad es un estresante abiótico de gran importancia, ya que afecta a unos 45 millones de hectáreas de suelos de regadío, lo que reduce la producción cuantitativa y cualitativa de cultivos, pueden causar alteraciones osmóticas y/o iónicas a nivel celular, interfiriendo con la nutrición de las plantas y alterando su crecimiento y rendimiento. Por lo que el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de Si y Nanopartículas de Si (SiO₂ NPs) en plantas de tomate bajo condiciones de estrés salino. El diseño experimental fue bloques completos al azar, Se aplicaron diferentes dosis de Si (250, 500 mg L⁻¹) y SiO₂ NPs (250, 500 mg L⁻¹), además se aplicó NaCl a una concentración de 50 mM, para someterlas a estrés por salinidad, teniendo un total de 10 tratamientos. Se determinaron variables como número de hojas, diámetro de tallo, altura de planta, peso fresco, peso seco, clorofilas a, b y total. El crecimiento se vio afectado por el estrés salino reduciendo el peso de fresco, el número de racimos y hojas se mantuvo similar entre los tratamientos. La aplicación de SiO₂ NPs a una concentración de 500 mg L⁻¹ ayudo a aumentar un 18.7% el rendimiento por planta con respecto al control, así como un aumento de 9.2, 19 y 13.8% las clorofilas A, B y total (respectivamente) respecto al control salinidad.

Palabras clave. *Estrés, Salinidad, Tomate, Silicio, Nanopartículas*

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIETADES SINTÉTICAS CON SISTEMAS DE LABRANZA

Iliana Quechol Pacheco¹; Guztavo Luna Ortíz¹; Mariali Lizbeth Ordoñez Ramírez¹; Emmanuel Landeros Sanchez¹; Ma. Cristina Vázquez Hernández²; Ma. Maricela Caballero Palacio²; Luis Alberto Noriega González^{2§}

¹Estudiante del Tecnológico Nacional de México/IT Roque. Carretera Apaseo el Alto – Jerécuaro, Km 11.

²Profesor-Investigador del Tecnológico Nacional de México/IT Roque. [§]Autor responsable: noriega_gonza@hotmail.com

RESUMEN

Ante la creciente demanda de incrementar los rendimientos de maíz bajo condiciones de temporal, y reducir los riesgos en la producción; es necesario implementar sistemas resilientes y utilizar semillas mejoradas para mejorar el aprovechamiento de los recursos disponibles. La presente investigación presenta como objetivo evaluar el comportamiento agronómico y productivo de dos variedades sintéticas de maíz en sistemas de labranza, establecido bajo condiciones de temporal. El trabajo experimental se estableció en las instalaciones del Tecnológico Nacional de México/ITRoque campus Apaseo el Alto. Se evaluaron nueve tratamientos que combinan dos variedades sintéticas de maíz y sistemas de labranza bajo condiciones de temporal y el diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar. Los tratamientos establecidos en camas angostas y con monocultivo de maíz blanco superaron en rendimiento a los de camas anchas, en 0.55 t ha⁻¹. El rendimiento promedio de los tratamientos con la variedad sintética (blanca), superaron en un 26.5 %, a los rendimientos de los tratamientos con la variedad (amarilla). Las dos variedades sintéticas muestran un comportamiento satisfactorio en características agronómicas y de rendimiento en los diversos sistemas de labranza. La variedad amarilla puede representar una excelente opción al productor de esta región que cuenta con hatos pequeños y que requiere de un alimento de calidad.

Palabras clave: *Rendimiento, temporal, variedad sintética, sistema de labranza*

CHARACTERS OF THE INITIAL VIGOR IN 14 CORN GENOTYPES UNDER TEMPORARY CONDITIONS

CARACTERES DEL VIGOR INICIAL EN 14 GENOTIPOS DE MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL

Iliana Quechol Pacheco¹; Yazmin Sánchez Flores¹; Ma. Cristina Vázquez Hernández²; Ma. Maricela Caballero Palacio²; Estefana Alvarado Bárcenas²; Luis Alberto Noriega González

SUMMARY

Currently, demand to increase corn yields under temporary conditions, and reduce production risks has grown. Due to, it is necessary to implement resilient systems and use improved seeds to take advantage of available resources. This research aims to evaluate the agronomic and productive behavior of two synthetic varieties of corn in tillage systems, established under temporary conditions. The experiment was carried out in the Tecnológico Nacional de México / ITRoque campus Apaseo el Alto. Nine treatments were evaluated that combine two synthetic varieties of corn and tillage systems under temporary conditions and the experimental design used was completely randomized blocks. The treatments established in narrow beds and with white corn monoculture outperformed those of wide beds, in 0.55 t ha⁻¹. The average yield of the treatments with the synthetic variety (white), exceeded by 26.5%, to the yields of the treatments with the variety (yellow). The two synthetic varieties show a satisfactory performance in agronomic and yield characteristics in the different tillage systems. The yellow variety might be representing an excellent option for the producer of this region that has small herds and that requires a quality food.

Keywords: Yield, temporary, synthetic variety, tillage system

INTRODUCCIÓN

La baja rentabilidad en el cultivo de maíz en condiciones de temporal se debe a múltiples factores entre los cuales se encuentran: los bajos rendimientos, provocados por el manejo inadecuado del sistema de producción y las precipitaciones escasas y des-uniformes; los altos costos de insumos para la agricultura y la falta de genotipos productivos. Una forma de lograr incrementos significativos y minimizar los riesgos en la producción es mediante el uso de semillas mejoradas, las que son más eficientes en el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles. Particularmente, las variedades sintéticas se

adaptan más fácilmente a las diferentes condiciones de clima, suelo y manejo por parte de los agricultores; tienen la ventaja de que pueden ser usados por varios ciclos de siembra sin que decaiga el rendimiento y es más fácil la producción de semilla (Sierra *et al.*, 2003). La agricultura de conservación es otra opción viable para revertir la condición de rentabilidad debido a que se mejora el estatus del suelo, principal factor limitante para la producción; sin embargo la adopción de alternativas sustentables ha sido lenta, debido a hábitos muy arraigados como la quema de esquilmos (rastrojo) y el excesivo movimiento del suelo al preparar el terreno para la siembra (Govaerts, 2010; CIMMYT, 2012). De acuerdo al SIAP (2019), en el estado de Guanajuato el cultivo de maíz presentó una superficie sembrada de 260,009 ha en el ciclo PV 2018, con una producción de 455,981 toneladas bajo condiciones de temporal, y un rendimiento promedio por hectárea de 1.787, condición muy similar con respecto al año 2017.

La labranza de conservación es el uso de prácticas agrícolas que tienen alteraciones mínimas del suelo, Sarker *et al.* (2012) citados por Paramu *et al.* (2016). La agricultura de conservación es un sistema de cultivo donde hay una cobertura con residuos de cosecha permanente, una mínima perturbación del suelo y donde se practica la rotación de cultivos (FAO, 2014a; FAO, 2014b). También incluye el uso de cultivos de cobertura como medida para mejorar el suelo (Mariki, 2003). Los pequeños agricultores de escasos recursos que han adoptado los métodos de labranza de conservación, han experimentado la reducción de insumos laborales y el trabajo pesado como impulsores principales para la adopción (Landers *et al.*, 2002). Los tres pilares de las prácticas agrícolas de conservación son sostenibles y ecológicos, conservando los recursos de la naturaleza como los nutrientes del suelo y el agua (Chauhan *et al.*, 2012). La agricultura de conservación también es conocida por mejorar los rendimientos de los cultivos, reducir la erosión del suelo, mejorar la fertilidad del suelo y reducir los requisitos de mano de obra (Giller *et al.*, 2009). La agricultura de conservación AC, se centra en lograr un equilibrio adecuado de los beneficios agrícolas, económicos y ambientales (Bunderson *et al.*, 2013). La mayoría de las investigaciones comentan que los parámetros de crecimiento y atributos de rendimiento del maíz no se ven significativamente influenciados por efecto a largo plazo de las prácticas de labranza, lo que significa que estos atributos están gobernados genéticamente (Afzalnia & Zabihi, 2013; Gupta *et al.*, 2002; Ram, 2006). En base a lo anterior el objetivo del presente estudio fue medir el comportamiento agronómico y productivo de dos variedades sintéticas de maíz en sistemas de labranza, establecido bajo condiciones de temporal.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó bajo condiciones de temporal, en las parcelas experimentales de la Plataforma de investigación MasAgro del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Roque, Campus Apaseo el Alto, Guanajuato. El suelo donde se experimenta es del tipo vertisol y las variedades de maíz empleadas fueron BIG 123 (Blanco) y 15A (Amarillo). Se ha experimentado a través de cuatro años (2016, 2017, 2018 y 2019), con sistemas de labranza. En el año 2014, se inició con el acondicionamiento del suelo, de acuerdo a resultados del diagnóstico. Antes de la siembra del ciclo P-V 2019, se reformaron camas de siembra permanentes, y se realizó una roturación vertical, utilizando una “T” invertida, posteriormente se efectuó la siembra con sembradora de precisión (Figura 1).



Figura 1. Sembradora de precisión con dos cuerpos (Sembradoras del Bajío) neumática modelo SD-2011-DSCF-2

El manejo de plagas y malezas se atendió de forma integral y la nutrición del cultivo se ha basado en un análisis de suelo e implementada de forma balanceada. En el cuadro 1, se describen los tratamientos experimentados en la presente investigación.

Cuadro 1. Tratamientos con el cultivo de maíz (blanco y amarillo) establecidos bajo condiciones de temporal. Instituto Tecnológico de Roque, Extensión Apaseo el Alto. PV 2019.

TRATAMIENTO	ROTACION	PRACTICA DE LABRANZA	MANEJO DE RASTROJO	VARIEDAD SINTETICA
1	Maíz – Maíz*	Camas permanente Angostas	Remover el 100%	BIG 123 (Blanco)
2	Maíz – Maíz*	Camas permanente Angostas	Remover el 50%	BIG 123 (Blanco)
3	Maíz – Maíz*	Camas permanente Ancha	Remover el 100%	BIG 123 (Blanco)
4	Maíz – Maíz*	Camas permanente Ancha	Remover el 50%	BIG 123 (Blanco)
5	Maíz –Maíz Amarillo*	Camas permanente Angosta	Remover el 50%	15 A (Amarillo)
6	Maíz –Maíz Amarillo*	Camas permanente Ancha	Remover el 50%	15 A (Amarillo)
7	Frijol – Maíz – Maíz*	Camas permanente Angosta	Remover el 50%	BIG 123 (Blanco)
8	Monocultivo Maíz	Labranza Convencional	Remover el 100%	BIG 123 (Blanco)
9	Maíz – Maíz Amarillo*	Labranza Convencional	Remover el 100%	15 A (Amarillo)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza encontró diferencias a p (0.01), en las variables rendimiento, floración masculina y femenina (Cuadro 2 y 3); y a p (0.05), en las variables densidad de población, acame de planta, altura de planta y mazorca, y peso de mil granos; sin embargo no se encontraron diferencias para el número de granos por m² y biomasa.

Cuadro 2. Cuadrados medios para variables agronómicas en dos variedades sintéticas de maíz, en condiciones de temporal. Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo P-V 2019.

	FV	GL	DENS	% ACA	FM	FF	AP	AM
TRATAMIENTO	8	1106156050*	182.00*	52.66**	48.66**	0.5592*	0.1597*	
BLOQUES	2	30731742	48.66	4.22	2.66	0.3030	0.0373	
ERROR	16	71111	426.00	15.11	17.33	0.5035	0.2238	
CV		12.1	33.89	1.31	1.40	6.79	9.30	

**, * Significativo al 1 y 5% de probabilidad; respectivamente. FV, GL, DENS, % ACA, FM, FF, AP, AM= fuente de variación, grados de libertad, densidad de población, porcentaje de acame en la planta, floración masculina, floración femenina, altura de planta y altura de mazorca; respectivamente.

Cuadro 3. Cuadrados medios para variables de rendimiento en dos variedades sintéticas de maíz, en condiciones de temporal. Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo P-V 2019.

FV	GL	REND	PMG	NGRA	BIOM
TRATAMIENTO	8	26739868.30*	27592.66*	1065073.18 ^{ns}	6640182.96 ^{ns}
BLOQUES	2	4221528.07	2106.88	295476.51	3339753.40
ERROR	16	36903016.59	54826.66	2096093.48	23183375.26
CV		26.93	12.83	23.19	43.78

* Significativo al 5% de probabilidad. FV, GL, REND, PMG, NGRA, BIOM= fuente de variación, grados de libertad, rendimiento de grano al 14% de humedad, peso de mil granos, número de granos por metro cuadrado, biomasa de planta sin mazorca; respectivamente.

Los rendimientos promedios fluctuaron entre 3.96 (Testigo maíz blanco) a 7.01 (Tratamiento 1) t ha⁻¹. La media del experimento para esta variable fue de 5.64 t ha⁻¹; con una densidad de población promedio de 71,111 plantas por hectárea. Los tratamientos (1 y 2) en camas angostas y monocultivo de maíz blanco superaron en rendimiento a los de camas anchas, con 0.55 t ha⁻¹. El tratamiento 1, fue el único que supero estadísticamente al testigo. El resto de los tratamientos presentaron un comportamiento similar a los testigos; sin embargo el beneficio es el enfoque de sustentabilidad ecológica, estos resultados coinciden con (Kassam *et al.*, 2009, 2013, 2014a; Basch *et al.*, 2012; Dumansky *et al.*, 2014). El rendimiento promedio (6.4 t ha⁻¹) de los tratamientos con la variedad sintética (blanca), superaron el rendimiento promedio (4.7 t ha⁻¹) de los tratamientos con la variedad (amarilla) en un 26.5 %. El tratamiento 7, presentó el menor acame de plantas con un 10%; y el tratamiento con mayor precocidad en floración masculina y femenina fue el testigo amarillo. El mayor vigor de planta, representado en altura de planta y mazorca, se observó en el tratamiento 4 (en cama ancha, monocultivo maíz y con el 50% del rastrojo). El menor peso de mil granos se observó en los tratamientos con la variedad amarilla (tratamiento 5 y 6), con agricultura de conservación; sin embargo el testigo (agricultura convencional), se comportó de forma similar a la variedad blanca, para esta característica (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación de medias para variables agronómicas y de rendimiento en dos variedades sintéticas de maíz, en condiciones de temporal. Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo P-V 2019.

TRAT	DENS	% ACA	FM	FF	AP	AM	REND	PMG	NGRA	BIOM
1	80,000a	13.3ab	74.3ab	75ab	2.70ab	1.19b	7013a	338a	1767a	3706.3a
2	68,148ab	15.3ab	75a	75.6a	2.64ab	1.35ab	6289ab	319.3abc	1691a	2702a
3	66667ab	15.6ab	74.3ab	74.3abc	2.62ab	1.15b	5739ab	336.6a	1455a	3012.3a
4	75556ab	13.6ab	74ab	75ab	2.89a	1.41a	6472ab	331.6a	1654.7a	2718.3a
5	60741b	18ab	73bc	73.3bc	2.42b	1.27ab	5485ab	257.3c	1825a	2637.7a
6	65185ab	14ab	71.6cd	72.6cd	2.44b	1.28ab	4036b	259.6bc	1336.3a	3333a
7	68148ab	10.3b	75.3a	75ab	2.73ab	1.25ab	6315ab	326ab	1687.7a	2209.3a
8	77037a	19.3a	74.3ab	74.6ab	2.48b	1.20b	3963b	277.3abc	1219a	2267.3a
9	78518a	17.3ab	71d	71.3d	2.55b	1.31ab	5438ab	333a	1411a	2158.3a

Letras diferentes indican grupos estadísticos.

Las correlaciones entre variables agronómicas y de rendimiento se presentan en el Cuadro 5, y se puede apreciar que las de mayor asociación (mayor a 0.80) y con significancia estadística a p (0.01), fueron: la variedad con la floración masculina y femenina; la labranza con el número de granos por m²; el rendimiento con número de granos m² y la floración masculina con la femenina. En este mismo sentido pero con significancia a p (0.05), se localizó una correlación entre el porcentaje de rastrojo y la densidad de población.

Cuadro 5. Correlación entre variables agronómicas y de rendimiento en dos variedades sintéticas de maíz, en condiciones de temporal. Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo P-V 2019.

Carácter	Rotación	Labranza	Rastrojo	Variedad	DENS	% ACA	FM	FM	AP	AM	REND	PMG	NGRA	BIOM
Rotación	1	0.65255	0.83534	0.39378	0.56077	0.3862	-0.45472	-0.59975	-0.40006	-0.05719	-0.49848	-0.15771	-0.53291	-0.70869
Labranza		1	0.6364	0.2	0.80269	0.5481	-0.50703	-0.51879	-0.2396	-0.02643	-0.62855	-0.05666	-0.8681	-0.37944
Rastrojo			1	0.35355	0.6633	0.4936	-0.3935	-0.4291	-0.33499	0.36661	-0.56119	-0.33515	-0.49676	-0.77042
Variedad				1	-0.29197	0.3384	-0.89939	-0.89836	-0.67523	0.17282	-0.46365	-0.56267	-0.13046	-0.05662
DENS					1	0.1996	-0.07598	-0.04136	0.35759	0.30351	-0.01922	0.47832	-0.49183	-0.55521
% ACA						1	-0.3591	-0.37543	-0.64779	-0.12674	-0.55613	-0.43775	-0.40876	-0.28018
FM							1	0.95586	0.52226	-0.18321	0.48502	0.34137	0.37885	-0.00703
FM								1	0.58172	-0.03314	0.49391	0.30278	0.39495	0.16225
AP									1	0.35629	0.76624	0.78175	0.40445	0.05272
AM										1	0.18264	0.03129	0.23823	-0.25941
REND											1	0.75094	0.81141	0.20881
PMG												1	0.23357	0.01874
NGRA													1	0.20826

DENS, % ACA, FM, FF, AP, AM, REND, PMG, NGRA, BIOM= densidad de población, porcentaje de acame en la planta, floración masculina, floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, rendimiento de grano al 14% de humedad, peso de mil granos, número de granos por metro cuadrado, biomasa de planta sin mazorca; respectivamente.

CONCLUSIONES

Las dos variedades sintéticas evaluadas se comportan satisfactoriamente en temporal, y presentan excelentes características agronómicas y de rendimiento bajo las condiciones estudiadas.

La variedad amarilla puede representar una excelente opción al productor de esta región que cuenta con hatos pequeños y que requiere un alimento de calidad.

No se observó en este ciclo diferencias en los rendimientos, asociados al porcentaje de rastrojo y rotación de cultivo; sin embargo el sistema de labranza si presenta una asociación con este.

LITERATURA CITADA

- Afzalinia S and Zabihi J (2013). *Soil and Tillage Research*, 137, 1-6.
- Bunderson WT; Eash NS; Rusinamhodzi L (2013). *Field Crops Research* 142: 47–57.
- Chauhan BS; Singh RG; Mahajan G (2012). Ecology and management of weeds under conservation agriculture: a review. *Crop Protection* 38: 57-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2012.03.010>
- CIMMYT. 2012. Revista Enlace, año III, número 10. El Batán, Texcoco, Estado de México.
www.cimmyt.org. <http://conservacion.cimmyt.org/> editorial.cimmyt@gmail.com
- FAO (2014a). What is Conservation Agriculture? FAO CA website (<http://www.fao.org/ag/ca/1a.html>)
- FAO (2014b). CA Adoption Worldwide, FAO-CA website (<http://www.fao.org/ag/ca/6c.html>)
- Giller KE; Witter E; Corbeels M; Tittonell P (2009). *Field Crops Research*, 114: 23-34.
- Govaerts I B (2010). Guanajuato y la Agricultura de Conservación, *Revista Enlace* 2(1): 44.
- Gupta RK; Fernando GC; Paliwal S; Parbhakar SV and Srivastava A (2002). In: *Proceedings of the eighth Asian Regional Maize Workshop*. Bangkok, Thailand, Pp. 205–213.
- Kassam, A.H., Friedrich, T., Shaxson, F., Pretty, J. 2009. The spread of Conservation Agriculture www.factsreports.org 11 of Conservation Agriculture: justification, sustainability and uptake. *International Journal of Agricultural Sustainability* 7(4): 1-29.
- Kassam, A.H., Basch, G., Friedrich, T., Shaxson, F., Goddard, T., Amado, T., Crabtree., B., Hongwen, L., Mello, I., Pisante, M. and Mkomwa, S. (2013). Sustainable soil management is more than what and how crops are grown. In: R. Lal and Stewart, R.A (Eds) *Principles of Soil Management in Agro-ecosystems*. Advances in Soil Science. CRC Press.
- Kassam, A.H., Derpsch, R. and Friedrich, T. (2014a). Global achievements in soil and water conservation: The case for Conservation Agriculture. *International Soil and Water Conservation Research* 2(1): 5-13.

Landers JN; Saturnino HM; De Freitas PL(2002). Organizational and Policy Considerations in Zero Tillage, in Saturnino H M and Landers J N (eds) *The Environment and Zero Tillage*, Brazil: Associacao de Plantio no Cerrado, Brasilia.

Mariki W (2003). The Impact of Conservation Tillage and Cover Crops on Soil Fertility and Crop Production in Karatu and Hanag Districts of Northern Tanzania, TFSC/GTZ Technical Report for 1999 – 2003, Arusha: TFSC.

Paramu M; Obert J; Mutondwa P (2016). Evaluation of tillage practice for maize (*Zea mays*) Grown on different land-use systems in Eastern Zambia. *Sustainable Agriculture Research* 5(1): 10-23.

Ram H (2006). *Ph.D. Thesis*, Punjab Agricultural University, Ludiana, Punjab, India.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Disponible en:<https://www.gob.mx/siap>.

Trachsel S; Messmer R; Stamp P; Ruta N; Hund A (2010). QTLs for early vigor of tropical maize. *Mol Breeding* 25:91–103.

Sierra M; Palafox A; Cano O; Uribe S; Becerra EN; Lara D; Barrón S; Rodríguez F; Romero J; Sandoval A (2003). Comportamiento de variedades de maíz normal y con alta calidad de proteína para la región Golfo de México. *Agronomía Mesoamericana* 14(2): 135-141.

APLICACIÓN DE NANOPARTICULAS DE SILICIO EN *LILIUM* (AZUCENA) PARA INCREMENTAR LA CALIDAD Y VIDA DE FLORERO

Juan Francisco Sánchez Navarro¹. Antonio Juárez Maldonado². Susana González Morales³. Adalberto Benavides Mendoza³. Gregorio Cadenas Pliego⁴.

¹Maestría en Ciencias en Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. ²Departamento de Botánica, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. ³Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. ⁴Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila. Autor responsable: juma841025@hotmail.com.

RESUMEN

La producción de plantas ornamentales en macetas es un área de rápido desarrollo en la industria hortícola. Las nanopartículas (NPs) se caracterizan por su pequeño tamaño, bajo peso molecular y una alta relación superficie/volumen. En cuanto a la aplicación de Silicio (Si) se ha demostrado que genera tolerancia a las sequías, retrasa la defoliación prematura de algunos cultivos e incrementa la resistencia y dureza del tallo. El objetivo fue determinar el potencial de las NPs-SiO₂ para mejorar la calidad y la vida de florero del lirio. Se estableció un experimento en un invernadero del Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se usaron bulbos de *lilium* Híbrido Oriental variedad "Table Dance". El diseño experimental fue bloques completos al azar con arreglo factorial (2x6). Factor A: vía de aplicación de NPs-SiO₂ (suelo y foliar), factor B: Dosis de NPs-SiO₂ (0, 200, 400, 600, 800, y 1000 ppm). Se evaluaron variables agronómicas. Se realizó un análisis de varianza y se aplicó la prueba de medias de Fisher ($p \leq 0.05$). La vía de aplicación no presentó diferencias significativas, las dosis de NPs-SiO₂ mostraron diferencias en el diámetro del tallo. En cuanto a la vida útil de la planta hubo un aumento del 27.02% cuando se aplicó 600 ppm vía foliar. Se observa que hay una tendencia positiva en la dosis de 600 ppm en las variables de biomasa foliar y altura de la planta. La aplicación de NPs-SiO₂ tuvo un efecto positivo en las plantas.

Palabras clave: *Lilium*, nanopartículas, silicio, vida de florero.

POLIFENOLES, FLAVONOIDES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN PULPA Y SEMILLAS DE LIMILLA (*Rhus aromatica*)

Gonzalo Soria- Melgarejo^{1,2}, César Leobardo Aguirre-Mancilla², Juan Carlos Raya Perez², Juan Gabriel Ramírez Pimentel², Jorge Covarrubias Prieto², Isaac Andrade González³,

¹Tecnológico Nacional de México/IT Roque, Celaya, Gto.

²Tecnológico Nacional de México/IT Puruándiro, Mich.

³Tecnológico Nacional de México/IT Tlajomulco, Tlajomulco, Jal.

Autor responsable: iiagonzalo@hotmail.com, ceaguirre@itroque.edu.mx

RESUMEN

Michoacán ofrece una diversidad de regiones climáticas, lo que permite el desarrollo de sistemas endémicos, que se explotan de manera no sistemática y aun no se han caracterizado por completo. Tal es el caso de la "limilla" (*Rhus aromatica*), fruta que se produce en el municipio de Puruandiro, Villa Morelos y otros municipios del estado. El objetivo de la presente investigación fue cuantificar el contenido de polifenoles y flavonoides, así como determinar la actividad antioxidante por el método DPPH. El material biológico fue recolectado el municipio de Puruándiro. Se obtuvieron extractos partir de fruto y se emplearon directamente para cuantificación polifenoles, flavonoides y capacidad antioxidante *in vitro*. La cantidad de polifenoles en pulpa para ambos sistemas de solventes fue de 675.40 ± 6.37 y 537.93 ± 6.63 mg EAG/g, para semilla de 432.95 ± 8.34 y 825.44 ± 19.16 mg EAG/g. La cantidad de flavonoides en pulpa para ambos sistemas de solventes fue de 26.52 ± 1.8 y 34.84 ± 0.74 mg EQ/g, para semilla 20.97 ± 2.5 y en 18.41 ± 2.42 mg EQ/g. La actividad antioxidante en pulpa para ambos sistemas de solventes fue de 855.91 ± 21.72 y 917.20 ± 17.40 mg TEAC/g, para la semilla en 367.91 ± 4.073 y 575.47 ± 6.11 mg TEAC/g.

SUMMARY

Michoacán offers a diversity of climatic regions, which allows the development of endemic systems, which are exploited in a non-systematic way and have not yet been fully characterized. Such is the case of the "limilla" (*Rhus aromatica*), fruit that is produced in the municipality of Puruandiro, Villa Morelos and other municipalities of the state. The objective of the present investigation was to quantify the amount of polyphenols, flavonoids, as well as to determine the antioxidant activity by the DPPH method. The biological material was collected from the municipality of Puruándiro, state of Michoacán. For its analysis, the separation of pulp and seed was carried out, taking 0.25 grams for the extraction of polyphenols and flavonoids in two extraction systems, methanol-water and ketone-water, the extract obtained was directly used to quantify polyphenols, flavonoids and antioxidant capacity *in vitro*. The amount of polyphenols in pulp for both solvent systems was 675.40 ± 6.37 and 537.93 ± 6.63 mg EAG / g, for seed 432.95 ± 8.34 and 825.44 ± 19.16 mg EAG / g. The amount of flavonoids in pulp for both solvent systems was 26.52 ± 1.8 and 34.84 ± 0.74 mg EQ / g, for seed 20.97 ± 2.5 and at 18.41 ± 2.42 mg EQ / g. The antioxidant activity in pulp for both solvent systems was 855.91 ± 21.72 and 917.20 ± 17.40 mg TEAC / g, for the seed at $367.91 \pm 4,073$ and 575.47 ± 6.11 mg TEAC / g.

Palabras clave: (Limilla, compuestos bioactivos, fruto, semilla, capacidad antioxidante).

Introducción

Los frutos poseen niveles considerables de compuestos funcionales que proporcionan beneficios para la salud adicionales a su valor nutricional básico. Dentro de los compuestos activos que le proporcionan atributos funcionales, los antioxidantes naturales han llamado la atención debido a su seguridad y amplio efecto terapéutico¹.

La tendencia de los consumidores por las frutas comestibles silvestres poco conocidas se ha manifestado debido a sus numerosos efectos benéficos para la salud y sus propiedades organolépticas. Estos frutos silvestres han mostrado un papel importante debido a su importancia como complemento en la dieta de la población rural. Los estudios detallados acerca de los compuestos que presentan un efecto benéfico a la salud de frutos silvestres poco conocidos podrían esclarecer la comprensión de los efectos terapéuticos y promover un mayor consumo de estos frutos, incluida su utilización para la formulación de alimentos funcionales y como ingredientes para nutraceuticos, medicamentos y productos farmacéuticos². El consumo de frutos silvestres ha ido en decaimiento debido al mejoramiento genético y agronómico de frutos convencionales que se cultivan para su comercialización. La validación científica de los aportes benéficos para la salud de tales frutos silvestres, aunado a su valor nutricional, aumentaría el valor agregado a las plantas que producen tales frutos. En cuanto a sus propiedades medicinales, la mayoría de las investigaciones están en demostrar sus propiedades antioxidantes³. La evaluación de la actividad antioxidante en frutos es importante, diversos estudios relacionan la ingesta de frutos y un riesgo reducido de cáncer y la prevención de enfermedades crónico-degenerativas^{4, 5}. Las frutas contienen compuestos fenólicos bioactivos como flavonoides, ácidos fenólicos, estilbenos, cumarinas, taninos, antocianinas, entre otros, que juegan un papel importante en la atenuación de radicales libres^{6, 7, 8}. Existen reportes que indican que los compuestos fenólicos han demostrado la capacidad de inhibir la proliferación celular *in vitro* (9,10). Con antelación, diversos ensayos químicos *in vitro* se han utilizado para evaluar las propiedades antioxidantes y el contenido compuestos fenólicos de frutos^{11, 12, 13, 14}.

La limilla (*Rhus aromatica*), también conocida como jaripos o agrillos es un fruto silvestre producido por una planta que pertenece a una de las 250 especies del género *Rhus* comúnmente conocido como Zumake¹⁵. Las especies de este género se encuentran ampliamente distribuidas en regiones templadas y tropicales de todo el mundo¹⁶. En México es posible encontrar el fruto limilla en los municipios de Bajío en el estado de Michoacán, Guanajuato, San Luis Potosí. En el municipio de Puruándiro en el estado de Michoacán la limilla es recolectada por los pobladores y comercializada durante los meses de abril a junio, pero su uso como alimento, se encuentra limitado únicamente para la preparación de agua fresca, nieve y atole. Estas frutas se consumen crudas o se hacen en dulces o conservas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta y obtención de extractos.

La colecta del fruto limilla (*Rhus aromatica*) se llevó a cabo durante los meses de mayo y junio en la comunidad indígena de Galeana perteneciente al municipio de Puruándiro y Villa Morelos Michoacán. Los frutos silvestres fueron seleccionados eliminando impurezas que se presentan durante su colecta y se descartaron los frutos que no cumplieron con las características de calidad para realizar su estudio. Los frutos colectados se sometieron a un proceso de secados en un horno convectivo a 40°C durante 4 a 6 horas hasta obtener 8% de humedad. En seguida la pulpa y la semilla se separaron de forma manual y se almacenaron en refrigeración a 4 °C hasta su uso. Para la obtención de los extractos, la pulpa y semillas previamente secas se molieron hasta obtener harina, después por separado, las harinas de pulpa y semilla se mezclaron con una solución de metanol/agua (50:50, v/v), después se llevó a agitación constante durante una hora a temperatura ambiente, posterior a esto se centrifugó a 2500g por 10 min y se recuperó el sobrenadante, el mismo procedimiento se realizó, pero con una solución acetona/agua (70:30, v/v).

Cuantificación de polifenoles totales y flavonoides

El contenido total de polifenoles fue determinado por el método de Folin-Ciocalteu¹⁷, se construyó una curva de calibración con ácido gálico en concentraciones de 0,10, 20, 30, 40, 50 y 60 µg/mL. Para la curva de calibración se tomaron 50 µL de cada concentración, se agregó 200 µL de agua destilada y 250 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu 1N, se mezcló y reposaron las muestras durante tres minutos, en seguida fueron agregados 500 µL de

solución de carbonato de sodio al 15%, se llevó a incubación durante 15 min a 45°C, se colocaron 200 µL de cada una de las soluciones preparadas para la curva de calibración en una microplaca y se realizó la lectura en un espectrofotómetro a una absorbancia de 760 nm. Para la lectura de los extractos, se sustituyeron los 50 µL de cada dilución por los extractos problemas para determinar la cantidad de polifenoles. La cuantificación de polifenoles totales se realizó utilizando la ecuación obtenida de la curva de calibración y se expresó el resultado en miligramos equivalentes de ácido gálico/g de peso seco (mg EAG/g). Para la cuantificación de flavonoides totales¹⁸, se realizó una curva de calibración utilizando una solución patrón de quercetina en concentraciones de 0, 10, 20, 30, 40, 50, 80, 120 y 160 µg/mL. Se tomaron 100 µL de cada concentración y fueron agregados 200 µL de acetato de potasio 1M, 200 µL de nitrato de aluminio al 10% y 500 µL de metanol al 80%, la mezcla se llevó a reposo durante 45 min a temperatura ambiente y se realizó la lectura en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 415 nm utilizando una microplaca. Se sustituyeron los 100 µL de cada dilución por los extractos problema para la cuantificación de flavonoides totales. La cuantificación de flavonoides totales se realizó utilizando la ecuación obtenida de la curva de calibración y se expresó en miligramos equivalentes de quercetina/g de peso seco (mg EQ/g).

Capacidad antioxidante *in vitro* mediante ensayo DPPH

Se realizó la curva de calibración con trolox, con distintas concentraciones; 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 y 150 µg/mL. El radical se preparó disolviendo 0.024 g de DPPH en 100 ml de metanol al 80%, protegido de la luz y en refrigeración (0-5°C) hasta su uso. Para realizar el ensayo se ajustó la solución hasta obtener una absorbancia de 0.8 a 630 nm utilizando el espectrofotómetro. En una microplaca se colocaron 200 µL del radical DPPH y 50 µL de los extractos problema y se realizó la lectura a 630 nm, las absorbancias obtenidas se usaron en la ecuación que se obtuvo de la curva de calibración. Los resultados se expresaron en microgramos equivalente de Trolox/g¹⁹.

RESULTADOS

Existen diversas investigaciones en las que se ha cuantificado la cantidad de polifenoles y flavonoides en frutos de especies pertenecientes al género *Rhus*, principalmente *Rhus coriaria* y *Rhus typhina*. Sin embargo, para la especie *Rhus aromatica* no existe reporte alguno sobre la cuantificación de dichos componentes, en este sentido en la presente investigación se determinó el contenido de polifenoles totales en pulpa y semilla de limilla. Los resultados de la cuantificación de polifenoles en pulpa y semilla se observan en la Figura 1., los resultados indican que en la fracción metanol/agua la cantidad de polifenoles en pulpa fue de 675.40 ± 6.37 mg equivalentes de ácido gálico por gramo de semilla (mg GAE/g), mientras que la fracción acetona/agua presento un contenido de 537.93 ± 6.63 mg GAE/g, en semilla se obtuvo un contenido de 432.95 ± 8.34 mg EAG/g para la fracción metanol-agua y 825.44 ± 19.16 mg EAG/g para la fracción cetona-agua. De acuerdo a los resultados obtenidos la mayor cantidad de polifenoles totales en pulpa se logran extraer con un sistema de solventes metanol-agua y para el caso de la semilla con el sistema agua-cetona, sin embargo, la semilla presenta un mayor contenido de dichos compuestos en comparación con la pulpa.

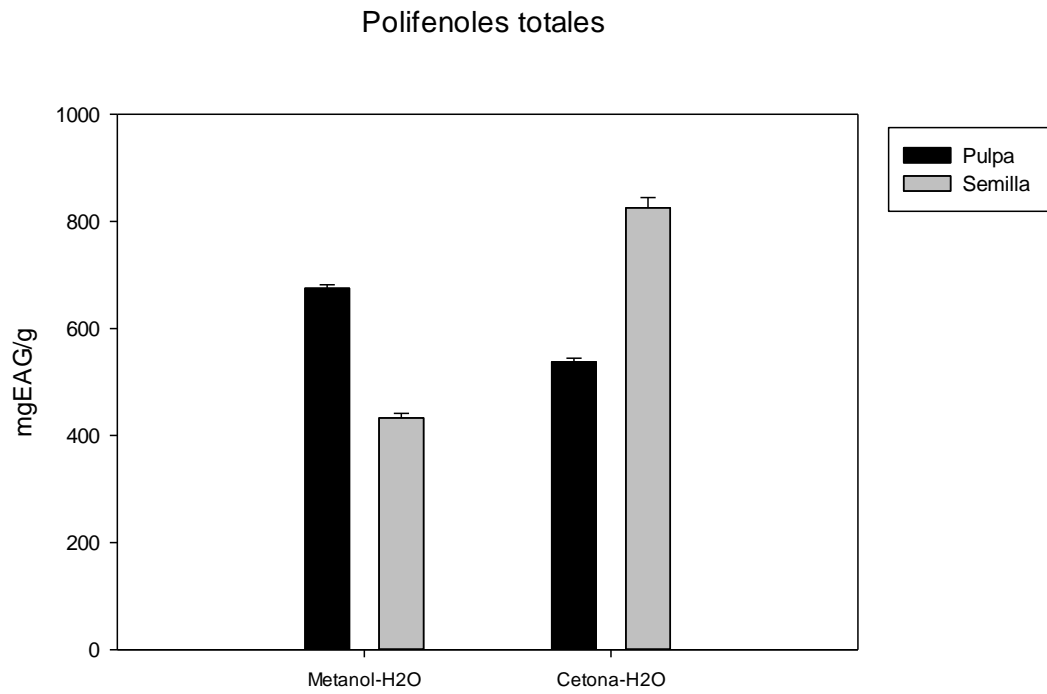


Figura 1. Contenido de polifenoles totales expresado en miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo (mg EAG/g).

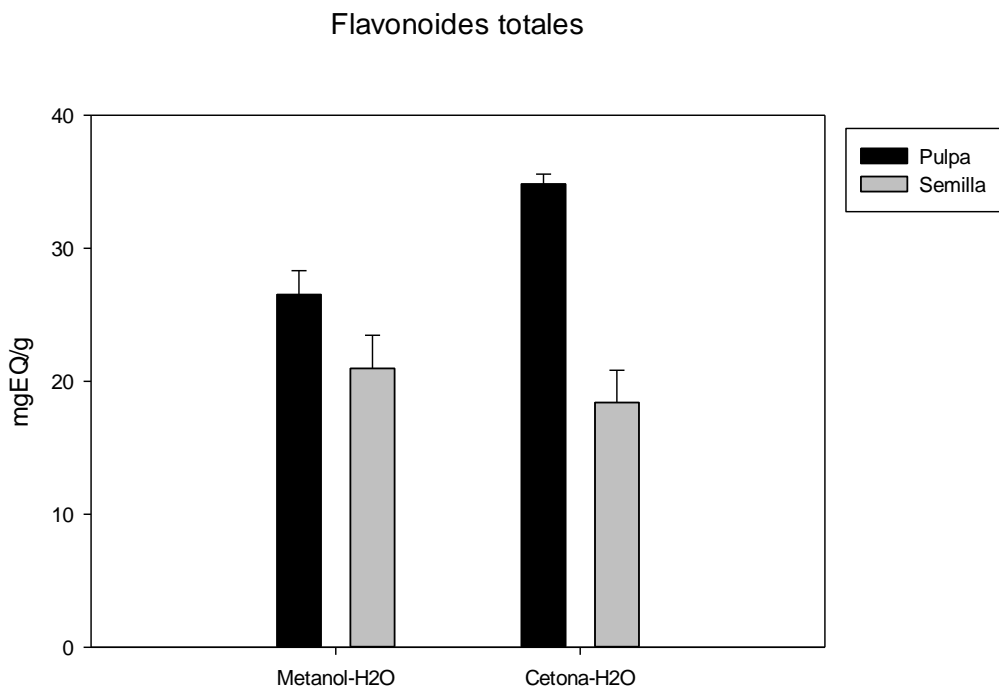


Figura 2. Contenido de flavonoides totales expresado en miligramos equivalentes de quercetina por gramo (mg EQ/g).

En cuanto a los valores del contenido de flavonoides totales presentes en pulpa (Figura 2), en la fracción metanol/agua la cantidad fue de 26.52 ± 1.8 0.74 microgramos equivalentes de quercetina por gramo de muestra (mg EQ/g) y para la fracción cetona/agua 34.84 ± 0.74 mg EQ/g. Para la semilla, en la fracción metanol/agua la cantidad fue de 20.97 ± 2.5 mg EQ/g y en la fracción acetona/agua de 18.41 ± 2.42 mg EQ/g. Tomando en cuenta los datos obtenidos la mayor cantidad de flavonoides totales en pulpa se logran extraer con un sistema de solventes cetona-agua y para el caso de la semilla con un sistema metanol-agua, para este tipo de compuestos se aprecia que es mayor el contenido en pulpa en comparación con la semilla.

El contenido de polifenoles totales en frutos de *Rhus aromatica* resulta ser mayor a los valores reportados para frutos de *Rhus coriaria*, según lo reportados en otras investigaciones el contenido de polifenoles en un extracto metanólico en frutos de *Rhus coriaria* presenta una cantidad de 151.71 mg EAG/g, seguido de un extracto en acetato de ético con una cantidad de 65.32 mg GAE/g con acetato de etilo y 6.10 mg GAE/g en un extracto acuoso²⁰. En cuanto al contenido de flavonoides no se cuentan con reportes de la cuantificación de otras especies pertenecientes al mismo género *Rhus*.

Del análisis de capacidad antioxidante en pulpa realizado mediante el ensayo DPPH la fracción metanol/agua presento una actividad antioxidante de 855.91 ± 21.72 miligramos equivalentes de trolox/ gramo de semilla (mg TEAC/g) y la fracción cetona-agua de 917.20 ± 17.40 mg TEAC/g. En el mismo análisis, pero realizado en la semilla la fracción metanol/agua presento una actividad antioxidante de 367.91 ± 4.073 mg TEAC/g y la fracción cetona agua 575.47 ± 6.11 mg TEAC/g.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.-Rufino MSM, Alves RE, Fernandes FAN, Brito ES. Comportamiento de captación de radicales libres de diez extractos de frutas tropicales exóticas. *Comida Res Int.* 2011; 44: 2072–2075.
- 2.- Yilmaz KU, Ercisli S, Zengin Y, Sengul M, Kafkas EY. Caracterización preliminar de genotipos de cereza cornellean (*Cornus mas* L.) por sus propiedades físico-químicas. *Food Chem.* 2009; 114: 408–412.
- 3.- Karuppusamy S, Muthuraja G, Rajasekaran KM. Antioxidant activity of selected lesser known edible fruits from Western Ghats of India. *Indian J Nat prod Resour.* 2011;2(2):174–178.
- 4.- Y. Chu, J. Sun, X. Wu, R. Liu, Actividades antioxidantes y antiproliferativas de vegetales comunes *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (2002), pp. 6910 – 6916.
- 5.- R.H. Liu, Health benefits of fruits and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78 (2003), pp. 517S-520S
- 6.- H. Kim, H. Choi, J. Moon, Y. Kim, A. Mosaddik, S. Cho Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. *Journal of Food Science*, 76 (1) (2011), pp. 38-48.
- 7.- R. Roesler, R. Catharino, L. Malta, M. Eberlin, G. Pastore Antioxidant activity of *Caryocar brasiliense* (pequi) and characterization of major components by electrospray ionization mass spectrometry *Food Chemistry*, 110 (3) (2008), pp. 711-717.
- 8.- K. Wolfe, X. Kang, X. He, M. Dong, Q. Zhang, R.H. Liu Cellular antioxidant activity of common fruits *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (2008), pp. 8418-8426.
- 9.- Kim et al., 2010 H. Kim, J. Moon, H. Kim, D. Lee, H. Choi, Y. Kim, et al. Antioxidant and antiproliferative activities of mango (*Mangifera indica* L.) flesh and peel *Food Chemistry*, 121 (2010), pp. 429-436.

- 10.- Meyers et al., 2003 K. Meyers, C. Watkins, M. Pritts, R.H. Liu Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51 (2003), pp. 6887-6892
- 11.- Goncalves et al., 2011 A. Goncalves, M. Genovese, R. Fett Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin extracts of red grape (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) pomace from Brazilian winemaking Food Research International, 44 (2011), pp. 897-901.
- 12.- Mertz et al., 2009 C. Mertz, A. Gancel, Z. Gunata, P. Alter, C. Dhuique-Mayer Phenolic compounds, carotenoids and antioxidant activity of three tropical fruits Journal of Food Composition and Analysis, 22 (2009), pp. 381-387.
- 13.- Sdiri et al., 2012 S. Sdiri, P. Navarro, A. Monterdea, J. Benabdab, A. Salvadora Effect of postharvest degreening followed by a cold-quarantine treatment on vitamin C, phenolic compounds and antioxidant activity of early-season citrus fruit Postharvest Biology and Technology, 65 (2012), pp. 13-21.
- 14.- Serc et al., 2010 S. Serc, M. Ozgen, A.A. Torun, S. Ercis Chemical composition, antioxidant activities and total phenolic content of *Arbutus andrachne* L. (Fam. Ericaceae) (the Greek strawberry tree) fruits from Turkey Journal of Food Composition and Analysis, 23 (2010), pp. 619-623.
- 15.- USDA (2007) Germplasm Resources Information Network. Beltsville, MD, USA: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service (available at <http://www.ars-grin.gov/npgs/aboutgrin.html>).
- 16.- Van Wyk BE, Wink M (2004) Medicinal Plants of the World. Portland, OR, USA: Timber Press.
- 17.- Zhou, K., Yu, L., 2006. Total, phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables grown in Colorado. LWT Food Sci. Technol.39, 1155–1162.
- 18.- Pekal, A., y Pyrzynska, K. (2014). Evaluación de la reacción de complejación de aluminio para el ensayo de contenido de flavonoides. Alimentos analíticos Métodos, 7, 1776 - 1782.
- 19.- Dudonne, S., Vitrac, X., Coutiere, P., Woillez, M., Merillon, J.-M., 2009. Comparativ estudy of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. J. Agric.Food Chem. 57, 1768–1774.
- 20.- Raodah, M, Rawdah Al Ali, and H H Faleeha. 2014. "The Antioxidant and Antimicrobial of Syrian Sumac (*Rhus Coriaria*) Fruit Extracts." Journal of Natural Sciences Research 4(11): 36–40.

AISLAMIENTO DE BACTERIAS HALÓFILAS CON DOS DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVO DE LA RIZOSFERA DE *Sesuvium verrucosum*

Javier Pérez Inocencio¹; Gabriel Iturriaga de la Fuente¹; Dioselina Álvarez Bernal²; Cesar Leobardo Aguirre Mancilla¹; Gabriel Ramírez Pimentel

¹Instituto Tecnológico de Roque – Celaya, Gto.

²Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Jiquilpan, Mich.

¹Autor responsable: japeinza10@gmail.com

RESUMEN

La salinidad en suelo es una condición que limita el crecimiento y productividad de los cultivos causando un alto impacto en la agricultura. *Sesuvium verrucosum* es una planta halófila que resiste altas concentraciones de salinidad. En este trabajo se evaluaron 2 medios de cultivo para aislar bacterias de la rizosfera de *Sesuvium verrucosum*. El suelo rizosférico de *Sesuvium verrucosum* se extrajo de la Ciénega de Chapala, del municipio de Villamar, Michoacán. Se realizó el análisis de salinidad, resultado un pH de 8.5, C. E. de 38.3 dS/m, cationes Na⁺, K⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺ de 671.24, 8.95, 49.86 y 4.77 mmol/L respectivamente, aniones CO₃²⁻, HCO₃⁻, Cl⁻ y SO₄²⁻ de 4.2, 3.4, 233.39 y 198.33 mmol/L respectivamente. De la muestra de suelo se aislaron bacterias halófilas con medio Agar nutritivo modificado y medio HM ambos al 10% NaCl. Del medio CN se obtuvieron 10 aislados y del medio HM 12 aislados bacterianos, ambos medios tuvieron en común 2 filos (Proteobacterias y Firmicutes), 2 familias (Bacillaceae y Halomonadaceae) y 3 géneros (*Bacillus*, *Halomonas* y *Oceanobacillus*), siendo ambos efectivos en el aislamiento de bacterias halófilas. En los 2 medios predominó la morfología de forma irregular, elevación plana, borde redondo, superficie lisa, color crema, consistencia cremosa; en ambos medios bacterias Gram negativas predominaron, forma microscópica de bacilo y disposición de bacilo. El medio HM se encontraron además 2 familias y 3 géneros resultando más eficiente este medio por el mayor número de bacterias pertenecientes a diferentes géneros, el medio CN es de mayor simplicidad de formulación y de fácil adaptación bacteriana.

Palabras clave: Halófila, Halófilo, Salinidad, *Sesuvium verrucosum*

EFFECTO DE ENRAIZADORES EN LA PRODUCCIÓN DE TRES VARIEDADES DE FRESA

Solis Medina Rodrigo¹, Hernández Cervantes José Alberto¹, Isiordia-Lachica Paula Concepción²,
Hernández-Ruiz Jesús^{2*}

¹Alumno Licenciatura en Agronegocios, ¹Profesor Licenciatura en Agronegocios, Universidad de Guanajuato, Carretera Irapuato-Silao ap. 311 CP, Col. Centro, 36500 Irapuato Gto. *Autor responsable: hernandez.jesus@ugto.mx

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el inicio de la floración y producción de frutos en tres variedades de fresa aplicando dos enraizadores comerciales (Rooting y Raizal). El experimento se estableció mediante un diseño completamente al azar. Esta investigación constó de cuatro tratamientos con 15 repeticiones. En las plántulas de fresa se realizaron 7 aplicaciones antes del trasplante (agosto a septiembre 2019) y 16 aplicaciones después de ser trasplantadas (16 de octubre 2019). La aplicación de enraizadores Rooting y Raizal se realizó en conjunto con un foliar 20-30-10 en una concentración 1ml/gr/1lt. Las variables evaluadas fueron: fecha de floración, producción en número de frutos por semana, y peso promedio de fruto. La primera variedad en presentar la floración fue Festival, seguida de San Andrea. Los Análisis de varianza y la comparación de medias demostraron diferencia significativa para todas las variables entre los dos enraizadores comerciales y el testigo. El análisis estadístico mostró que el mejor tratamiento fue Raizal en la variedad portola, con un promedio de 4 frutos por semana con un peso promedio de fruto de 22.20 gr. Por lo anterior, se infiere que la aplicación de enraizadores promueve la producción de frutos.

Palabras clave: *Fragaria, productividad, peso de fruto*

EFFECTO DE LA RADIACIÓN GAMMA CON ^{60}Co SOBRE LAS PROTEÍNAS DE RESERVA DE SEMILLA M1 DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.)

Ana Eugenia Rangel Castillo¹; Adriana Ángeles Santos¹; Gabriel Iturriaga de la Fuente¹; Juan Gabriel Ramírez Pimentel¹; Cesar Leobardo Aguirre Mancilla^{1§}

¹Instituto Tecnológico de Roque, Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya, Guanajuato, C. P. 38110.

[§]Autor de correspondencia: ceaguirre@itroque.edu.mx

RESUMEN

La mutagénesis física con ^{60}Co , es un tipo de radiación no ionizante que ha sido utilizado en el fitomejoramiento, ya que produce mutaciones favorables en el material genético. Debido a estas alteraciones, el material vegetal expuesto a cualquier mutágeno debe ser evaluado durante toda su fenología para detectar la etapa donde se han producido los cambios, ya que estos cambios son eventos al azar. La semilla es el material vegetal que más se utiliza para realizar los trabajos de mutagénesis, por lo que las proteínas de reserva que contiene pueden sufrir cambios en la concentración o expresión. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la radiación gamma con ^{60}Co sobre las proteínas de reserva de semilla M1 de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). La semilla fue sometida bajo un tratamiento de radiación con ^{60}Co a una concentración de 100 Grays. Se realizó un análisis de contenido de proteína total de la testa y del endospermo de dos tratamientos de semilla M1 y un testigo. Los resultados mostraron diferencias en la concentración y expresión de las proteínas de reserva entre los tratamientos mutados y el testigo.

Palabras clave: *Proteínas de reserva, mutagénesis física, testa, endospermo.*

CONTROL QUIMICO DE BACTERIAS FITOPATOGENAS EN CULTIVO DE AJO EN CELAYA, GTO., MÉXICO

Martha J. Navarro-León*; Juan G. Ramírez-Pimentel¹; Elena Heredia-García³; Luis Pérez-Moreno²; Cesar L. Aguirre-Mancilla¹; Jorge Covarrubias-Prieto¹; Juan C. Raya-Pérez^{1§}.

*Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México/I T Roque. Celaya, Gto. ¹Investigador, Tecnológico Nacional de México/I T Roque; ²División de Ciencias de la Vida (DICIVA-CIS-UG). Irapuato, Gto. ³Investigador, INIFAP, Celaya, Gto. [§]Autor de correspondencia: juraya@itroque.edu.mx

RESUMEN

En el ciclo O-I 2017-2018, se observaron síntomas representativos de bacteriosis, tales como estrías amarillas en el follaje de las plantas de ajo en el Campo Experimental del Tecnológico Nacional de México/I T Roque, en Celaya, Gto. Por lo que se planteó como objetivo determinar el control químico para las bacterias que se presentaron. Se analizó la severidad e incidencia en tres materiales de ajo, para lo cual se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. La comparación múltiple de medias se hizo con la prueba de Tukey $P \leq 0.05$. En el análisis estadístico no hubo diferencias significativas entre los tratamientos para severidad e incidencia en los diferentes síntomas (R1, R2 y punta) en las dos fechas de evaluación. Sin embargo, entre materiales si hubo diferencias significativas para incidencia1R2, Incidencia1 en punta y severidad 2 en punta. En la segunda fecha de evaluación se presentó un incremento de la incidencia 2R1R2 (16.43 a 44.14%) e incidencia2 en punta (44.23 a 74.3%). La severidad para R1 y R2 se mantuvo en 1.5, sólo presentó un incremento en la severidad 2punta con 2.5b en el material 3, 2.66a en material 2 y 2.58ab en el material 1. Para las variables peso, diámetro y altura de bulbo, número de bulbillos, así como rendimiento no hubo diferencias significativas para tratamientos. Sin embargo, entre materiales si se presentaron diferencias significativas para peso, diámetro y altura de bulbo, y rendimiento, excepto para número de bulbillos. El rendimiento mayor se obtuvo en el material 2 (Tingüindin) con 6722.5a, seguido por el material 1 (Tacátzcuaro especial) con 4671.2b y finalmente, el material 3 (Tacátzcuaro) con 3435.2c Kg.h⁻¹. Con base en los resultados obtenidos el mejor tratamiento fue kasugamicina para controlar las bacterias. Luego de la evaluación postcosecha se encontró una disminución del 8.3% por síntomas visibles en bulbo de ajo por bacterias.

Palabras clave: *Allium sativum*, bactericidas, enfermedades de follaje.

CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DE *Bacillus aryabhatai*

Andrea E. Sánchez-Pérez*; Martha J. Navarro-León^{1*}; Juan C. Raya-Pérez¹; Luis Pérez-Moreno²;
Cesar L. Aguirre-Mancilla¹; Juan G. Ramírez-Pimentel^{1§}.

*Estudiante de licenciatura, ¹ Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México/I T Roque. Celaya, Gto. ¹
Investigador, Tecnológico Nacional de México/I T Roque; ²División de Ciencias de la Vida (DICIVA-CIS-UG). Irapuato, Gto.

§Autor de correspondencia: garamirez@itroque.edu.mx.

RESUMEN

La curva de crecimiento microbiano cuenta con 4 Fases: retardo “lag”; es el tiempo que dura el inóculo en adaptarse a las condiciones del medio fresco; logarítmica, se da un crecimiento balanceado; estacionaria, el crecimiento bruto se equilibra con las muertes celulares; muerte, se debe al agotamiento de reservas de energía. El objetivo de la presente investigación fue caracterizar la curva de crecimiento de una bacteria identificada como *Bacillus aryabhatai*, aislada a partir de follaje de planta de ajo que mostraba síntomas de bacteriosis (rayado de dos lados) en una localidad de Irapuato (ciclo otoño-invierno 2016), una vez identificada la especie por medios bioquímicos y moleculares se le asignó el número de accesión MN699690 (NCBI) a la secuencia obtenida por la amplificación de la región ribosomal 16S. La cepa fue aislada por estría cruzada en medio PDA a 28°C. Se realizó una cinética de crecimiento midiendo la densidad óptica (OD600) cada hora durante 25 horas, determinando que la fase Lag presentó una duración de 4 h, utilizando la fórmula de la pendiente $m = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$ en la fase logarítmica se obtuvo una pendiente de 0.0333 y un tiempo de duplicación (Td) de 30 h. El aislado corresponde a una cepa que se encuentra en vida libre afectando principalmente a bulbos almacenados. Es un fitopatógeno no reportado previamente, de gran importancia agronómica, que afecta el cultivo de ajo.

Palabras clave: *Allium sativum*, bacterias fitopatógenas en follaje, pruebas bioquímicas

INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE VIRUS Y BACTERIAS FITOPATOGENAS EN PIMIENTO EN CELAYA, GTO., MÉXICO

Cristian A. Torres-López*; Martha J. Navarro-León^{1*}; Rodrigo Cano-Fernández*; Davino Pérez-Mendoza¹; Cesar L. Aguirre-Mancilla¹; Juan C. Raya-Pérez¹; Juan G. Ramírez-Pimentel^{1§}.

*Estudiante de Innovación Agrícola Sustentable ¹*Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque. Celaya, Gto. ¹Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. [§]Autor de correspondencia: garamirez@itroque.edu.mx.

RESUMEN

En México y el mundo, el cultivo de pimiento dulce es de gran importancia debido sus usos gastronómicos y al contenido de vitaminas. En la actualidad la incidencia de plagas y enfermedades se ha incrementado, tales como virus y bacterias, debido al cambio climático. En el ciclo otoño–invierno 2019-2020 se presentaron síntomas de virosis y bacteriosis en la variedad Italiano dulce a los 90 ddt bajo condiciones de invernadero. El objetivo de la presente investigación fue determinar la severidad e incidencia de virus y bacterias en el follaje del pimiento. Para el análisis estadístico se consideraron las medias de las dos variables; la media de severidad en virosis fue 2.47 en 5 bloques muestreados con 24 plantas cada uno, la menor en el bloque 2 con 2.18 y la mayor en el bloque 5 con 2.83, considerando una escala de 1 a 5 (donde 1 son plantas sanas, 2 plantas con 25% de daño, 3 con 50% de daño, 4 con 75% de daño y 5 con 100% de daño); para la incidencia de virosis la media fue del 95.0%, la menor en el bloque 3 con 87.5 y la mayor en dos bloques (1, 5) con 100.0%. En la severidad de bacterias se obtuvo una media de 2.08, encontrando en el bloque 2 la menor con 1.82 y en el bloque 5 la mayor con 2.41; la media para incidencia en bacterias fue de 75.8% encontrando en el bloque 2 la menor con 58.3% y en el bloque 5 la mayor 100.0%. De acuerdo con los resultados obtenidos, la incidencia de virus es la más alta debido a las plagas presentes durante este periodo como paratrioza y pulgón verde.

Palabras clave: *Capsicum annuum*, virosis, bacteriosis, incidencia

COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA ENTRE HARINAS DE TRIGO (*Triticum*) CORTÁZAR s94 Y TRITICALE (*Triticosecale X Wittmack*) IMPULSO TCL2016

Hernández Ángel María Guadalupe¹; Raya Pérez Juan Carlos¹; Ramírez Pimentel Juan Gabriel¹;
Aguirre Mancilla Cesar L¹; Feregrino Pérez Ana Angélica²; Ahuizolt Joaquín Ramos^{1*}

¹Tecnológico Nacional de México/I T Roque. Celaya, Gto. ²Universidad Autónoma de Querétaro. *Autor Responsable:

ahjoaquin@itroque.edu.mx.

RESUMEN

El triticales (TCL) es el primer cereal artificial resultado de la cruce entre trigo (TGO) y centeno. Su uso principal va enfocado para alimentación animal. Normalmente la literatura ha reportado que la composición química de este cereal es muy similar al TGO, aunque se han encontrado genotipos de TCL con mayor contenido de polisacáridos no almidonados (arabinoxilanos), polifenoles (ácidos fenólicos, alquilresorcinoles) en comparación de sus progenitores. Por tanto, el interés de este cereal en la industria de alimentos es evidente, como posible materia prima en el desarrollo de alimentos funcionales. Como primer análisis se determinó el peso de 1000 semillas (P1000) y peso hectolítrico (PH) en granos, posteriormente se molieron y se fraccionaron las harinas en finas e integrales de cada cereal. Se obtuvieron cuatro fracciones de harina, a cada una se le realizó un análisis proximal de acuerdo con lo reportado por la AOAC, (1991). Los granos de TGO presentaron los mayores valores respecto al P1000 y PH. Aun así, los valores del TCL están dentro del rango establecido. En cuanto a los resultados proximales, se observó que la harina integral de TCL fue superior a las otras fracciones de harina respecto al contenido de grasa y proteína. El contenido de cenizas y fibra cruda en harinas integrales no presentó diferencias estadísticas. Del mismo modo se encontró que las harinas finas presentan el mayor contenido de carbohidratos.

Palabras Clave: Cereales, harina fina e integral, caracterización

EFEECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO (H₂O₂) EN EL DESARROLLO DE PLANTAS DE CHILE (*Capsicum annuum* L.) BAJO CONDICIONES DE ALTAS TEMPERATURAS

EFFECT OF HYDROGEN PEROXIDE (H₂O₂) IN THE DEVELOPMENT OF CHILE PLANTS (*Capsicum annuum* L.) UNDER HIGH TEMPERATURE CONDITIONS

González Chavira Mario Martín¹, Guerrero Aguilar Brenda Zulema.^{1*}, Pons Hernández José Luis¹, Villanueva Pérez Luis Antonio², Villalobos Reyes Salvador¹ y González Pérez Enrique¹

¹Centro de Investigación Regional del Centro (CIRCE) del INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, C.P. 38110 Celaya Gto. ²Instituto Tecnológico de Roque. Carretera, Juventino Rosas - Celaya Km.8, C.P. 38110 Celaya, Gto. Correo de correspondencia: guerrero.brenda@inifap.gob.mx

RESUMEN

El problema de las altas temperaturas siempre se ha considerado como uno de los mayores estreses abióticos que afectan negativamente el crecimiento vegetativo de las plantas y actualmente con el cambio climático, está adquiriendo mayor relevancia para la producción de los cultivos. El uso de elicitors para mitigar el daño causado por este estrés, puede ser una alternativa importante, dentro este grupo de compuestos destaca el peróxido de hidrógeno (H₂O₂), el cual se ha propuesto que está involucrado en las vías de transducción de señales que conducen a la aclimatación y la protección de las plantas a estrés abióticos particularmente altas temperaturas. En base a esto se plantea este trabajo cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de peróxido de hidrogeno exógeno sobre el desarrollo de plantas de chile serrano, creciendo bajo condiciones de altas temperaturas. Para evaluar esto se estableció un experimento con plantas de chile serrano variedad “SE–mona5–2” bajo condiciones de invernadero y altas temperaturas. Los resultados obtenidos señalan que la aplicación de H₂O₂ en cualquier etapa fenológica del cultivo de chile serrano variedad “SE–mona5–2” tienen efecto en su desarrollo y parece dar termo tolerancia y aclimatación al calor a esta variedad.

Palabras clave: *Elicitor, Estrés por calor, Desarrollo vegetal, Fenología, Tolerancia al calor*

EFFECTO DE RECUBRIMIENTOS PARA PRESERVAR LA CALIDAD FÍSICA DEL BULBILLO DE AJO

María T. Maldonado-Mancera^{1*}; Martha J. Navarro-León¹; Juan C. Raya-Pérez¹; Cesar L. Aguirre-Mancilla¹; Jorge Covarrubias-Prieto¹; Jesús R. Rodríguez-Núñez²; Juan G. Ramírez-Pimentel^{1§}.

^{1*} TecNM–Roque. Carretera Celaya - Juventino Rosas Km. 8. Celaya., Gto. México. C. P. 38110. ² UG campus Celaya-

Salvatierra. Mutualismo 303. Centro. Celaya, Gto. §Autor de correspondencia: garamirez@itroque.edu.mx.

RESUMEN

El ajo (*Allium sativum* L.) es almacenado de forma tradicional a temperatura ambiente, con un deterioro continuo y su duración promedio es de 2 meses, teniendo pérdidas hasta un 40 %; por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de recubrimientos a base de quitosano y grenetina a diferentes concentraciones y temperaturas de almacenaje para preservar la calidad física del bulbillo de ajo tipo Taiwán variedad Tacátzcuaro. Los recubrimientos fueron 1) Testigo sin recubrir, 2) Testigo c/agua, 3) Fungicida 0.66 %, 4) Fungicida 0.66 % + ácido acético 1 % + glicerol 0.28 %, 5) T4 + Quitosano 1.5 %, 6) T4 + Quitosano 2 %, 7) T4 + Grenetina 2.5 %, 8) T4 + Quitosano 0.75 % + Grenetina 1.25 %, 9) T4 + Quitosano 1 % + Grenetina 1.25 %, todas las concentraciones fueron p/v. Las temperaturas de almacenaje fueron a 25 ± 5 °C y humedad relativa de 30-45 % (ambiente) y refrigeración (6 ± 2 °C) y humedad relativa de 40-50 %. Se utilizó un diseño completamente al azar bifactorial con 3 repeticiones. El análisis de varianza mostró que el factor de las temperaturas da una variación del 98.5 % (CM=9396.5) siendo altamente significativa; los tratamientos mostraron una variación de 0.8 % siendo significativa y la interacción de las temperaturas con los tratamientos no mostró diferencias estadísticas. Por lo que se concluye que la temperatura de refrigeración y el tratamiento 6 tienen un papel importante en la preservación de la calidad física del bulbillo de ajo.

Palabras clave: *Temperatura de almacenaje, quitosano, grenetina, Allium sativum.*

Sección: Producción Agrícola

Tipo de presentación: Ponencia oral.

ABSTRACT

Garlic bulbs (*Allium sativum* L.) are stored in a traditional way at room temperature and its duration is 2 months due to continuous deterioration, with losses up to 40 %; Therefore, the objective of this research was to evaluate the effect of chitosan and grenetina based coatings at different concentrations and storage temperatures to preserve the physical quality of the Taiwan-type Tacátzcuaro variety garlic bulb. The coatings were 1) uncoated control, 2) water control, 3) Fungicide 0.66 %, 4) Fungicide 0.66 % + acetic acid 1 % + glycerol 0.28 %, 5) T4 + Chitosan 1.5 %, 6) T4 + Chitosan 2 %, 7) T4 + Grenetina 2.5 %, 8) T4 + Chitosan 0.75 % + Grenetina 1.25 %, 9) T4 + Chitosan 1 % + Grenetina 1.25 %, all concentrations were p/v. Storage temperatures were 25 ± 5 °C and relative humidity of 30-45% (ambient) and refrigeration (6 ± 2 °C) and relative humidity of 40-50%. A completely randomized design bifactorial with 3 repetitions was used. The analysis of variance showed that the temperature

factor gives a variation of 98.5 % (CM=9396.5) being highly significant; the treatments showed a variation of 0.8 % being significant and the interaction of the temperatures with the treatments did not show statistical differences. Therefore, it is concluded that the cooling temperature and treatment 6 have an important role in preserving the physical quality of the garlic bulb.

Keywords: *Storage temperature, chitosan, grenetina, Allium sativum.*

INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.) es un cultivo hortícola, se usa en México para la preparación de alimentos y con fines medicinales principalmente. México ocupa el 18° lugar en producción a nivel mundial con 0.17 % (89840 t) (FAOSTAT, 2017). Los estados con mayor producción son Zacatecas con 53112 t (59 %) y una superficie sembrada de 3319 ha seguidos de Guanajuato con 13507 t (15 %) y una superficie de 1253 ha (SIAP, 2017).

La producción de ajo es almacenada por los agricultores de forma tradicional a temperatura 20-30 °C (temperatura ambiente) y su duración en almacenamiento es de 2 meses, teniendo pérdidas hasta un 40 %. Los bulbos de ajo en almacenamiento ambiental pierden su rigidez o firmeza, se vuelven elásticos (esponjosos) y cambian de color debido a la pérdida de agua. El almacenamiento ideal del bulbo de ajo para la semilla es a una temperatura de 10 °C con una humedad relativa del 65-70%; por lo tanto, estos problemas de almacenamiento pueden superarse en gran medida mediante la adopción de tecnologías mejoradas de poscosecha como recubrimientos y bajas temperaturas (10 °C) (Madhu *et al.*, 2019).

El recubrimiento de semillas se fundamenta en el proceso de formar películas protectoras y protegerla de factores bióticos y abióticos nocivos (Peña-Datoli *et al.*, 2016). Los recubrimientos contienen ingredientes funcionales tales como antioxidantes, antimicrobianos, nutrimentos y colores para destacar la calidad y funcionalidad de estos. Además, reducen la pérdida de agua, permiten el intercambio de gases, retrasan el envejecimiento y mejoran la calidad y valor comercial de los mismos (Fernández *et al.*, 2015).

Las películas a base de grenetina tienen buenas propiedades para el intercambio de gases (oxígeno y aromas) en una humedad relativa baja y media; sin embargo, no son funcionales para el paso del agua y propiedades mecánicas, por lo que se puede asociar con otros biopolímeros (quitosano) para mejorar las propiedades de la película (López-Palestina, 2018). El quitosano es uno de los polisacáridos más utilizados para la formación de recubrimientos; se obtiene del exoesqueleto de crustáceos, alas de algunos insectos, paredes celulares de hongos y algas; tienen la capacidad de formar películas con otros compuestos como almidones, proteínas (grenetina) y lípidos (Fernández *et al.*, 2015); es un polisacárido hidrófilico biodegradable derivado de la desacetilación de la quitina y se usa en el recubrimiento de semillas para conservarlas durante el almacenamiento (Peña-Datoli *et al.*, 2016). En la actualidad, no se ha reportado un recubrimiento para proteger al bulbillo de ajo y disminuir las pérdidas poscosecha; por lo tanto, el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de recubrimientos a base de quitosano y grenetina a diferentes concentraciones y temperaturas de almacenaje para preservar la calidad física en el bulbillo de ajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en los laboratorio de posgrado en las instalaciones del Tecnológico Nacional de México-Roque; se utilizó bulbillo de ajo tipo Taiwán variedad Tacátzcuaro cosechado en Irapuato en mayo 2019; se seleccionó por peso (mayor a 2 g) y ausencia de daño físico.

La composición de los recubrimientos se observan en el Cuadro 1; a las soluciones se le agregó glicerol (28 g/100 g de grenetina o quitosano) como plastificante y fungicida (0.66 %). La solución de grenetina se mezcló a 35 °C durante 30 min. El quitosano (desacetilación ≤ 85 %, peso molecular: 50 % de alto peso molecular y 50 % de bajo peso molecular) se disolvió en ácido acético 1 %. Todas las concentraciones fueron p/v.

En la aplicación de los recubrimientos, los bulbillos de ajo se sumergirán en las soluciones durante 3 min; los tratamientos 7, 8 y 9 se mantuvieron a 35 °C durante el recubrimiento; posteriormente se escurrieron y se secaron a temperatura ambiente durante 24 hr. Se almacenarán en bolsas de papel a temperatura ambiente (25 ± 5 °C) y humedad relativa de 30-45 %; y refrigeración (6 ± 2 °C) y humedad relativa de 40-50 %.

La pérdida de peso del bulbillo de ajo se evaluó por un periodo de 5 meses (agosto 2019 a enero 2020). Después de aplicar los recubrimientos, se tomaron y marcaron 8 bulbillos al azar y se pesaron cada mes.

Para obtener la pérdida de peso y se utilizó la siguiente ecuación:

$$P = \left(\frac{P_i - P_f}{P_i} \right) * 100$$

Donde, P es la Pérdida de peso, Pi es el peso inicial y Pf es el peso final.

Se utilizó un diseño completamente al azar bajo un arreglo bifactorial donde se emplearon los factores (A) tratamientos y (B) temperaturas con tres repeticiones. Para los caracteres evaluados se realizó un análisis de varianza usando el paquete estadístico Statistical Analysis System versión 9 (SAS).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para recubrir bulbillo de ajo.

Tratamiento	Recubrimiento	Modo de aplicación
T1	Testigo	
T2	Testigo c/agua	
T3	Fungicida 0.66 %	
T4	Fungicida 0.66 % + ácido acético 1 % + glicerol 0.28 %	
T5	T4 + Quitosano 1.5 %	
T6	T4 + Quitosano 2 %	
T7	T4 + Grenetina 2.5 %	
T8	T4 + Quitosano 0.75 % + Grenetina 1.25 %	Mezcla
T9	T4 + Quitosano 1 % + Grenetina 1.25 %	Mezcla

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los métodos tradicionales de almacenamiento de ajo conducen a la pérdida fisiológica y al deterioro debido a plagas y enfermedades. Las pérdidas totales durante el almacenamiento son del 25 a 40 % en condiciones ambientales. Las condiciones de manejo y almacenamiento poscosecha son factores importantes que afectan el almacenamiento del ajo. Estos problemas de almacenamiento pueden superarse en gran medida mediante la adopción de tecnologías mejoradas (Madhu *et al.*, 2019); en esta investigación se utilizaron tecnologías para preservar la calidad física del bulbillo de ajo como recubrimientos protectores y bajas temperaturas.

El análisis de varianza mostró que el factor de las temperaturas proporciona una variación del 98.5 % (CM=9396.5) siendo altamente significativa; los tratamientos mostraron una variación de 0.8 % siendo significativa y la interacción de las temperaturas con los tratamientos no mostró diferencias estadísticas. La temperatura de refrigeración en general fue la que conservo mejor el bulbillo de ajo, ya que mantienen su firmeza, su color es uniforme y no se vuelven elasticos ademas de que las catáfilas no se desprenden de los bulbillos. Madhu *et al.* (2019) comenta que el almacenamiento en frío de cebolla y ajo minimiza las pérdidas de almacenamiento de hasta 5 a 10%. En temperatura ambiente, los bulbillos de ajo se deshidrataron casi en su totalidad, perdiendo la firmeza, se vuelven flexibles y presentan decoloraciones debido a la pérdida de agua; también las catáfilas se rompen y se desprenden del bulbillo dejándolo más expuesto a la deshidratación excepto el tratamiento 6 de quitosano 2 %, ya que fue el único recubrimiento a temperatura ambiente que logro proteger al bulbillo de ajo evitando decoloraciones y manteniendo la firmeza del mismo. Por lo tanto, se concluye que la temperatura de refrigeración y el recubrimiento de quitosano 2 % (tratamiento 6) influyen a disminuir la pérdida de peso en el bulbillo de ajo.

Cuadro 2. Cuadrados medios y grados de libertad del análisis de varianza de los tratamientos evaluados a las diferentes temperaturas para la pérdida de peso en el bulbillo de ajo.

Fuente de variación	g.l.	Cuadrados medios
Repetición	2	7.7 ^{ns}
Tratamientos	8	75.4*
Error a	16	28.4
Temperaturas	1	9396.5**
Interacción tratamientos temperatura	8	56.6 ^{ns}
Error b	18	29.1

*, **=significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente; ^{ns}=no significativo, cv=13.

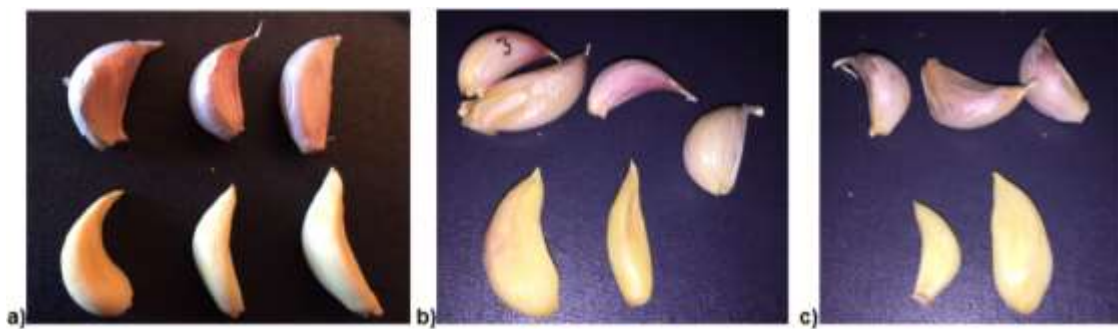


Figura 1. Bulbillo de ajo a temperatura de refrigeración; a) tratamiento 1: sin recubrir; b) tratamiento 2: recubrimiento con agua; c) tratamiento 6: recubrimiento con quitosano 2 %.

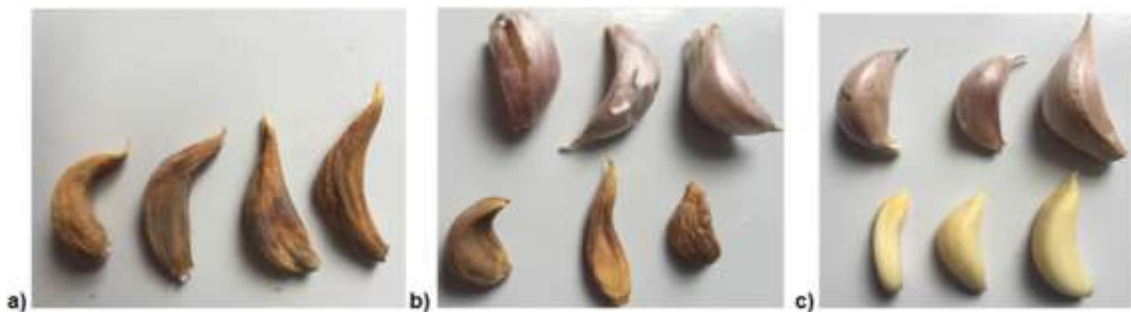


Figura 2. Bulbillo de ajo a temperatura ambiente; a) tratamiento 1: sin recubrir; b) tratamiento 2: recubrimiento con agua; c) tratamiento 6: recubrimiento con quitosano 2 %.

CONCLUSIONES

La temperatura de refrigeración influyó drásticamente en la conservación de los bulbillos de ajo, en cambio, a temperatura ambiente, los bulbillos de ajo se deshidrataron totalmente excepto en el tratamiento 6 de quitosano 2 %; por lo tanto, es necesario prestar atención a la temperatura de almacenamiento (6 ± 2 °C) y en el tratamiento 6 (quitosano 2 %) para almacenamiento a temperatura ambiente, ya que se son muy prometedores para la preservación física y fisiológica de los bulbillos.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada MTMM y al Tecnológico Nacional de México por el apoyo al proyecto 5426.19 P.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAOSTAT. (2017). Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Consultado en Junio 2019 de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Fernández Valdés, D., Bautista Baños, S., Fernández Valdés, D., Ocampo Ramírez, A., García Pereida, A., Falcón Rodríguez, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-1010-2760, 24(3), 52-57.
- López-Palestina, C. (2018). Caracterización de frutos, encapsulación de pulpa y obtención de un extracto oleoso de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) para la elaboración y aplicación de una película comestible. Tesis de doctorado en ciencias en producción agroalimentaria. Instituto Tecnológico de México-Roque.
- Madhu, B., Mudgal, V. D., Champawat, P. S. (2019). Storage of garlic bulbs (*Allium sativum* L.): A review. *Journal of Food Process Engineering*, 42(6), 13177.
- Peña-Datoli, M., Hidalgo-Moreno, C. M., González-Hernández, V. A., Alcántar-González, E. G., Etchevers-Barra, J. D. (2016). Recubrimiento de semillas de maíz (*Zea mays*) con quitosano y arginato de sodio y su efecto en el desarrollo radical. *Agrociencia*, 50(8), 1091-1106.
- SIAP. (2017). Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Consultado en Junio 2019 de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

CUANTIFICACIÓN DE CONTENIDO DE PROTEÍNA EN CINCO CICLOS DE SELECCIÓN MASAL ESTRATIFICADA EN MAÍZ

Elías Ubias Serafin¹, Jorge Covarrubias Prieto¹ Juan Carlos Raya Perez¹, J. Guadalupe García Rodríguez¹, Jesús Frías Pizano¹

¹Instituto Tecnológico de Roque. Km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Celaya, Gto. C.P. 38110

RESUMEN

El centro de origen del maíz es México y es uno de los cultivos más importantes a nivel nacional. El maíz es resultado de la cuidadosa selección realizada por agricultores desde hace más de 10,000 años. La escasa calidad de las proteínas del maíz se debe fundamentalmente a las deficiencias de los aminoácidos esenciales lisina y triptófano. En estudios anteriores se ha modificado el contenido proteico del grano de maíz por selección. El método de selección masal estratificada ha permitido incrementar el rendimiento de grano en maíz y mejorar caracteres agronómicos. El objetivo de la presente investigación fue cuantificar el contenido de proteína total en cinco ciclos de selección masal estratificada en maíz; este trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis de Semillas de la División de Estudios de Posgrado e investigación del Instituto Tecnológico de Roque (ITR). Para la cuantificación de la proteína total se empleó una solución salina (tris-HCl 50 mM pH 8.8 NaCl 500 mM) y una solución con 2-Propanol al 55%; en ambas se utilizó la técnica de espectrofotometría de Bradford (1976). Las poblaciones utilizadas se han sometido a un proceso continuo de selección y se deseaba conocer el comportamiento del contenido de proteína total a través de cada ciclo de selección. Los resultados mostraron una mejor respuesta con el método de solución salina, ya que presentó un R² de 0.65, pues el otro método de 2-Propanol al 55% solo explico un R² menor que .1.

Palabras clave: Proteína, Selección Masal Estratificada, Solución, Ciclos de Selección

MICROORGANISMOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL EMPLEADOS COMO INOCULANTES EN SEMILLAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*)

José Gómez Espinoza, Ahuiztolt de Jesús Joaquín Ramos, Cesar Leobardo Aguirre Mancilla, Juan Gabriel Ramírez Pimentel, Miguel Ángel Ávila Perches, J. Guadalupe García Rodríguez

TecNM/ I T Roque, Carretera, Juventino Rosas - Celaya Km.8, 38110 Celaya, Gto, correo para correspondencia: 18981029@itroque.edu.mx

El presente trabajo tuvo como objetivo identificar microorganismos aislados del microbioma de plantas silvestres como promotores de germinación en semillas de brócoli (*Brassica Oleracea*). Se seleccionaron 7 cepas provenientes de diferentes suelos rizosféricos y plantas medicinales del estado de Guanajuato. El efecto de las cepas seleccionadas se evaluó la velocidad de emergencia, porcentaje de germinación, longitud de raíz en semillas de brócoli (*Brassica oleracea*) en invernadero. El efecto sobre el crecimiento del cultivo se estudió en charolas de germinación de 105 cavidades, las cuales se les adiciono peat moss y vermiculita en una porción 2:1. Para lo cual se evaluaron 7 cepas seleccionadas, un control comercial (ácido Giberelico) como testigo positivo y un testigo negativo en el cual no fueron inoculadas las semillas y tres repeticiones. En las cuales se pudo encontrar que algunas de las cepas evaluadas, dos de ellas promovieron la elongación de la raíz y parte aérea en mayor dimensión que los controles, de las cuales destacaron las cepas 1, MT3. Por lo cual podrían recomendarse como potenciales PGPR en este cultivo, como alternativa ecológica para reducir el uso de productos químicos.

Palabras claves: *rizosféricos, rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas (PGPR), brócoli (Brassica Oleracea)*

RECOLECCIÓN DE GIRASOL SILVESTRE (*Helianthus annuus*) EN MÉXICO

Miguel Hernández Martínez¹ Rubén García Silva¹ y Victor Montero Tavera¹

¹ Investigador del Campo Experimental Bajío - INIFAP, Celaya, Gto. e-mail: hernandez.miguel@inifap.gob.mx

RESUMEN

El girasol es nativo de Norteamérica, se encuentra distribuido del suroeste de los Estados Unidos y Norte de México en forma silvestre. El género *Helianthus* es altamente diversificado, se compone de 49 especies y 19 subespecies con 12 especies anuales y 37 perennes, las cuales representan una considerable variabilidad que puede utilizarse para el mejoramiento genético de varias características agronómicas e industriales de la especie. El objetivo del presente proyecto es hacer un diagnóstico sobre el estado que guardan las colectas y accesiones de girasol que se tienen en los bancos de germoplasma en México y en base en esto definir las estrategias de conservación y de colecta de girasol criollo y silvestre. Desarrollar mapas de distribución y de diversidad genética del girasol. Crear la Red de Girasol con investigadores de diferentes instituciones dedicadas a la docencia y/o investigación. A continuación se presentan principales los resultados obtenidos y análisis al respecto: a) Los bancos de germoplasma cuentan con un número muy reducido de accesiones de girasol con condiciones no adecuadas para su conservación. b) Las variedades de girasol liberadas en México tienen como base la introducción de germoplasma de otros países y se ha aprovechado muy poco la diversidad genética existente en el país. c) Es prioritario realizar colecta de germoplasma de girasol silvestre y criollo para que sea utilizado por los mejoradores a nivel nacional para la obtención de nuevas variedades que satisfagan las necesidades de la industria, productores y consumidores. d) Se requiere la participación de taxónomos expertos en los géneros *Helianthus* y *Tithonia* para identificar la diversidad genética con la que se cuenta en México o que especies están amenazadas de su extinción. e) Así también, definir estrategias para involucrar agricultores en la formación de bancos de germoplasma comunitarios, para la conservación in situ del girasol.

Palabras clave: *Erosión genética, variabilidad, extinción.*

ABSTRACT

The sunflower is native to North America, is distributed in the southwestern U.S. and northern México in the wild. The genus *Helianthus* is highly diversified, comprised of 49 species and 19 subspecies with 12 annual and 37 perennial species, which represent a considerable variability that can be used for genetic improvement of several agronomic and industrial characteristics of the crop. The objective of project is to make a diagnosis on the state that are collections and sunflower accessions are found in the gene bank in México and on the basis to define strategies for conservation and collection of native and wild sunflower. Develop distribution maps and genetic diversity of sunflower. Create sunflower network researchers from different institutions involved in teaching and/or research. Here are mayor results and analysis on it: a) Germplasm banks have a very small number of accessions of sunflower with unsuitable conditions for preservation; b) Sunflowers cultivars released in México are based on the introduction of germplasm from other countries and has made very little genetic diversity in the country; c) Is priority to make sunflower germplasm collection of wild to be used by plant breeders at national level for breeding of new varieties that meet the needs of the industry, producers and consumers; d) It requires the participation of expert taxonomist in the genus *Helianthus* and *Tithonia* to identify genetic diversity which account in México or that species are threatened with extinction; and e) Also, define strategies to involve farmers in the formation of community gene banks for conservation in situ of sunflower.

Key words: *genetic erosion, variability, extinction.*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el girasol es uno de los principales granos oleaginosos, con una superficie mundial en torno a 20 millones de hectáreas y un rendimiento medio de 1200 kg/ha de grano. Los principales países productores son: Argentina, Federación Rusa, Ucrania, India y la Unión Europea (López, 2003). Para el año 2007 la superficie cosechada a nivel mundial fue de aproximadamente 22 millones de hectáreas; siendo la Federación Rusa, Argentina, Ucrania y la India los principales países productores (FAO, 2008). Los principales países productores de girasol son, en orden de importancia: Rusia, Ucrania, Argentina, India, China, Rumania y EU. En conjunto, estos países sumaron el 72 por ciento del total de la producción mundial de girasol que asciende a 21.44 millones de toneladas, pero destaca Rusia, que aporta el 23 por ciento de la producción de esta oleaginosa a nivel mundial. En los últimos años, se registró una disminución de la producción mundial con una tasa de crecimiento negativa de 8.8 por ciento. (CONASIPRO, 2016). Actualmente las exportaciones de semilla de girasol de Estados Unidos para Europa de aceite de girasol han decrecido (Schneiter, 1997). Para México la superficie sembrada en el año 2007 de acuerdo a datos publicados por la SAGARPA fue de 230 hectáreas con una producción de 93 toneladas siendo los estados de México y Morelos los únicos productores (SIAP, 2008). Sin embargo, esta cantidad es insuficiente para el consumo interno por lo que cerca del 100 % del girasol (130 mil toneladas) para la industria se importa (SAGARPA - INIFAP, 2005).

El girasol ocupa el sexto lugar, después de los cultivos de cártamo, soya, cacahuate, ajonjolí y canola (fuente: SIAP 2016). La producción de girasol para semilla enfrenta un serio problema de competencia de con la producción de este cultivo con fines ornamentales y para forraje, de tal manera que la cantidad que se siembra para semilla tiene altibajos muy notables. En los últimos dos años la superficie cosechada de girasol en el país no ha rebasado las 200 ha, esto en buena medida se debe a la falta de una estrategia de fomento a su producción.

La empresa Pepsico Internacional tiene el interés de que en el seno del Programa Nacional de Oleaginosas del Comité se promueva el cultivo, de tal manera que se logre el incremento de la superficie cosechada de girasol a 12500 hectáreas para el 2016. (CONASIPRO, 2016).

El Objetivo general fue realizar un diagnóstico sobre el estado que guardan las colectas y las accesiones de girasol que se tienen en los bancos de germoplasma en México y en base en esto definir las estrategias de conservación y de colecta de girasol criollo y silvestre y fortalecer la Red de Girasol con investigadores de diferentes instituciones dedicadas a la docencia y/o investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las actividades realizadas por la red de girasol se enmarcan en torno a las siguientes líneas de acción del SINAREFI que son:

- a) Línea de Acción: II bajo el rubro de Conservación ex situ cuya estrategia es la recolección de poblaciones de girasol criollo y silvestre para lo cual se realizó la recolección de poblaciones de girasol criollo, mejorado o silvestre en 6 estados de la República Mexicana, realizando el acopio de la información recabada y depositando en los bancos de germoplasma vegetal las poblaciones de girasol criollo o silvestre recolectados.
- b) Línea de Acción: III bajo el rubro de Uso y potenciación cuya estrategia fue la caracterización de la variedad mejorada de girasol denominada "Bienvenido Paisano" con adaptación para el Bajío de México, cuya

caracterización se realizó en el Campo Experimental Bajío en Celaya, Guanajuato, la cual se registrará ante el SNICS.

c) Línea de Acción: IV bajo el rubro de Creación de Capacidades cuya estrategia es la promoción de la red girasol para fortalecerla, con investigadores, académicos, técnicos y productores de diferentes instituciones dedicadas a la investigación, docencia y producción de girasol.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Línea de Acción: II bajo el rubro de Conservación ex situ se realizaron 31 colectas de materiales criollos, mejorados y silvestres en los estados de San Luis Potosí, Sinaloa, Baja California, Jalisco, Tamaulipas y Nuevo León las cuales se entregaron al SINAREFI con su respectivos datos de ubicación de la colecta, así también se realizó un diagnóstico de los herbarios y colectas registradas en los bancos de germoplasma como el del BANGEV-UACH (46 accesiones), UAAAN (3 accesiones) y en los campos experimentales donde se realizaba mejoramiento genético de Río Bravo (ninguna accesión), Celaya (30 accesiones) y Durango (3 accesiones) del INIFAP y con productores de la zona media del estado de San Luis Potosí (5 accesiones de girasol criollo), que en total se detectó 87 accesiones. Es necesario coleccionar la diversidad de girasoles silvestres e identificación taxonómica ya que prácticamente no se ha dejado de hacer mejoramiento genético para esta especie, así como la preservación de la variabilidad.

Para la Línea de Acción: III bajo el rubro de Uso y potenciación se caracterizó la nueva variedad de girasol denominada "Bienvenido Paisano" con adaptación para el Bajío de México, en el Campo Experimental Bajío en Celaya, Guanajuato, la cual se registrará ante el SNICS por el INIFAP y DICIVA (División Ciencias Para la Vida) de la Universidad de Guanajuato y por la Red de Girasol del SINAREFI.

En la Línea de Acción: IV bajo el rubro de Creación de Capacidades cuya estrategia es la promoción de la red girasol para fortalecerla, se diagnosticó la necesidad de la participación de taxónomos expertos en los géneros *Helianthus* y *Tithonia* para identificar la diversidad genética con la que se cuenta en México y que especies están amenazadas de su extinción.

CONCLUSIONES

Es necesario e imprescindible recolectar la variabilidad del girasol silvestre existente en el país, para evitar su extinción y erosión de la diversidad genética. Así como mantener en buenas condiciones la semilla en los diferentes Bancos de Germoplasma, para su uso en programas de mejoramiento genético.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONASIPRO, 2008. Comité Nacional Sistema Producto Oleaginosas. Oleaginosas en cadena. Girasol, situación actual mundial y nacional Boletín bimestral No. 18.

García N., H., C. Mejía A., R. R. García D., R. Chacón M. y A. González R. 1996. Zonas potenciales para la producción de las principales especies vegetales en el estado de Guanajuato. INIFAP, Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto., México. (Publicación Técnica Núm. 1).

Hernández M., M. 2011. Componentes tecnológicos del girasol para Guanajuato. Día de Campo del CEBAJ Cultivos de primavera-verano 2011. INIFAP, Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto., México. (Memoria Técnica Núm. 2)

Hernández M., M. y S. Montes H. 2013. La siembra de girasol...una buena opción para temporal. Simposio Regional Día del Productor ciclo primavera-verano. INIFAP, Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto., México. (Memoria Técnica Núm. 6).

Heiser, C. B. and D. M. Smith. 1955. New chromosome numbers in *Helianthus* and related genera. Proc. Ind. Acad. Sci. 64:250-253.

López, B. L. 2003. CULTIVOS INDUSTRIALES. Ediciones Mundi-Prensa. pp: 1071

Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). 2008. [En línea]. Disponible en <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>. (Consultado el 12 de diciembre de 2008).

Robles, S. R. 1980. Producción de Oleaginosas y Textiles. Editorial LIMUSA, S.A. México, D.F. pp: 675

Seiler G. J. 1988. The genus *Helianthus* as a source of variability for cultivated sunflower. 12th Int. Sunflower Conf. Novi Sad Yugoslavia. pp 17-58.

SAGARPA – INIFAP. 2005. Programa Nacional de Oleaginosas. pp. 10 y 22.

Schneiter, Al. A. 1997. Sunflower Technology and Production. Ed. (The American Society of Agronomy No. 35, 1997) 1-19.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2008. Avance de siembras y cosechas año agrícola 2007 en México. [En línea]. Disponible en <http://sagarpa.gob.mx> (consultado el 12 de diciembre de 2008).

Villaseñor R., J. L. y F. J. Espinosa G., 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE HÍBRIDOS DE GIRASOL ALTO OLEICO BAJO RIEGO Y TEMPORAL EN GUANAJUATO

Miguel Hernández Martínez¹ Rubén García Silva¹ y Víctor Montero Tavera¹

¹ Investigador del Campo Experimental Bajío - INIFAP, Celaya, Gto. e-mail: hernandez.miguel@inifap.gob.mx

RESUMEN

La evaluación de híbridos sobresalientes de girasol alto oleico, con base en el comportamiento agronómico y productivo en ambientes heterogéneos, para su recomendación comercial, ha sido una estrategia importante para que el productor tenga la certeza de seleccionar el mejor híbrido para su siembra. El objetivo de este trabajo fue a) determinar el potencial productivo del suelo para el cultivo de girasol y b) evaluar cinco híbridos alto oleico bajo riego y temporal en Guanajuato para su recomendación comercial, de la empresa Syngenta. La evaluación se realizó en el ciclo primavera-verano de 2016, en la localidad de Celaya bajo riego y en la localidad de Irapuato bajo temporal. Los resultados en riego mostraron que los híbridos Syn-3950-HO y Syn-3970 fueron estadísticamente superiores, con rendimientos de 6 y 5.9 ton/ha respectivamente. En condiciones de temporal los híbridos Syn-3950-HO y Syn-3965-CLHO fueron los de mayor rendimiento con 3.6 y 3.4 ton/ha. El contenido de aceite y porcentaje de aceite oleico fueron excelentes con un 39 al 44% de aceite en el grano y de este el 90 a 92% fue de tipo oleico.

Palabras clave: *Aceite alto oleico, omega 9, disminución de riesgo por sequía*

ABSTRACT

The evaluation of outstanding hybrids of high oleic sunflower, based on agronomic and productive behavior in heterogeneous environments, for its commercial recommendation, has been an important strategy for the producer to have the certainty of selecting the best hybrid for planting. The objective of this work was to a) determine the productive potential of the soil for the cultivation of sunflower and b) evaluate five high oleic hybrids under irrigation and temporary in Guanajuato for its commercial recommendation, of the company Syngenta. The evaluation was carried out in the spring-summer cycle of 2016, in the town of Celaya under irrigation and in the town of Irapuato under temporary. The irrigation results showed that the Syn-3950-HO and Syn-3970 hybrids were statistically superior, with yields of 6 and 5.9 ton / ha respectively. In temporary conditions, the Syn-3950-HO and Syn-3965-CLHO hybrids were the highest yields with 3.6 and 3.4 ton / ha. The oil content and percentage of oleic oil were excellent with 39 to 44% of oil in the grain and of this 90 to 92% was of oleic type.

Key words: *High oleic oil, omega 9, decreased risk of drought*

INTRODUCCIÓN

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una planta oleaginosa que desempeña un papel fundamental en la alimentación humana. Es una de las principales fuentes de extracción de aceite comestible conteniendo en su grano hasta más de un 40% de aceite de excelente sabor y calidad. Además de lo anterior, de acuerdo con Hernández (2011) este cultivo presenta tolerancia a heladas y sequía por lo que representa una excelente alternativa de producción en el estado de Guanajuato. En esta entidad durante el periodo 2007-2011 se produjeron en promedio 218.6 toneladas

de girasol, de una superficie cosechada de 123.5 ha donde los rendimientos promedio fueron de 2.8 t/ha (SIAP, 2013).

El Gobierno Federal desde el 2008 ha la fecha, está apoyando las siembra de oleaginosas a través de un programa denominado Pro-Oleaginosas, en el cual los productores interesados en la siembra de este cultivo una vez inscritos en este programa son considerados en un programa de estímulo que al cosechar por cada tonelada comercializada previa comprobación de venta recibe \$ 1,500.00 con el objeto de que el productor siga sembrando las oleaginosas, ya que México no es autosuficiente en la producción de granos de oleaginosas.

La producción de girasol en el estado de Guanajuato, se realiza durante el ciclo primavera-verano (P-V), en los cuales los rendimientos promedios estimados son de 3.0 y 2.4 t/ha para riego y temporal, respectivamente (Hernández, 2010). Actualmente se está promoviendo la siembra de híbridos de girasol alto oleico de las empresas Nuseed, Pioneer y Syngenta, bajo agricultura por contrato con las empresas Pepsico, AK de Jalisco y Tron Hermanos.

En la entidad, el girasol se cultiva empleando sistemas de producción bajo condiciones de riego o temporal dependiendo de la disponibilidad de agua. En cultivos establecidos bajo condiciones de riego se utiliza el agua de pozos profundos, presas y otros cuerpos de agua presentes en el estado, mientras que bajo condiciones de temporal se utiliza la precipitación pluvial que generalmente oscila entre 380mm en la parte norte y 500 a 600mm de la parte centro hacia el sur del estado. El objetivo de este trabajo fue a) determinar el potencial productivo del suelo para el cultivo de girasol y b) evaluar cinco híbridos alto oleico bajo riego y temporal en Guanajuato para su recomendación comercial, de la empresa Syngenta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con el primer objetivo de determinar el potencial productivo del girasol en Guanajuato mediante la herramienta el Sistema de Información Geográfica (SIG), se suministró datos agroclimáticos de los requerimientos del girasol. Una vez definidos los requerimientos se clasifican las áreas de aptitud potencial (alta, media y baja), sobreponiendo las coberturas de las variables clima, suelo y topografía del estado de Guanajuato. Primeramente se determinaron las áreas que reúnen los requerimientos y posteriormente se clasificaron de acuerdo al grado en que reúnen los requerimientos asignándoles una categoría. Una vez hecho esto se sobrepuso la cobertura actualizada del uso del suelo agrícola del estado de Guanajuato (Paredes et al., 2011) por lo que los resultados se encuentran acotados únicamente a la superficie agrícola de la entidad.

Para el segundo objetivo se evaluó los híbridos de girasol alto oleico en riego y temporal. Los híbridos que se evaluaron se la empresa Syngenta son: 1. Syn-SX15533-CLHO, 2. Syn-3970, 3. Syn-3965-CLHO, 4. Syn-3950-HO, 5. Syn-3845-HO. Los testigos que se usaron fueron AG-62 (Ausi Gol de la empresa Nuseed) en riego y temporal y P63HE60 en riego y P64HH118 en temporal, los cuales se recomiendan en el estado.

Localidades de evaluación en riego y temporal. La localidad de riego se ubicó en el Campo Experimental Bajío con sede en Celaya, Gto., y la localidad de temporal se ubicó en el campo Experimental del DICIVA de la Universidad de Guanajuato en Irapuato, Gto..

El Diseño experimental usado en ambas localidades fue de bloques al azar. En el ensayo de riego, el número de repeticiones fue de 8, con tamaño de parcela de 5 surcos de 10m por híbrido por repetición para cosechar el surco central. En el ensayo de temporal, el número de repeticiones fue de 4, con tamaño de parcela de 5 surcos de 10m para cosechar el surco central. El ancho de surco en ambas localidades fue de 76cm.

Manejo agronómico. En la localidad de riego la siembra se realizó en el “lomo de surco” y en la localidad de temporal se sembró en el fondo del surco en tierra “avenida” una vez que la precipitación mojó el terreno a una profundidad de 20cm. En ambas condiciones se sembró, en forma manual depositando 2 semillas cada 20 cm y una vez que nacieron se aclaró a una planta, para tener una densidad 5 plantas por metro lineal. En el Cuadro 3 se muestra los insumos aplicados en las dos condiciones de evaluación.

Cuadro 1. Requerimientos edafo-climáticos para el cultivo de girasol.

Variable	Rango	Unidad de medida
Clima	Tropicales, subtropicales y templadas	S/U
Precipitación durante el ciclo	600 a 1000	mm
Temperatura anual promedio	23	°C
Temperatura mínima extrema	35	°C
Temperatura máxima extrema	40	°C
Tipo de suelo	Feozem, Litosol, Castañozem, Vertisol	S/U
Textura del suelo	Franco arenosa, franco arcillosa	S/U
Profundidad de suelo	>50	cm
Salinidad/Sodicidad del suelo	Tolerante hasta 4.5	dS/m
pH	6.0 a 7.5	S/U
MO	>0.5	%
CIC	>15	meq/100 g
Altitud	0 a 1900	m
Pendiente del suelo	<8	%

Fuente: Ruiz *et al.*, 1999.

Variables agronómicas. Se tomó las siguientes variables en riego y temporal: Días a la nacencia, días a floración al 50% (R5), diámetro de capítulo, altura de planta, evaluación de sanidad, rendimiento y humedad de grano transformado a kilogramos por hectárea y análisis del perfil de ácidos grasos. Para las variables de rendimiento, días a floración, altura de planta y diámetro de capítulo se realizó análisis de varianza propio para el diseño de bloques al azar y la prueba de Tukey al 5% para la separación de medias y tener un intervalo de confianza del 95% de que los resultados obtenidos son ciertos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mapa de aptitud potencial para la producción de girasol bajo condiciones de riego en Guanajuato, que se presenta en la Figura 1, en donde se muestra que las áreas con mayor aptitud potencial se encuentran en la región de El Bajío, en la zona norte del estado en los municipios de San Felipe, San Luis de la Paz, Victoria y Dolores Hidalgo, así como en Yurira y Acámbaro en la parte sur del estado. Las zonas con mayor aptitud potencial para el cultivo de girasol bajo condiciones de temporal se muestran en la Figura 2, las cuales se ubican en la zona centro y sur del estado de Guanajuato y en los municipios de Silao, Cuerámara, Abasolo, Huanímaro y Pénjamo.

Evaluación bajo riego en la localidad de Celaya. En el Cuadro 2, se muestra los resultados y datos promedio de ocho repeticiones de las variables estudiadas bajo riego. Destaca que los híbridos Syn 3950-HO y Syn-3970 fueron estadísticamente superiores al resto, con rendimientos de 6 y 5.9 ton/ha respectivamente. En un segundo grupo destacan los híbridos Syn-SX15533-CLHO, AG-62 y Syn-3965 con rendimientos de 4.9, 4.8 y 4.6 ton/ha. Estos rendimientos no se habían obtenido en Guanajuato, una de las causas que influyo en el rendimiento tan alto desde 4.6 a 6 ton/ha, es el potencial genético de estos híbridos y al incremento de fertilización que se aplicó fórmula 150-40-00, ya que la recomendación tradicional es aplicar la fórmula 120-40-00. El incremento de 30 unidades de nitrógeno a la recomendación de la región, indica que existe respuesta de un mayor incremento en el rendimiento. Respecto a días a floración los híbridos evaluados de Syngenta están en el rango de los testigos empleados. En cuanto a evaluación de sanidad todos los híbridos fueron excelentes.

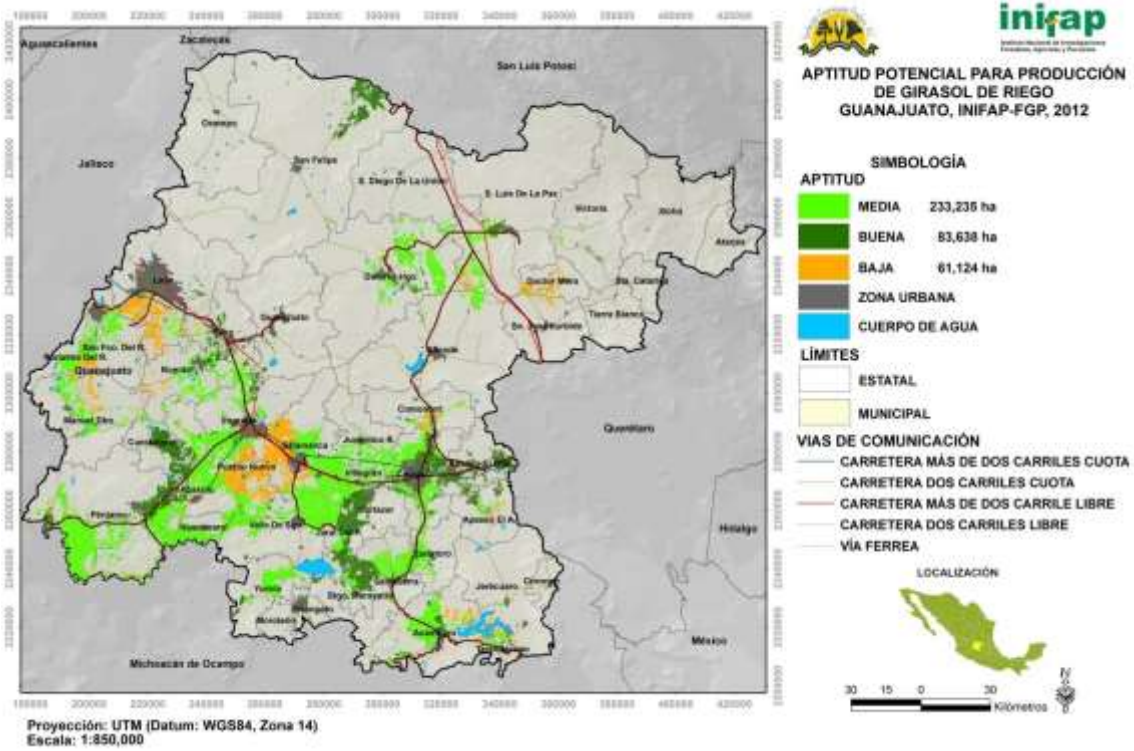


Figura 1. Zonas con aptitud potencial para girasol bajo condiciones de riego en Guanajuato.

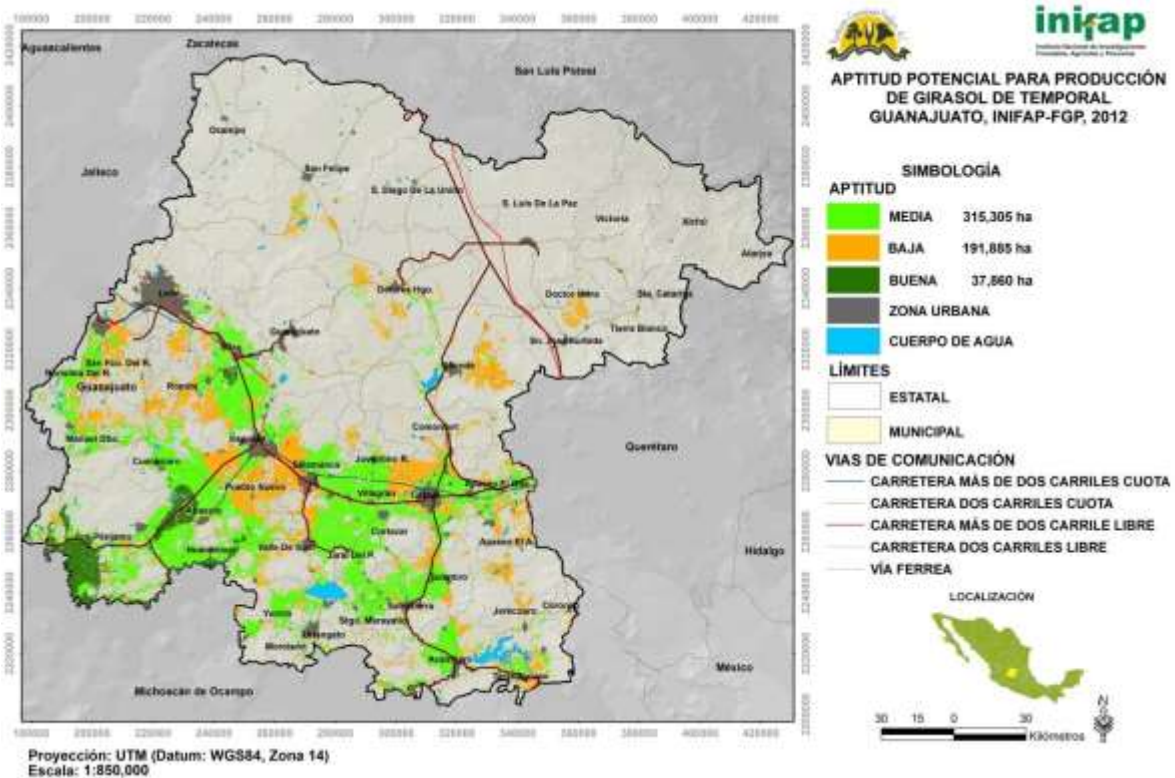


Figura 2. Zonas con aptitud potencial para girasol bajo condiciones de temporal en Guanajuato.

Cuadro 2. Resultados de la evaluación de los híbridos de Syngenta bajo riego en Celaya, Gto., PV-2016.

Híbrido	Rendimiento Kg/ha	Días a floración al 50% (R5)	Altura m	Diámetro de capítulo cm	Días a la nacimiento
SYN 3950 HO	6008 a	79 a	2.15	28	6
SYN 3970	5964 a	76 a	2.20	27.5	6
SYN SX15533CLHO	4904 b	73 b	1.95	24	5
AUSI GOLD 62 Testigo	4899 b	79 a	2.35	26	6
SYN 3965 HO	4659 b	70 bc	2.10	24.5	5
SYN 3845 HO	3838 c	68 bc	1.85	26.5	6
P 63HEGO Testigo	3800 c	66 c	1.85	25	5
Tukey 5%	480	5			

Evaluación bajo temporal en la localidad de Irapuato. En el Cuadro 3, se muestra los resultados y datos promedio de cuatro repeticiones de las variables estudiadas bajo temporal. Los híbridos Syn-3950-HO y Syn-3965-CLHO fueron los de mayor rendimiento con 3.6 y 3.4 ton/ha. En un segundo grupo se ubicaron los híbridos Syn-3845-HO, Syn-3970, y el testigo P64 HH118, los tres con un promedio de rendimiento de 3.1 ton/ha. Estos rendimientos parecieran que fueron bajo condiciones de riego, pero no fue al potencial genético de los híbridos y a la precipitación que fue muy regular (466mm) durante el desarrollo del cultivo. En cuanto a sanidad todos los híbridos fueron excelentes.

Cuadro 3. Resultados de la evaluación de los híbridos de Syngenta bajo temporal en Irapuato, Gto., PV-2016.

Híbrido	Rendimiento Kg/ha	Días a floración al 50% (R5)	Altura m	Diámetro de capítulo cm	Días a la nacimiento
SYN 3950 HO	3617 a	73 ab	1.85	29	5
SYN 3965 CLHO	3420 ab	67 c	1.65	25	5
SYN 3845 HO	3196 b	63 d	1.40	25.5	5
SYN 3970	3190 b	73 ab	1.77	28	5
P64 HH118 Testigo	3124 b	69 bc	2.06	24	5
SYN SX15533CLHO	2709 c	68 bcd	1.70	25	5
AUSI GOLD 62 Testigo	2473 c	74 a	1.60	26	6
Tukey 5%	342	5			

Perfil de ácidos grasos en los híbridos de Syngenta. En el Cuadro 4 se muestra el contenido de ácidos grasos de cada híbrido destacando que lo Syn-3950-HO, Syn-3965-CLHO y Syn-SX15533-CLHO mostraron más del 92% de aceite tipo oleico y los híbridos Syn-3970 y Syn-3845-HO obtuvieron más de un 90% de aceite tipo oleico. En general se puede decir que fue excelente los porcentajes de aceite tipo oleico.

Cuadro 6. Perfil de ácidos grasos (g/100 g de aceite) en los híbridos de Syngenta.

Híbrido	Palmítico	Estearico	Oleico	Linoleico	% aceite
SYN SX15533CLHO	3.04±0.05	1.10±0.10	92.2±0.25	2.66±0.05	39.9±1.05
SYN 3970	3.17±0.05	2.36±0.20	90.3±0.11	3.14±0.05	44.8±0.25
SYN 3965 CLHO	2.87±0.11	0.68±0.07	92.3±0.10	3.18±0.06	39.1±0.93
SYN 3950 HO	3.10±0.09	1.39±0.15	92.2±0.05	2.33±0.01	40.1±1.60
SYN 3845 HO	3.47±0.04	1.95±0.04	90.8±0.07	2.77±0.01	40.3±0.83

CONCLUSIONES

Bajo condiciones de riego y temporal se concluye: a) En riego sobresalieron con un rendimiento excelente los híbridos Syn-3950HO y Syn-3970 fueron estadísticamente superiores al resto, con rendimientos de 6 y 5.9 ton/ha respectivamente; y b) para condiciones de temporal los híbridos Syn-3950-HO y Syn-3965-CLHO fueron los de mayor rendimiento con 3.6 y 3.4 ton/ha.

En general tanto en riego como en temporal todos los híbridos mostraron su potencial genético comparable y superior a los testigos, por lo que se recomienda evaluarse en un segundo año para recomendarse ampliamente en Guanajuato.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

García N., H., C. Mejía A., R. R. García D., R. Chacón M. y A. González R. 1996. Zonas potenciales para la producción de las principales especies vegetales en el estado de Guanajuato. INIFAP, Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto., México. (Publicación Técnica Núm. 1).

Hernández M., M. 2011. Componentes tecnológicos del girasol para Guanajuato. Día de Campo del CEBAJ Cultivos de primavera-verano 2011. INIFAP, Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto., México. (Memoria Técnica Núm. 2).

Hernández M., M., A. Borodanenko, S. Montes H., V. Pecina Q., L. Montoya C., M. S. Acosta N. y O. L. Rivas G. 2013. Manual Técnico de Producción de Cultivos Bioenergéticos. INIFAP, Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto., México. (Folleto Técnico Núm. 2).

Hernández M., M. 2010. Cultivo alternativo para riego y temporal. Ficha técnica girasol. Fundación Guanajuato Produce. (Ficha técnica).

Hernández M., M. y S. Montes H. 2013. La siembra de girasol...una buena opción para temporal. Simposio Regional Día del Productor ciclo primavera-verano. INIFAP, Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto., México. (Memoria Técnica Núm. 6).

Ortegón M., A. S. 2004. Guía para la producción de girasol en el norte de Tamaulipas. INIFAP, Campo Experimental Río Bravo, Tamaulipas, México. (Folleto para productores Núm. 15).

Paredes M., R., A. Mandujano B., A. J. Gámez V. y H. García N. 2011. Actualización del mapa de uso del suelo agrícola en el estado de Guanajuato. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 2(1):85-96.

Román F., A. 1987. El girasol de temporal para el norte de Guanajuato. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Campo Agrícola Experimental norte de Guanajuato. Celaya, Gto., México. (Folleto para productores Núm. 8).

SIAP, 2009. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). SAGARPA. México. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/> [consultado el 27 de Julio del 2016].

IDENTIFICACIÓN DE POBLACIONES DE CHAPULÍN EN MUNICIPIOS DEL SURESTE DE GUANAJUATO

Alvarado Bárcenas, E¹; Chablé Moreno, F²; Ramírez Pimentel, JG³; González Mendosa JA⁴; León Rodríguez DD⁴, Jimenez Mendoza ML⁴.

¹Prof-Investigador ITR Roque ext. Apaseo el Alto; ²Prof-Investigador ITR Roque; ³Prof-Investigador DEPI-ITR. ⁴Estudiantes de Industrias-Alimentarias ITR Ext. Apaseo el Alto. e-mail: estefana3@hotmail.com

El objetivo del trabajo consistió en realizar un muestreo del chapulín en tres municipios del estado de Guanajuato, Jerecuaro, Coroneo y Apaseo el Alto, de las especies de chapulines: *Sphenarium purpurascens*, *Melanoplus differentialis* y *Brachystola mexicana*, pertenecientes al orden Orthoptera, suborden Caelifera y superfamilia Acridodea. El chapulín es una plaga destructiva de los cultivos agrícolas, los factores como temperatura, tipo de vegetación y de suelo incrementa su población. En México, se presentan en más de 16 estados y han provocado serios problemas en cultivos de maíz, frijol, sorgo, trigo, lenteja, soya y garbanzo. El presente trabajo se desarrolló en el TNM-Roque, extensión Apaseo el Alto, Guanajuato. Se realizó un muestreo del desarrollo de las etapas ninfales, mediante un mecanismo de barrido con una red entomológica. La etapa de las especies muestreadas fueron de ninfa a adulto. El diseño del experimento en campo fue completamente al azar con 9 tratamientos y 5 repeticiones, las variables evaluadas fueron: a) Estado ninfal 1, 2, 3, 4, 5 de las tres especies a los 147, 152, 163, 169 y 176 días julianos, los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS (v 9.0) de Microsoft para Windows con una prueba de comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$). Los resultados del ANAVA en Etapa ninfal 1, 2, 3, 4 y 5, resultaron altamente significativos ($P \leq 0.01$); de las tres especies *S. purpurascens*, *M. differentialis* y *B. mexicana*. La prueba de comparación de medias (Tukey $\alpha = 0.05$) muestra que *S. purpurascens* en los tres municipios fue superior estadísticamente en todas las etapas, mientras que *B. mexicana* fue la de menor cantidad debido a que su estado de eclosión de huevecillos es bianual

Palabras clave: *S. purpurascens*, *M. Differentialis*, *B. Mexicana*

EFFECTO DE EXTRACTOS VEGETALES HIDROFÓBICOS SOBRE CRECIMIENTO DE BACTERIAS FITOPATÓGENAS

Jessica G. Bustos-Olvera *; Martha J. Navarro-León^{1*}; Juan G. Ramírez-Pimentel¹; Juan C. Raya-Pérez¹; Jorge Covarrubias-Prieto¹; Luis Pérez-Moreno²; Cesar L. Aguirre-Mancilla^{1§}.

Estudiante de licenciatura, ^{1}Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México/I T Roque. Celaya, Gto.
¹Investigador, Tecnológico Nacional de México/I T Roque; ²División de Ciencias de la Vida (DICIVA-CIS-UG). Irapuato, Gto.
[§]Autor de correspondencia: ceaguirre@itroque.edu.mx.

RESUMEN

Recientemente se han incrementado las enfermedades por bacteriosis en plantas debido al cambio climático y condiciones del suelo, entre otros factores, por esta razón, recientemente se han aislado nuevas bacterias fitopatógenas en cultivos hortícolas. El uso de bactericidas agrícolas no ha tenido buenos resultados y se ha observado un incremento en la resistencia desarrollada por las bacterias. Es claro que se requieren alternativas para el control de este problema. En el presente trabajo se planteó el objetivo de evaluar el efecto de extractos vegetales hidrofóbicos sobre el crecimiento de bacterias fitopatógenas. Se evaluaron seis extractos vegetales, en dosificación de 250 ppm con respecto al medio de cultivo de PDA. Se realizó una estría simple de cada cepa pura de un total de nueve bacterias fitopatógenas identificadas en nuestro grupo de trabajo. Para determinar el efecto sobre el desarrollo bacteriano se realizó la medición del incremento de largo y ancho de la colonia, a las 16 horas de incubación a 28°C. Posterior a la lectura se compararon con respecto al testigo de cada patógeno, considerando solamente los que presentaron menor crecimiento. Se encontró que el mejor extracto fue el número 2; ya que inhibió eficientemente el crecimiento de siete de las nueve cepas. Las cepas que tuvieron mayor crecimiento fueron la 3 con el extracto 1, así como las cepas 4 y 5 con el extracto 5. Por lo que se concluye que, dichos patógenos emergentes pueden tener distintos grados de resistencia hacia las distintas estrategias de control y es necesario ampliar el estudio y caracterización fitopatogénica.

Palabras clave: Bacteriosis, control, enfermedades, extractos.

IMPACTO DE LA FECHA DE SIEMBRA Y GENOTIPO EN EL RENDIMIENTO DE SOYA EN CAMPECHE

PLANTING DATE AND GENOTYPES IMPACT IN THE YIELD OF SOYBEAN IN CAMPECHE

Hernández P.M.*¹, Soto R.J.M.¹, Gámez V.A.J.², Tucuch H.J.I.³ y Ávila P.M.A.²

¹INIFAP Campo Experimental Edzná (CE-Edzná). Km. 15.5 Carretera Campeche-Pocayaxum; Mpio. Campeche, Camp. C.P.24520. ²INIFAP CE Bajío ³INIFAP CE-Mocochá.

*Autor para correspondencia: hernandez.mirna@inifap.gob.mx

7o Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la respuesta productiva y agronómica de genotipos de soya en distintas fechas de siembra en el estado de Campeche, se estableció el presente trabajo, durante el ciclo primavera/verano-2019, con ocho genotipos de soya. Se aplicó tecnología para producir soya generada por INIFAP (CE-Edzná). La parcela se estableció bajo dos fechas de siembra: la primera representó el periodo del 20 de junio al 20 de julio y la otra del 21 de julio al 20 de agosto. En el primer intervalo de siembra, se seleccionó el 15 de julio; mientras que para el segundo intervalo se determinó el 13 de agosto. Las dos fechas bajo condiciones de temporal, con una distancia entre surcos de 0.80 m. Bajo un diseño de bloques completos al azar por fecha. Las variables evaluadas fueron: alturas (de planta a R_2 y R_7 y a primera vaina), número de ramas, vainas y semillas por planta, así como el rendimiento de grano. Se realizó un análisis combinado de ambas fechas de siembra y una prueba de medias DMS ($p=0.05$). La fecha de siembra del 15 de julio superó con 840 kg ha^{-1} a la del 13 de agosto. Entre el rendimiento sobresale el genotipo Huasteca 200 en la primera fecha de siembra con 3.81 t ha^{-1} , seguido de Huasteca 600 con un rendimiento de 3.54 t ha^{-1} . Mientras que, en la segunda fecha de siembra, destacó Huasteca 600 con 2.61 t ha^{-1} , llevándose el segundo lugar en esta fecha de siembra Huasteca 100 con 2.56 t ha^{-1} . Los genotipos Huasteca 700 y Huasteca 300 fueron las que menores rendimientos obtuvieron el 15 de julio (2.7 y 2.8 t ha^{-1} , respectivamente), mientras que en la fecha del 13 de agosto fueron Tamesí, Huasteca 700 y Vernal con 2.2 t ha^{-1} , cada una.

Palabras claves: Respuesta productiva y agronómica, soya, soja

SUMMARY

With the objective of evaluate the productive and agronomic response of soybean genotypes at different planting dates in the state of Campeche, this work was established, during the spring / summer-2019 cycle, with eight soybean genotypes. Technology was applied to produce soybeans generated by INIFAP (CE-Edzná). The plot was established under two planting dates: the first represented the period from June 20 to July 20 and the other from July 21 to August 20. In the first planting interval, it was selected on July 15; while for the second interval it was determined on August 13. The two dates under temporary conditions, with a distance between rows of 0.80 m. Under a randomized complete block design by date. The variables evaluated were: heights (from plant to R_2 and R_7 and at first pod), number of branches, pods and seeds per plant, as well as grain yield. A combined analysis of both planting dates and a test of DMS means ($p = 0.05$) were performed. The sowing date of July 15 exceeded 840 kg ha^{-1} with that of August 13. Among the yield, the Huasteca 200 genotype stands out on the first planting date with 3.81 t ha^{-1} , followed by Huasteca 600 with a yield of 3.54 t ha^{-1} . While, on the second planting date, Huasteca 600 stood out with 2.61 t ha^{-1} , taking second place on this planting date Huasteca 100 with 2.56 t ha^{-1} . Huasteca 700 and Huasteca 300 genotypes obtained the lowest yields on July 15 (2.7 and 2.8 t ha^{-1} , respectively), while on the date of August 13 they were Tamesí, Huasteca 700 and Vernal with 2.2 t ha^{-1} , each one.

Key Words: Productive and agronomic response, soybean.

INTRODUCCIÓN

La soya es la oleaginosa más cultivada a nivel mundial, debido a la alta cantidad de aceites (20%) y proteínas (40%) contenidas en el grano seco. A diferencia de otros vegetales, proporciona proteínas de calidad biológica semejantes a las de origen animal, de ahí la importancia en el consumo humano en sus derivados, como son la leche, los texturizados y los aislados de soya en cárnicos. El aceite es rico en ácidos grasos poliinsaturados, omega 3 y 6, los cuales ayudan a reducir el colesterol y los triglicéridos, contiene vitamina E y no contiene ácidos grasos Trans, además de la versatilidad de usos y aplicaciones es la mejor alternativa para formular una amplia gama de aceites, margarinas y mantecas para la industria de alimentos (Maldonado *et al.*, 1991, Maldonado *et al.*, 2007, Maldonado *et al.*, 2010).

Estados Unidos, Brasil, Argentina y China; figuran como los principales países productores a nivel mundial. Caso contrario a nuestro país, donde la producción de soya es deficitaria, teniendo que importar más del 90 % de este grano. La producción nacional se concentra en los estados de Campeche, Tamaulipas y San Luis Potosí. (SIAP, 2019). Durante el año 2018, en el estado de Campeche se sembraron 41,980 hectáreas, de las cuales se cosecharon 32,625 hectáreas, con una producción de 75,725 toneladas y con un rendimiento medio de 2.32 t ha⁻¹.

Debido a las altas importaciones de soya en el país, existe un gran interés del sector estatal en aumentar la superficie de este cultivo e incrementar el rendimiento por unidad de superficie. En la zona sur-sureste de México, existen diversos factores que han limitado la expansión del cultivo de soya, entre los que destacan, la baja disponibilidad de variedades de alta productividad, la sensibilidad al fotoperiodo corto, la susceptibilidad de variedades a plagas y enfermedades y la escasa disponibilidad de semilla de alta calidad de variedades comerciales, las cuales son un elemento muy importante para producir eficientemente este cultivo, y deben considerarse como una inversión para mejorar el rendimiento (Assis H. A; *et al.*, 2005, Maldonado *et al.*, 1998).

Objetivo. Evaluar la respuesta productiva y agronómica de genotipos de soya en distintas de fechas de siembra en el estado de Campeche.

MATERIALES Y MÉTODOS

Genotipos: Se evaluaron ocho variedades de soya (Cuadro 1) durante el ciclo PV 2019, en dos fechas de siembra: 15 de julio y 13 de agosto, bajo un régimen de temporal.

Cuadro 1. Genotipos de soya utilizadas en el rancho “El Cholul”, ciclo PV-2019.

Numero	Genotipos
1	HUASTECA 100
2	HUASTECA 200
3	HUASTECA 300
4	HUASTECA 400
5	TAMESÍ
6	HUASTECA 600
7	HUASTECA 700
8	VERNAL

Localización del área donde se desarrolló el estudio. La parcela fue establecida con el productor cooperante: Ing. Jorge Felizardo Treviño, en el Rancho “El Cholul”; localizado a 37 kilómetros al sureste de la ciudad de Campeche y se llega por la carretera federal 261 que conduce a la zona arqueológica Edzná, pasando por el poblado de Chiná, antes de llegar al ejido Pocyaxum, sobre la carretera Campeche-Nohacal, en el municipio de Campeche, Camp. El régimen hídrico fue de temporal estricto con mediano riesgo de sequía, en suelo luvisol férrico, con buen drenaje, textura arcillosa caolinita. El clima predominante es cálido subhúmedo.

Metodología. En el ciclo de producción primavera-verano 2019, con fecha de siembra: 15 de julio y 13 de agosto, se estableció la parcela, formada por ocho variedades, sembradas en franjas en un terreno de cinco hectáreas, con media hectárea para cada variedad. La distancia entre surcos fue de 0.8 m. y una densidad de siembra de 250,000 plantas ha⁻¹.

Muestreo del cultivo: Se tomaron cinco muestras por variedad, de plantas en competencia completa, tomando dos surcos de dos metros por muestra (1.6 m²). En cada uno de los cinco muestreos por variedad se escogieron cinco plantas, a las que se les tomó los datos de altura de planta (Alt Pta) a floración completa (R₂) y en maduración completa del cultivo R₇ (Fehr y Caviness, 1977). Al momento de la cosecha se les tomó el dato de altura a primera vaina (Alt a 1ª Vaina), número de ramas por planta (Ram Pta⁻¹), número de vainas por planta (Vna pta⁻¹) y número de semillas por planta (Sem Pta⁻¹). Finalmente, se tomó el peso de la muestra y porcentaje de humedad, para calcular el rendimiento por muestra y por variedad (Rto).

Diseño experimental y análisis estadístico. El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, donde las parcelas grandes fueron las fechas de siembra y las pequeñas las variedades. El análisis de varianza combinado se realizó con SAS (2010), con la DMS como prueba de medias.

Variables evaluadas.

- A. Información del cultivo:** Se anotó todos los trabajos realizados en campo, desde preparación del terreno, siembra, agroquímicos utilizados, hasta concluir con la cosecha del cultivo.
- B. Respuesta productiva y agronómica.** Se midió la altura de planta (m, en R₂ y R₈), altura de vainas (cm), ramas por planta (número), vainas por planta (número), semillas por planta (número) y rendimiento (kg h⁻¹).
- C. Información agrometeorológica.** Durante su ciclo ontogénico, es decir, desde que se sembró hasta que se cosechó, que abarco del mes de julio a diciembre, se recabó información de la lluvia, con ayuda de un tomador de lectura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A. Información del cultivo

Preparación del terreno: Se realizaron tres pases de rastra, al último se le colocó un madero pesado para nivelarlo, lo cual ayudó a que no hubiera encharcamientos de agua y la germinación se presentara de manera uniforme.

Tratamiento e inoculación de semillas: Fueron tratadas con fungicida (carboxin + thiram, a una dosis de 130 ml c⁻¹ 100⁻¹ kg de semilla), e inoculadas con *Rhizobium japonicum* cuyas bacterias tienen como objetivo desarrollar nódulos en las raíces para fijar nitrógeno atmosférico. La dosis fue de 100 g c⁻¹ 40⁻¹ kg de semilla de soya.

Siembra y Fertilización: La siembra se realizó con sembradora (Figura 1), a chorrillo (20-22 semillas por metro). La fertilización se realizó 15 días después de la siembra, con la mezcla de 174 kg de DAP y 62 kg de urea, l



Figura 1. Siembra mecánica del cultivo de soya

Control de maleza: Se aplicó glifosato como preemergente, a una dosis de 1.0 L ha^{-1} . Al mes de nacidas, se aplicó Fluazifop-p-buthyl + Fomesafen a razón de 1.5 L ha^{-1} . Antes de floración, se realizó un control mecánico (Figura 2) con cultivadora (escarda). Posteriormente, se realizó una aplicación más, con Fluazifop-p-buthyl + Fomesafen (la misma dosis anterior). Antes de la cosecha se efectuó un chapeo o deshierbe manual para evitar problemas durante la trilla y pérdida de grano.



Figura 2. Control mecánico, antes de floración en el cultivo de soya

Control de plagas y enfermedades: Se presentaron diferentes tipos de plagas (Figura 3) [gusanos (terciopelo, *Spodoptera*, falso medidor de la soya y falso medidor de la col), chicharritas, escarabajo japonés, diabroticas (verde *D. balteata*, amarilla *D. variegata* y roja *C. ruficornis*), así como chinches (verde, café y de las leguminosas)]. Se encontró el hongo *Nomuraea rileyi*, que ayudó a combatir el problema de gusanos. Se realizaron diferentes aplicaciones con Novalurón, Beta-Cyfluthrin + Imidacloprid y cipermetrina. Las dosis fueron de 0.1 , 0.25 y 0.2 L ha^{-1} , respectivamente. No hubo presencia de enfermedades que afectaran de manera severa, por lo que no fue necesario la aplicación de producto alguno.



Figura 3. Algunas de las plagas presentes en el cultivo de soya

Cosecha: Esta se realizó en función de su madurez fisiológica, iniciando con la primera fecha de siembra a fines de octubre y terminando la segunda quincena del mes de noviembre; mientras que para la segunda fecha de siembra se inició a principios de noviembre y terminado a principios de enero del 2020.

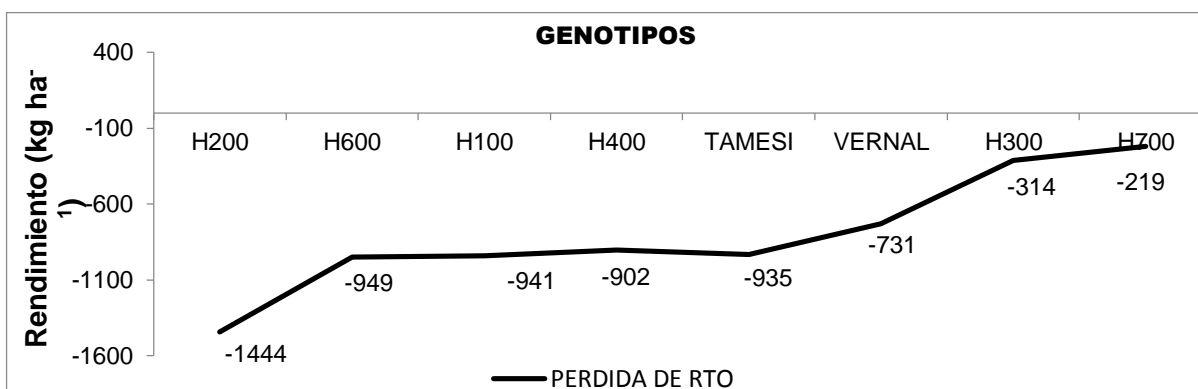
B. Respuesta productiva y agronómica

B.1. Rendimiento (kg ha⁻¹). En el concentrado de datos tomados de las parcelas (Cuadro 2), sobresale Huasteca 200, con el rendimiento más alto en la primera fecha de siembra con 3.81 t ha⁻¹, seguido de Huasteca 600 con un rendimiento de 3.56 t ha⁻¹. Mientras que, en la segunda fecha de siembra, predomina Huasteca 600 con 2.61 t ha⁻¹, llevándose el segundo lugar en esta fecha de siembra Huasteca 700 con 2.56 t ha⁻¹. Se observa que, en el promedio general de fechas de siembra, Huasteca 200 registra una media de 3.09 t ha⁻¹, seguida de Huasteca 600 con 3.08 t ha⁻¹.

Cuadro 2. Concentrado de rendimientos promedio de ocho variedades de soya en dos fechas de siembra, Rancho "El Cholul", Campeche, PV-2019

GENOTIPOS	RENDIMIENTOS PROMEDIO (kg ha ⁻¹)		RTO PROM/FS (kg ha ⁻¹)
	15-julio	13-agosto	
HUASTECA 100	3490	2549	3020
HUASTECA 200	3814	2370	3092
HUASTECA 300	3072	2500	2786
HUASTECA 400	3315	2413	2864
TAMESI	3154	2218	2686
HUASTECA 600	3555	2606	3080
HUASTECA 700	2777	2558	2668
VERNAL	3028	2297	2662
RTO PROM/GEN	3276	2439	2857

Para el intervalo de siembra de junio-julio, los mejores materiales de soya son las Huastecas 200, 600, 100, 400 y Tamesí, con rendimientos promedios en un rango de 3,200 a 3,800 kg ha⁻¹; mientras que, para siembras de fines de julio a mediados de agosto, los mejores materiales son las Huastecas 600, 700, 100, 300, 400 y 200, con rendimientos promedio en un rango de 2,300 a 2,600 kg ha⁻¹ (Cuadro 3). En la Gráfica 1 se observan las pérdidas de rendimiento por variedad, al sembrar en el segundo intervalo de siembra, siendo el más bajo con la variedad Huasteca 700 con 219 kg ha⁻¹ y las pérdidas de rendimiento más alta con la variedad Huasteca 200 con 1.4 t ha⁻¹. Por lo anterior, se indica que las fechas de siembra óptimas para el cultivo de soya son del 20 de junio al 20 de julio, con las variedades Huastecas 200, 400, 600, Tamesí y Vernal, con rendimientos promedio de 3,800 kg ha⁻¹. El establecimiento de este cultivo puede ser en el intervalo del 21 de julio al 20 de agosto, con las variedades Huastecas 200, 300, 400 y 600 con rendimientos promedio de 2,500 kg ha⁻¹.



Gráfica 1. Pérdida de rendimiento de variedades de soya entre dos intervalos de siembra en Campeche.

B.2. Características agronómicas. Se presenta el concentrado de datos tomados en las plantas de cada genotipo de soya en las fechas de siembra evaluadas (Cuadro 3 y 4).

En altura de planta a R₂ y R₇, todos los genotipos reportan una menor altura en fechas tardías, sin embargo, los genotipos Huasteca 700, Vernal y Huasteca 100, reportan diferenciales más altos de pérdida de altura entre las fechas de siembra evaluadas, en cambio las Huastecas 200, 300 y 400 reportan diferenciales más bajos de pérdida de altura entre las fechas de siembra evaluadas. En cambio con respecto a la altura a primera vaina, solo el genotipo Huasteca 300, presenta un valor negativo; sin embargo, las Huastecas 100 y 700, presentan los mejores valores en incremento con 24.2 y 17.2 %, respectivamente (Cuadro3).

Cuadro 3. Variables agronómicas promedio de alturas de plantas y a primera vaina, de ocho genotipos de soya en dos fechas de siembra. Rancho "El Cholul", Campeche, PV-2019

GENOTIPOS	Alt Pta R2 (m)		Difer/FS %	Alt Pta R7 (m)		Difer/FS %	Alt a 1ª Vna		Difer/FS %
	15-jul	13-ago		15-jul	13-ago		15-jul	13-ago	
HUASTECA 100	0.714	0.494	-44.5	0.790	0.576	-37.2	5.862	7.734	24.2
HUASTECA 200	0.756	0.57	-32.6	0.814	0.654	-24.5	7.666	7.666	0.0
HUASTECA 300	0.802	0.596	-34.6	0.850	0.682	-24.6	6.008	5.732	-4.8
HUASTECA 400	0.724	0.556	-30.2	0.798	0.632	-26.3	9.378	10.064	6.8
TAMESI	0.734	0.512	-43.4	0.772	0.562	-37.4	6.560	7.266	9.7
HUASTECA 600	0.880	0.636	-38.4	0.940	0.706	-33.1	11.118	11.868	6.3
HUASTECA 700	0.554	0.338	-63.9	0.630	0.440	-43.2	5.462	6.598	17.2
VERNAL	0.760	0.526	-44.5	0.850	0.598	-42.1	7.362	8.066	8.7
PROMEDIO	0.741	0.529	-40.1	0.806	0.606	-32.9	7.427	8.124	8.6

En todas las variables los genotipos reportan valores negativos entre siembras tempranas y tardías. En número de ramas por planta las Huastecas 700, 100 y 400, reportan los diferenciales más altos de pérdida de ramas entre las fechas de siembra evaluadas, siendo las Huastecas 200, 600 y 300 quienes reportan los diferenciales más bajos. En número de vainas por planta Vernal y las Huastecas 300 y 700, reportan los valores más negativos entre siembras tempranas y tardías, siendo Tamesí y las Huastecas 600 y 400, quienes reportan los diferenciales más bajos. En número de semillas por planta, Vernal y las Huastecas 700, y 100, son las que reportan los diferenciales más altos de pérdida de semillas por planta entre las fechas de siembra evaluadas, en cambio Tamesí y las Huastecas 600 y 200, reportan los diferenciales más bajos de semillas por planta. (Cuadro 4)

Cuadro 4. Variables agronómicas promedio de ramas, vainas y semillas por planta, de ocho genotipos de soja en dos fechas de siembra. Rancho "El Cholul", Campeche, PV-2019

GENOTIPOS	Ram pta-1		Difer/FS	Vna pta-1		Difer/FS	Sem pta-1		Difer/FS
	15-jul	13-ago	%	15-jul	13-ago	%	15-jul	13-ago	%
HUASTECA 100	4.86	3.38	-43.8	81.94	58.48	-40.1	163.92	117.60	-39.4
HUASTECA 200	6.60	5.12	-28.9	76.14	53.96	-41.1	139.92	121.98	-14.7
HUASTECA 300	2.72	1.98	-37.4	83.20	56.98	-46.0	152.54	112.60	-35.5
HUASTECA 400	5.08	3.60	-41.1	80.02	58.80	-36.1	153.80	114.78	-34.0
TAMESI	5.06	3.68	-37.5	76.14	55.66	-36.8	136.62	112.80	-21.1
HUASTECA 600	7.84	5.86	-33.8	100.80	82.40	-22.3	182.54	174.54	-4.6
HUASTECA 700	4.48	2.20	-103.6	73.34	50.42	-45.5	151.40	102.28	-48.0
VERNAL	4.02	2.88	-39.6	72.48	51.26	-41.4	141.66	103.80	-36.5
PROMEDIO	5.08	3.59	-41.7	80.51	58.50	-37.6	152.80	120.05	-27.3

Análisis de Varianza. Existe alta significancia en Fechas de Siembra (FS) y Genotipos (Gen), en todas las variables evaluadas, excepto para altura a primera vaina (Alt a 1ª Vna) en Fechas de Siembra (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de la Varianza de ocho variedades de soja, con dos diferentes fechas de siembra, Rancho "El Chulul", Campeche, PV-2019.

Fuentes de Variación	Cuadrados Medios														
	G. L.	Alt Pta R ₂	Alt Pta R ₇	Alt a 1ª Vna	Ram pta ⁻¹	Vna pta ⁻¹	Sem pta ⁻¹	Rto							
Fechas (FS)	1	0.898	**	0.794	**	9.723	46.97	**	9691.00	**	21454.5	**	14093282	**	
Error	8	0.005		0.007		2.150	0.57		52.60		394.2		12106		
Genotipos (Gen)	7	0.081	**	0.071	**	37.139	**	21.04	**	911.87	**	3226.4	**	499388	**
FS x Gen	7	0.001		0.002		1.077		0.75	*	13.32	*	528.8		274328	**
CV FS (%)			11.2		11.9		18.9		17.7		10.4		14.5		25.0
CV Gen (%)			7.6		5.7		17.5		13.4		9.7		14.0		3.7

Para la interacción, fechas de siembra por genotipos, solo existe significancia en las variables ramas por planta (Ram pta⁻¹) y semillas por planta (Sem pta⁻¹), mientras que en la variable rendimiento (Rto) existe alta significancia (Cuadro 3). Entre las fuentes de variación destacan las fechas de siembra en la generación de variabilidad (Cuadro5).

Prueba de medias:

a) **Fechas de siembra (FS):** Las dos fechas de siembra, (15 de julio y 12 de agosto) son estadísticamente diferentes en todas las variables evaluadas, por lo que es más recomendable utilizar la primera, lo anterior con base en los resultados del Cuadro 6.

Cuadro 6. Prueba de medias para las fechas de siembra

Fecha de siembra	Altura Planta (m)		Vainas por planta	Semillas por planta	Ramas por planta	Rendimiento (t ha ⁻¹)						
	R2	R7										
15 julio	0.74	A	0.80	A	80.5	A	152.8	A	5.0	A	3.243	A
13 agosto	0.52	B	0.60	B	58.4	B	120.0	B	3.5	B	2.403	B

b) **Genotipos:** Los mejores genotipos según su rendimiento son las Huastecas 200, 600 y 100, con 3.1, 3.0 y 3.0 t ha⁻¹, respectivamente. Un segundo grupo lo conforma la Huasteca 400 con un rendimiento de 2.08 t ha⁻¹. El tercer grupo está conformado por los genotipos Tamesí, Vernal y Huasteca 300, con rendimientos de 2.6 t ha⁻¹. En el cuarto grupo está Huasteca 700 con un rendimiento de 2.5 t ha⁻¹(Cuadro 7).

Cuadro 7. Prueba de medias para los genotipos

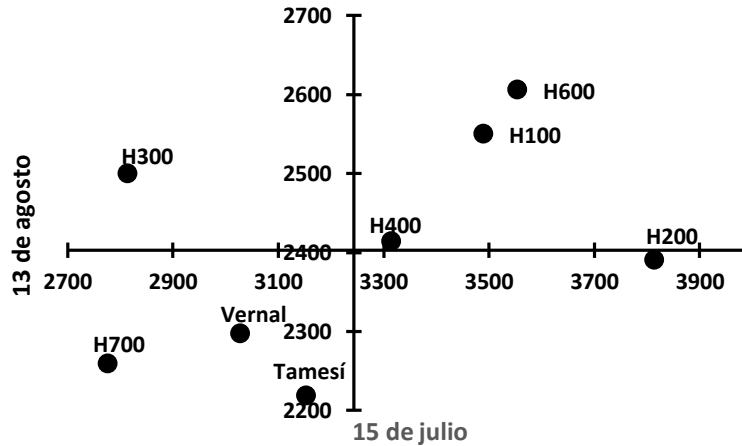
Genotipos	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Altura Planta		Altura a 1ª Vaina (cm)	Ramas por planta	Vainas por planta	Semillas por planta							
		R ₂ (m)	R ₇ (m)											
H600	3080	A	0.62	D C	0.66	E	6.9	D C	4.3	C	65.9	C B	124.7	C B
H200	3101	A	0.66	B C	0.73	B	7.6	C	5.8	B	65.0	C B	130.9	C B
H400	2863	B	0.64	D C	0.71	D C	9.7	B	4.3	C	69.4	C B	134.2	C B
H100	3019	A	0.60	D	0.68	D E	6.7	D C	4.1	C	70.2	B	140.7	B
Tamesí	2686	C	0.44	E	0.53	F	6.0	D	3.1	D	61.8	C	126.8	C B
Vernal	2662	C	0.64	D C	0.72	C	7.7	C	3.4	D	61.8	C	122.7	C
H300	2656	C	0.69	B	0.76	B	5.8	D	2.3	E	70.0	B	132.5	C B
H700	2517	D	0.75	A	0.82	A	11.4	A	6.8	A	91.6	A	178.5	A

Para Altura de planta, se observa a el genotipo Huasteca 700 como la más alta con 75 cm. a R₂ y con 82 cm a R₇, siendo la más chaparra el genotipo Tamesí con 44 cm a R₂ y .53 a R₇. En altura a primera vaina, la planta que tiene las vainas más altas al momento de la cosecha es Huasteca 700 con 11.4 cm, mientras que el genotipo que expresa las vainas más pegadas al suelo es Tamesí al encontrarse a tan solo 6 cm de éste. En cuanto a número de ramas por planta Huasteca 700 es la que expresó más con 6.8 ramas, seguida de Huasteca 200 con 5.8 ramas y las que menos número de ramas por plantas poseen son Tamesí y Vernal con 3.1 y 3.4 respectivamente. Para vainas y semillas por planta, se observa que la Huasteca 700 es la que más número de éstas posee, con 91.6 vainas y 178.5 semillas (Cuadro 5).

c) **Interacción Variedades x fechas de siembra.** En la Gráfica 2, se observa que la mejor fecha de siembra entre las evaluadas fue la del 15 de julio; ya que superó en promedio con 840 kg ha⁻¹ a la fecha del 13 de agosto.

Entre las variedades, Huasteca 200 fue la que mayor rendimiento presentó (3.8 t ha^{-1}) en la fecha de siembra del 15 de julio, seguida por Huasteca 600 (3.5 t ha^{-1}); esta última sobresalió en la fecha del 13 de agosto al obtener 2.6 t ha^{-1} , seguida por Huasteca 100 con 3.4 t ha^{-1} .

Las variedades Huasteca 700 y Huasteca 300 fueron las que menores rendimientos obtuvieron el 15 de julio (2.7 y 2.8 t ha^{-1} , respectivamente), mientras que en la fecha del 13 de agosto fueron Tamesí, Huasteca 700 y Vernal con 2.2 t ha^{-1} , cada una (Gráfica 2).



Gráfica 2. Interacción de las variedades por fechas de siembra. Ciclo P-V 2019, Campeche.

C. Información agrometeorológica

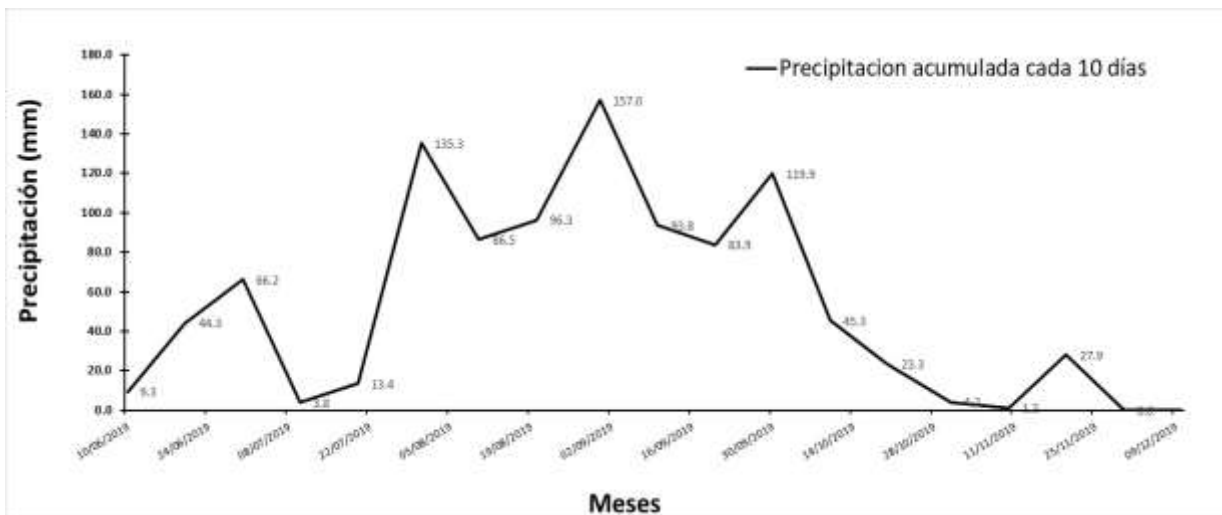
En las variables meteorológicas del periodo de junio a diciembre del año evaluado (Cuadro 6), puede observarse que la lluvia acumulada durante el ciclo ontogénico del año 2019 fue de 1011.60 mm. y la temperatura media fue de 25.4°C , con una máxima de 39°C y una mínima de 22°C . Durante este ciclo ontogénico, existieron temperaturas aceptables para el cultivo, ya que la literatura señala que la temperatura ideal es de entre los 25° y 30° centígrados y que cuando las temperaturas son bajas ($> 8-10^{\circ}\text{C}$), la germinación se retrasa.

Cuadro 6. Condiciones meteorológicas durante el ciclo ontogénico de variedades de soya en el año 2019.

Mes	Precipitación	Temperatura Media
Junio	119.8	25.6
Julio	152.5	25.5
Agosto	339.8	25.5
Septiembre	297.6	25.4
Octubre	72.8	25.3
Noviembre	29.1	25.2
Diciembre	0	25.1
Acumulado y media	1011.6	25.4

MAX: 39 MIN: 22

En la precipitación diaria (Gráfica 3), podemos observar que la curva muestra que las precipitaciones mayores se dieron a partir del mes de agosto, manteniéndose altas durante los meses de septiembre y octubre. Las menores precipitaciones se presentaron en los meses de junio, julio y noviembre. Las exigencias de agua en este cultivo, varían con las condiciones de la temperatura y las características del suelo; sin embargo, se calcula que una cosecha de 3.5 t ha⁻¹, se necesita en promedio 60 cm. de agua durante unos tres meses. Es de vital importancia disponer de agua durante el periodo de formación de semillas. Antes de la floración, la planta tolera la sequía, pero después de ella y durante la formación no debe faltarle la humedad, después de que los frutos están formados también tolera sequías.



Gráfica 3. Datos de precipitación 2019, Rancho "El Cholul", Campeche, Camp.

CONCLUSIONES.

Los mejores rendimientos en la primera fecha de siembra, lo obtuvo Huasteca 200, con 3.81 t ha⁻¹, seguido de la Huasteca 600 con un rendimiento de 3.56 t ha⁻¹. Mientras que, en la segunda fecha de siembra, predomina la Huasteca 600 con 2.61 t ha⁻¹, llevándose el segundo lugar en esta fecha de siembra la Huasteca 100 con 2.55 t ha⁻¹.

Las fechas de siembra óptimas para el cultivo de soya son del 20 de junio al 20 de julio, con las variedades H200, H400, H600, Tamesí y Vernal, con rendimientos promedio de 3,800 k ha⁻¹. El establecimiento de este cultivo en fechas del 21 de julio al 20 de agosto, con las variedades H200, H300, H400 y H600 con rendimientos promedio de 2,500 k ha⁻¹.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assis H. A.; et al. 2005. Manual de identificación de enfermedades de soya. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de soya. Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento. Brasil ISSN: 1516-781X. 72 p.
- Fehr, W.R. and C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Special Report 80. Iowa State University, Ames, Iowa. 11 p.
- Maldonado M. N y Ascencio, L.G. 2010. Huasteca 200, variedad de soya de baja sensibilidad al fotoperiodo corto para el trópico de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.1 Núm.5 1 de octubre - 30 de diciembre, 2010 p. 707-714
- _____. et al. 2007. Guía para cultivar soya en el sur de Tamaulipas. SAGAR-INIFAP-CIR Noreste. CE Sur de Tamaulipas. Tampico, Tamaulipas, México. 83p.
- _____, y G. Ascencio. 1998. Crecimiento y desarrollo de la soya en el sur de Tamaulipas, México. Agric.Tec. Mex. Vol. 24. No. 2. Julio-diciembre.
- _____, J. G. Garza y A. P. Terán. 1991. Guía para cultivar soya en las Huastecas. Folleto para Productores No. 1. SARH, INIFAP, CIFAPPánuco. CESTAM. 52p.
- SAS, Statistical Analysis System Institute. 2010. The SAS system for Windows user's guide. Release 9.3. SAS Institute Inc. Cary, N.C., USA.
- SIAP. 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera. <https://www.gob.mx/>

EXTRACTO DE INFLORESCENCIA DE JACARANDA COMO POSIBLE ANTIMICROBIANO NATURAL

Ma. Cristina Vázquez Hernández^{1,2}; Silvia Araceli Nieto Pineda³; Juan Fernando García-Trejo³;
Humberto Aguirre Becerra^{1,3}; A. Angelica Feregrino Pérez³. §

¹Estudiante del Doctorado en Ingeniería de Biosistemas. UAQ Campus Amazcala. Carr. Chichimequillas s/n Km. 1, el Marqués, Qro.

²Profesor-del Tecnológico Nacional de México/IT Roque. Carretera Apaseo el Alto–Jerécuaro, Km 11.

³Profesor-Investigador del Cuerpo académico de Bioingeniería Básica y Aplicada de la Facultad de Ingeniería. UAQ, Querétaro, Qro. §Autor responsable: feregrino.angge@hotmail.com

RESUMEN

En este trabajo de investigación se realizó el estudio de la actividad biológica de los metabolitos secundarios obtenidos de los residuos de inflorescencias de árboles de la familia Bignoniaceae. Existen procesos que permiten el uso de residuos forestales o de jardinería, esta alternativa es importante desde el punto de vista del desarrollo sostenible, ya que los recursos se utilizan al máximo y, por otro lado, la disposición de estos disminuye. En este trabajo, se obtuvo el extracto metanólico de Jacaranda, donde se evaluaron los compuestos fenólicos totales y la actividad antimicrobiana en *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* y *Clavibacter* utilizando la técnica de Kirby Bauer. Los extractos de estas inflorescencias podrían representar una alternativa orgánica para la generación de productos bactericidas.

Palabras clave: *Bignoniaceae*, *compuestos fenólicos*, *actividad biológica*, *Jacaranda mimosifolia*

Inflorescence extract of *Jacaranda* as possible natural antimicrobials

ABSTRACT

This article presents the biological activity of secondary metabolites obtained from the residuals of inflorescences of trees of the Bignoniaceae family. There are processes that allow the use of forest type waste or gardening, this alternative is important from the point of sustainable development as resources are used to the maximum and on the other hand the disposition of these is diminished. In this work Jacaranda's methanolic extract was obtained where total phenols and antimicrobial activity were evaluated on *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* and *Clavibacter* using the Kirby Bauer technique. The extracts of these inflorescences could represent an organic alternative for the generation of bactericidal products.

Key words— *Bignoniaceae*, *phenolic compounds*, *biological activity*, *Jacaranda mimosifolia*

INTRODUCCIÓN

Las estadísticas relacionadas con el medio ambiente son de vital importancia para poder comprender el medio ambiente natural. Existen residuos sólidos urbanos, que afectan varios sistemas biológicos y en algunos casos pueden causar profundos efectos en el medio ambiente. La generación de residuos sólidos urbanos se estima en una composición aproximada de 53% de materia orgánica; 28% de residuos potencialmente reciclables y 19% de residuos inutilizables. En la mayoría de los casos, los desechos orgánicos no tienen un manejo adecuado, ya que se desconoce la actividad biológica que podría ocurrir. Sin embargo, estos desechos tienen varios usos potenciales, como la recuperación para la fertilización orgánica de los suelos o como fuente de compuestos con actividad biológica. En Querétaro, 1, 788, 602 residuos sólidos urbanos se generan diariamente, entre el 13% y el 17% corresponden a residuos de poda y jardín. Dentro de estos desechos de jardín se encuentran las inflorescencias de la familia Bignoniaceae, que en su período de floración aumenta considerablemente el porcentaje de desechos sólidos. Algunas especies de esta familia se han utilizado en medicina tradicional. *Jacaranda mimosifolia* pertenece a esta familia, es endémica de América del Sur y se distribuye en áreas subtropicales del mundo. Es un árbol de copa ancha que puede alcanzar hasta 15 metros de altura, con un tronco de 30 cm de diámetro, las inflorescencias están en panículas axilares o terminales de 25 a 35 cm de largo, las flores son de color azul-violeta Irregular de 2.5 a 4 cm de largo tienen cinco lóbulos redondeados y desiguales.

Su floración ocurre entre los meses de marzo a junio, puede tener una segunda floración hacia los meses de septiembre octubre, pero es escasa (Gachet y Schühly (2009), Hernández (2007)). Las flores de jacarandá contienen flavonoides y en algunas otras especies del género se ha encontrado que contienen alcaloides, resinas y ácido gálico. Las plantas desarrollan estrategias de defensa contra diversas condiciones de estrés, para poder defenderse contra el ataque de insectos o microorganismos, una de estas estrategias es la producción de metabolitos secundarios, muchos de ellos se han utilizado como medicamentos, productos farmacéuticos, terapéuticos, saborizantes, narcóticos.

Por otro lado, el uso inapropiado de antibióticos es uno de los principales factores que contribuyen al problema de la resistencia a los antimicrobianos, incluida la presión selectiva para el uso masivo en los últimos años. Los antibióticos se usan en la agricultura, la acuicultura y varios de ellos no son biodegradables, por lo que estas condiciones favorecen la transferencia de genes resistentes. (Alós, 2015). El uso de desechos orgánicos como las inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia* representan una alternativa para abordar este problema global, así como nuevas tecnologías para identificar y aislar los principios activos de varias plantas, así como sus aplicaciones y propiedades biológicas.

El objetivo de este trabajo es evaluar la actividad biológica de las inflorescencias de una de las especies pertenecientes a la familia Bignoniaceae (*Jacaranda mimosifolia*) como una alternativa sostenible que permite establecer bases para el aislamiento de ingredientes activos que ayudan a combatir los problemas causados por microorganismos de interés agrícola y alimentario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colección de material biológico. Las inflorescencias fueron recolectadas en una zona que se encuentra localizada entre las coordenadas geográficas que van desde 20 ° 35 '33 .7 "de longitud norte y 100 ° 24' 44.5" de longitud oeste, fueron congeladas con nitrógeno líquido y se mantuvieron en refrigeración a -20 ° C hasta su uso.

Preparación del extracto. La extracción se realizó según la metodología descrita por Cardador-Martínez *et al.* (2012) Se colocó una muestra congelada (1 g) en un matraz de 50 ml y se mezcló con 10 ml de metanol (J.T. Baker). El matraz se protegió de la luz y se agitó (modelo LABNET S1000) a 40 rpm durante 24 horas a 25°C posteriormente, las muestras se centrifugaron a 4000 g durante 10 min.

Determinación de compuestos bioactivos. Los compuestos fenólicos totales se determinaron por el método Folin Ciocalteu (Dewanto *et al.* (2002)). Las diluciones de extractos (1 ml cada una, 1:10, 1: 100, 1: 1000) fueron tratadas con el reactivo Folin-Ciocalteu 1 N (250 µl). Después de 5 min, se añadió una solución de Na₂CO₃ al 20% (1,25 ml) para neutralizar durante 2 h. La absorbancia se midió utilizando un blanco preparado a 760 nm. Los resultados se expresaron en mg de equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (GAE / g)

Evaluación de la actividad antimicrobiana. Los microorganismos utilizados en este estudio fueron *E. coli*, *S. typhimurium* y *Clavibacter*, obtenidos de la Facultad de Química e Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Método de difusión de disco. El método de difusión en disco se realizó utilizando la técnica de Kirby Bauer con modificaciones. Se inocularon 100 µl de las colonias en tubos de agar Müller - Hinton, después se vació la placa. Los discos de papel de filtro (5 mm de diámetro) impregnados con 25 µl del extracto metanólico se colocaron en placas sembradas con organismos de prueba. Se usó metanol para disolver el extracto y se evaporó completamente antes de la aplicación en placas sembradas con microorganismos. Se usó un disco impregnado con metanol el cual fue secado como control negativo y Gentamicina como control positivo. La actividad se determinó después de 24 a 48 h de incubación a 37 °C. El diámetro de las zonas de inhibición se midió en mm.

Análisis estadístico. El diseño del experimento fue bloques completamente al azar con igual número de repeticiones. Todas las determinaciones fueron analizadas por triplicado y se expresaron como la media estadística ± desviación estándar. Los resultados de las evaluaciones de inhibición fueron analizados mediante Dunnet.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas son una fuente importante de metabolitos secundarios, entre los que encontramos los compuestos fenólicos. Se sabe que muchos fenoles vegetales poseen propiedades antimicrobianas, por lo que pueden cambiar la composición de la microbiota en cualquier entorno en el que estos compuestos se apliquen y/o se induzcan en un tipo y concentración adecuados. De hecho, la actividad antimicrobiana de los compuestos fenólicos es bien conocida y está relacionada con su capacidad para desnaturalizar proteínas, siendo generalmente clasificado como agentes tensoactivos. Por otro lado, existe una creciente demanda mundial de los consumidores de alimentos producidos orgánicamente y, por lo tanto, también ha aumentado el interés en explotar productos naturales (extractos de plantas) que tienen actividades antimicrobianas contra los patógenos de plantas o alimentos, que luego podrían usarse en la producción de cultivos orgánicos o como alternativa de desinfectante natural.

Las inflorescencias utilizadas en este trabajo presentan una gran cantidad de fenoles total expresado como GAE (Tabla 1). El contenido fue superior al reportado por otras inflorescencias de la misma familia.

Tabla 1. Concentración de fenol total en inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia*

<i>Compuestos fenólicos totales</i>	
Inflorescencias <i>Jacaranda mimosifolia</i>	649.40 ± 10.45

¹Concentración expresada en mg de equivalentes de ácido gálico (GAE) / g de muestra. Los resultados mostrados son el promedio de tres réplicas del experimento.

En la Tabla 2, se muestran los resultados de actividad antimicrobiana, donde se observa que existe una capacidad antimicrobiana favorable en comparación con el control positivo utilizado. El extracto metanólico muestra un mayor porcentaje de inhibición en *E. coli* seguido de *S. typhimurium* y *Clavibacter* (85, 70 y 60% respectivamente).

Tabla 2. Actividad antimicrobiana de inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia*

	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Clavibacter*</i>
<i>Jacaranda</i>	22.66 ± 1.52 ^b	19.33 ± 0.57 ^b	33.0 ± 0.72 ^b
Control positivo	26.66±1.13 ^b	27.66 ± 2.51 ^c	55.13 ± 0.55 ^c
Control negativo	0 ^a	0 ^a	0 ^a

Los resultados son el promedio de tres réplicas y tres experimentos independientes medidos en mm. Diferentes letras por columna indican una diferencia significativa ($p < 0.05$). La gentamicina y la Q-bacter * son control positivo y metanol como control negativo.

Los resultados sugieren que puede haber una selectividad de los compuestos presentes en el extracto en los microorganismos evaluados. Por lo tanto, debemos considerar el tipo de compuestos presentes en el extracto, en nuestro caso, solo los compuestos fenólicos fueron evaluados por el tipo de extracción realizada, lo que sugiere que existe una influencia de la estructura de estos compuestos en el potencial antimicrobiano

El uso de plantas o partes de las mismas con el objetivo de obtener compuestos terapéuticos, representa actualmente una alternativa creciente, las investigaciones desarrolladas en esta área, nos permitirá conocer las propiedades y posibles usos con fines agroindustriales de productos que no son aprovechados y se consideran desechos.

En este experimento, la capacidad de los extractos de plantas y la inhibición del crecimiento de los microorganismos se evaluaron y compararon por medio de una prueba de susceptibilidad antimicrobiana

donde se utilizó gentamicina como control positivo para el caso de *E. coli* y *S. typhimurium* mientras que para *Clavibacter* se utilizó Q-bacter, ambos tienen un efecto bactericida ya que su mecanismo de acción impide la transcripción y síntesis de proteínas (Figura 3).

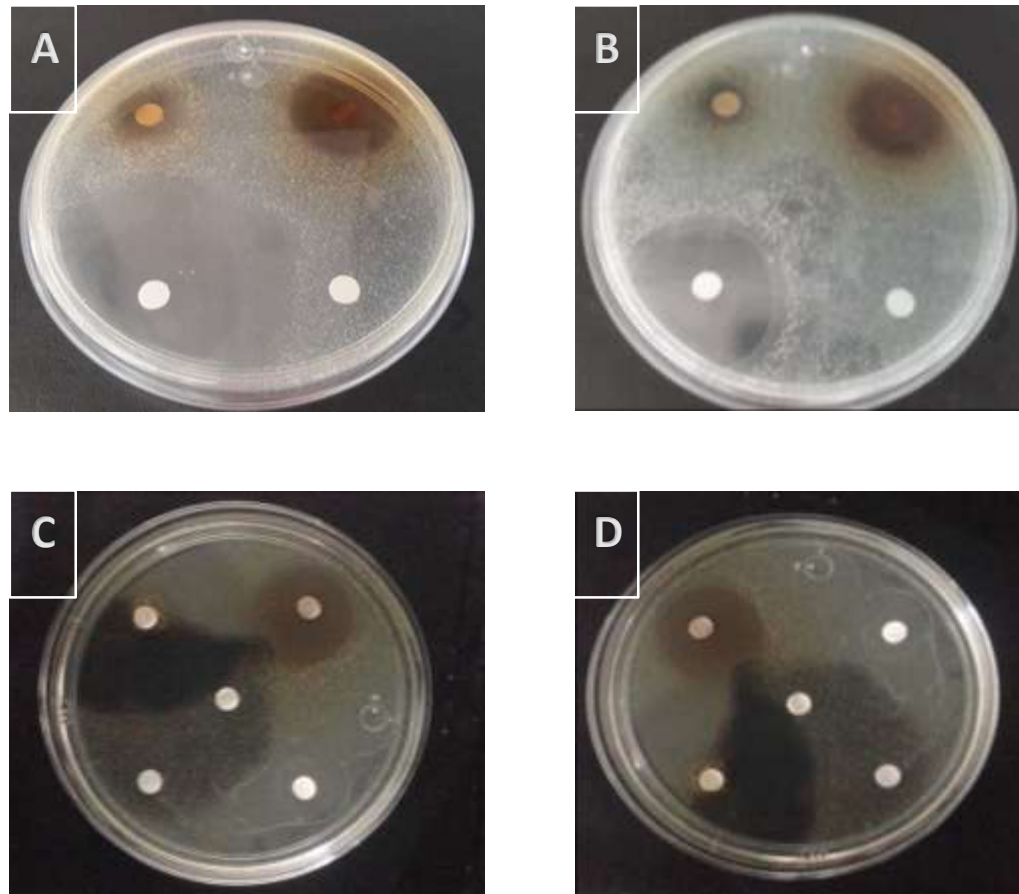


Fig. 3 Antibiogramas representativos de la inhibición del extracto de inflorescencias para *E. coli*, *S. typhimurium* y *Clavibacter* respectivamente. (A: EM25 µl; B: EM50 µl; C: CP; D: CN)

En cada prueba, el control positivo se utilizó como referencia para determinar la actividad antimicrobiana. Cabe señalar que el efecto y el mecanismo de acción de la gentamicina en cada uno de los microorganismos de prueba varía, ya que la naturaleza de este compuesto es de amplio espectro, por lo tanto, su acción dependerá; si es un microorganismo gram positivo o negativo, no es posible unificar el halo de inhibición de este antimicrobiano. Se puede observar que en *Escherichia coli* se presenta un halo de inhibición del extracto metanólico. También se observa que este extracto presenta una mejor actividad antimicrobiana acercándose al valor obtenido por el control positivo.

En el caso de *Salmonella typhimurium*, la capacidad antimicrobiana del extracto metanólico es significativa, según el rendimiento estándar para las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana, la capacidad antimicrobiana del control positivo y el extracto metanólico se considera sensible. En el caso

de *Clavibacter*, se puede observar un halo de inhibición, son datos preliminares y se sugiere realizar más pruebas con concentraciones más altas para obtener la concentración ideal para la inhibición.

CONCLUSIONES

El extracto metanólico de *Jacaranda mimosifolia* mostró actividad antimicrobiana contra los microorganismos seleccionados. Los extractos obtenidos pueden constituir una fuente de principios activos que permitirían contribuir al descubrimiento de antimicrobianos de origen natural. El estudio permitió conocer algunos de los usos potenciales de Jacaranda (proveniente de desechos de poda y jardinería), presente en Querétaro, contribuyendo a aumentar el conocimiento de la misma. Se requieren estudios adicionales para corroborar una posible alternativa viable para abordar el problema crítico de la resistencia microbiana y disminuir los efectos secundarios negativos de algunos compuestos sintéticos.

AGRADECIMIENTOS

A.A.F.P. Gracias a FOFI 2018 por la subvención otorgada.

LITERATURA CITADA

- Alós JI (2015). Resistencia bacteriana a los antibióticos: una crisis global. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 33(10), 692-699.
- Cardador A; Castaño T; Loarca G (2002). Antimutagenic activity of natural phenolic compounds in the common bean (*Phaseolus Vulgaris*) against aflatoxinB1. *Food Additives and Contaminants* 19(1):62-69.
- Dewanto V; Wu X; Adom KK; Liu RH (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(10), 3010-3014.
- Gachet SW; Schühly W (2009). Jacaranda—an ethnopharmacological and phytochemical review. *Journal of Ethnopharmacology*, 121(1), 14-27
- Hernández-Carranza R (2007). Evaluación de la estabilidad de una tintura comercial con propiedades Antiamebianas, preparada a partir de flores de *Jacaranda mimosifolia*, hojas de *psidium guajava*, hojas y flores de *tagetes lucida* y corteza y corteza de *Simarouba glauca*, en solución alcohólica al 35%. *Informe final de tesis Universidad de San Carlos Guatemala*
- Pedreño JN; Herrero JM; Lucas IG; Beneyto JM (1995). *Residuos orgánicos y agricultura*. Universidad de Alicante
- S. -. Salud, «Dirección general de epidemiología. Obtenido de 20 principales causas de Enfermedad Nacional por grupos de edad.: http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/2015/principales/nacional/grupo_edad.pdf,» 2015.

IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS HALOTOLERANTES ASOCIADAS A LA RAÍZ DE *BACOPA MONNIERI* WETTST EN SUELOS SALINOS

Leonardo Yoguez Alcantar¹; Dioselina Álvarez Bernal¹; Marcos Lastiri Hernandez¹; Miriam Valencia Ramírez¹; María I. Monares Escalera¹; Alba D. Flores Valencia¹

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán. leonardoyzar@gmail.com

Resumen

El estado de Michoacán cuenta con una superficie agrícola de 1,110,671 ha. de las cuales, el 10.27% presentan problemas de degradación química como es la salinización. Estos suelos son reconocidos por no poder ser utilizados para la producción de cultivos convencionales, sin embargo, plantas como *Bacopa monnieri* Wettst tienen la capacidad de sobrevivir en estas condiciones. El objetivo del presente trabajo fue identificar genotípicamente la fracción cultivable de bacterias rizosféricas asociadas a *B. monnieri* en suelos salinos pertenecientes al municipio de Villamar, Michoacán. Para la selección de las bacterias halotolerantes se utilizó un medio nutritivo (SP) enriquecido con NaCl al 10%. Se evaluó la tolerancia a la salinidad a diferentes concentraciones de NaCl. La extracción de ADN se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Hoffman y Wintson (1987), posteriormente se llevó a cabo la amplificación de ADN utilizando los primers universales 27 F y 1492 R y las muestras se enviaron a un laboratorio externo para su identificación. Dentro de los géneros encontrados destacan *Oceanobacillus*, *Halobacillus*, *Halomonas*, *Nesterenkonia* y *Planococcus*. La mayoría de los géneros tuvieron la capacidad de crecer tanto en ausencia y hasta en un 20% de NaCl, por lo que se clasificaron como bacterias halotolerantes. Las características edafológicas donde se encuentran naturalmente estas bacterias han permitido que desarrollen la habilidad de sobrevivir en un rango de salinidad muy amplio.

Palabras clave: Suelo salino, bacterias halotolerantes, rizósfera, *Bacopa monnieri*

ETAPAS DEL DESARROLLO DEL GAMETOFITO FEMENINO EN HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.)

Luis Emmanuel Mendoza Estrada¹; Gabriel Iturriaga de la Fuente¹; Cesar Leobardo Aguirre Mancilla¹; Gerardo García Acosta²; Juan Gabriel Ramírez Pimentel^{1§}.

¹Tecnológico Nacional de México/I T Roque. Celaya, Gto. ²Tecnológico Nacional de México/I T Celaya. Celaya, Gto. §Autor responsable: §Autor responsable: garamirez@itroque.edu.mx.

RESUMEN

La higuera es un cultivo de interés comercial debido al contenido de aceite de ricino, este aceite es usado como materia prima dentro de la industria para un gran número de procesos, entre los productos principales que se obtienen destaca la obtención de biocombustibles, lubricantes biodegradables, derivados celulósicos, fármacos, bioinsecticidas, espesantes y gelificantes. Debido al interés comercial que rodea a esta especie surge la necesidad de investigar los procesos de desarrollo. El objetivo de este proyecto fue identificar las características fisiológicas durante el crecimiento y maduración del óvulo (gametofito femenino) de higuera. Para este experimento se colectaron botones florales con una longitud de 2, 3, 4, 5 y 6 mm, se extrajeron los óvulos y fueron observados al microscopio bajo óptica de Contraste Interferencial (óptica de Nomarski). En este trabajo se obtuvieron imágenes del desarrollo de las estructuras internas del óvulo desde sus fases más tempranas, se pudo observar el inicio de la diferenciación celular y el desarrollo posterior además de la expansión de tejidos maternos como los tegumentos.

Palabras clave: Higuera, Gametofito, Angiosperma, Desarrollo Polygonum.

ABSTRACT

The castor bean is an emerging crop of commercial interest due to the content of castor oil; this oil is used as raw material for industry for a large number of processes, among the main products that were recognized for obtaining biofuels, biodegradable lubricants, cellulosic derivatives, drugs, bioinsecticides, thickeners and gelling agents. Due to the commercial interest that surrounds this species, arises the need to research the development processes. The objective of this project was to identify the physiological characteristics during the growth and maturation of the ovule (female gametophyte) of castor bean. For this experiment, flower buds with a length of 2, 3, 4, 5 and 6 mm were collected; ovules were removed and observed under a microscope by Differential Interference Contrast (DIC).

In this work it was obtained images of megagametophyte development, including internal structures of the ovule in its earliest stages, the onset of cell differentiation, and subsequent expansion of maternal tissues such as integuments.

Key words: Castor bean, Gametophyte, Angiosperm, Polygonum development.

INTRODUCCIÓN

En Guanajuato la producción de alimentos se ha visto afectada debido a la alteración en las condiciones climáticas, este fenómeno ha generado afectaciones económicas para los productores locales debido a la pérdida parcial o total de la producción agrícola en principalmente en cereales importantes para la alimentación como el maíz, frijol, trigo, entre otros. Una estrategia de los productores es cambiar el tipo cultivo, utilizar especies que sean capaces de adaptarse a las condiciones agroclimáticas de la zona. La higuera (*Ricinus communis* L.) es un cultivo poco explotado por los agricultores mexicanos, sin embargo, países como la India, China y Brasil, son los principales países productores con una producción de 1,644,000 t, 50,000 t y 37,572 t respectivamente (Montes, *et al.*, 2018), en México existen zonas con potencial de adaptación para este tipo de cultivo. Además de las posibilidades de adoptar esta especie como cultivo por la extracción y comercialización de la semilla y el aceite, la higuera (*Ricinus communis* L.) es presentada como un sistema modelo para estudiar la biología de las semillas, tiene un endospermo grande y persistente con una capa dura de semillas en la madurez fisiológica (Yu, *et al.*, 2019).

La biotecnología es una disciplina que busca conocer los procesos responsables del desarrollo de las plantas con la ayuda de tecnología de punta como la genómica, proteómica y la óptica de frontera. El conocimiento sobre estos procesos nos proporciona herramientas para poder monitorear y modificar las características de los cultivos. El genoma de la higuera fue secuenciado y reportado (Chan, *et al.*, 2010) dando la oportunidad de llevar la investigación a nivel molecular. En las angiospermas el proceso de reproducción es una etapa crítica para la subsistencia de la especie, por ello es importante estudiar como se forma la semilla en etapas tempranas. Las plantas presentan diferentes patrones de desarrollo, entre los más comunes se encuentran el tipo “polygonum”, “alisma” y “drusa”. La higuera presenta un desarrollo de tipo polygonum, que se caracteriza por formar un saco embrionario de siete células: tres células antípodas, dos células sinérgidas, una célula central y una célula huevo (Singh & Gunckel, 1965).

El desarrollo del saco embrionario se origina a partir de una célula arqueospora en la zona del meristemo floral, sufre un proceso de “esporogénesis” para generar una célula megaspora funcional (FMC), posteriormente atraviesa una etapa denominada “megagametogénesis” en la cual la FMC presenta procesos de mitosis, migración,

diferenciación y fusión celular. Al finalizar de este proceso, el saco embrionario se encuentra en estado fértil y disponible para la polinización (Serbes, *et al.*, 2019). El proceso de gametogénesis está acompañado por un programa genético que dirige la maduración y formación de todos los tejidos del óvulo, aunque se desconocen el modelo completo de desarrollo a nivel molecular, la investigación avanza de manera acelerada. La investigación molecular se apoya en métodos ópticos de microscopía cada vez mas potentes que ayudan a comprobar mediante imágenes las características de tejidos microscópicos (Herráez, 2012). El desarrollo del gametofito femenino ha sido ya ampliamente descrito para la especie modelo *Arabidopsis thaliana* (Hoffmann & Palmgren, 2013), aunque también han sido usados cultivos de interés comerciales como el maíz, arroz y amaranto (Barrales-lópez, *et al.*, 2018)

El objetivo de este trabajo es relacionar el tamaño del botón floral con la etapa de desarrollo del gameto femenino (óvulo), para crear una base para futuras investigaciones sobre el desarrollo de este órgano vegetal.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó acabo en el Tecnológico Nacional de México/I T Roque, en el laboratorio de biología molecular agroalimentaria, se realizó una colecta de racimos higuierilla en cultivares dentro de la institución, posteriormente se extrajeron los sacos embrionarios con ayuda de un microscopio estereoscópico. Los sacos embrionarios fueron sumergidos en una solución fijadora de formaldehído, ácido acético y etanol (1:1:18) por cinco minutos, las muestras fueron deshidratadas en soluciones seriadas de de agua-etanol (de 30 a 96%) durante 1 hora con cada solución. Después fueron colocados en una solución de etanol-ácido láctico (1:3, 1:2, 1:1) durante un periodo de 24 h, 2 h, 2 h respectivamente. Las muestras fueron observadas en el microscopio invertido Olympus 1X71® con diferentes objetivos que van desde 10X, hasta 100X bajo óptica de contraste interferencial de Normanski, fotodocumentando con cámara Olympus DP-70.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La flor inmadura permanece cerrada hasta tener un tamaño aproximado de 6 mm, la siguiente etapa es la liberación de los estigmas que presentan una coloración naranjado-rojizo, después de esta etapa los sépalos comienzan a separarse y se puede observarse la capsula en desarrollo con sus púas características (Figura 1), la flor de higuierilla presenta ausencia de pétalos y después de la polinización pierde los estigmas y continua el desarrollo de las semillas dentro de la capsula; por la general contiene tres óvulos que se desarrollarán como semillas por capsula.

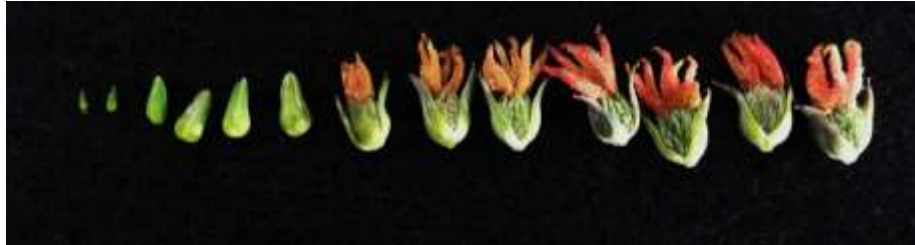


Figura 1. Etapas de desarrollo de la flor de *Ricinus communis* L.

En las etapas estudiadas (figura 2), se puede observar la ausencia de estigmas como etapa temprana de desarrollo, correspondientes a etapas previas a la fecundación. Las imágenes obtenidas del óvulo (figura 3) corresponden a las diferentes etapas de desarrollo, en la primera etapa podemos observar la diferenciación celular cerca de la zona del micropilo (flecha)(a3), en etapas posteriores se puede observar el desarrollo del integumento externo que da lugar a la capa que recubre la semilla después de la fertilización.



Figura 2. Etapas de desarrollo analizadas

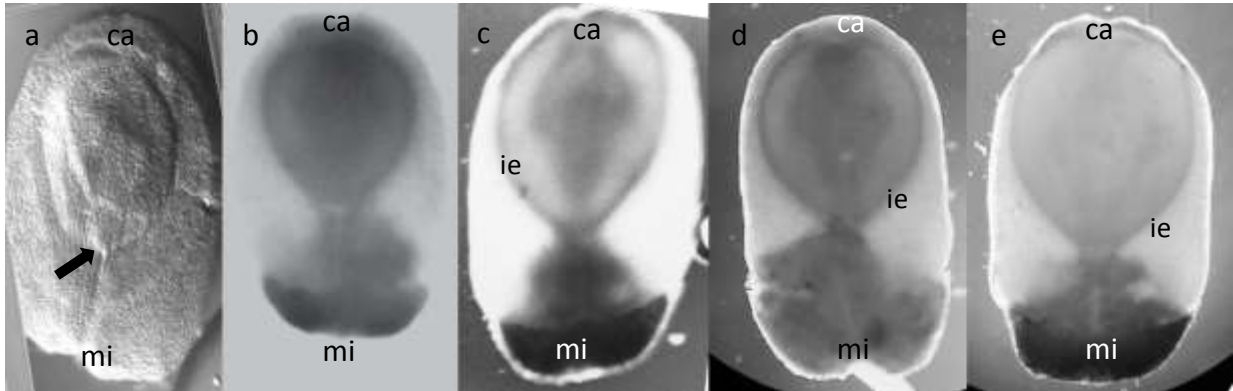


Figura 3. Imágenes obtenidas de óvulos de higuerrilla bajo microscopio con una resolución de 10X, indicando la de zonas de micropilo (mi), la zona de la calaza(ca) y el integumento externo(ie) en desarrollo.

CONCLUSIONES

El desarrollo observado durante las diferentes etapas estudiadas del crecimiento en *Ricinus communis* nos proporciona evidencia de los procesos fisiológicos implicados en la correcta formación de óvulos, también se observa el desarrollo de los integumentos que es fundamental para la iniciación de la diferenciación celular, las imágenes presentadas sugieren que las etapas estudiadas son aptas para realizar investigación con métodos moleculares avanzados.

AGRADECIMIENTO

Al TecNM por el financiamiento del proyecto no: 6565.18-P.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barrales-lópez, A. et al., 2018. Female gametogenesis and early seed development in *Amaranthus hypochondriacus* L.. *Botanical Sciences*, 93(3), pp. 383-394.
- Chan, A. et al., 2010. Proyecto de secuencia del genoma de la especie oleaginosa *Ricinus communis*. *Nature biotechnology*, pp. 951-956.
- Herráez, Á., 2012. *Biología molecular e ingeniería genética*. 2 ed. Barcelona: Elsevier.
- Hoffmann, R. & Palmgren, M., 2013. Epigenetic Repression of Male Gametophyte-Specific Genes in the *Arabidopsis* Sporophyte. *Molecular plant*, 6(4), pp. 1176-1186.

Montes, S., Camarena, M., Hernández, M. & Medina, T., 2018. *PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE HIGUERILLA (Ricinus communis L.) EN GUANAJUATO*. [Online]

Available at:

<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/4467/4774%20Producci%C3%B3n%20de%20semilla%20de%20higuerilla%20%28Ricinus%20communis%20L.%29%20en%20Guanajuato.pdf?sequence=1>

Serbes, E., Palovaara, J. & Groß-Hardt, R., 2019. Development and function of the flowering plant female gametophyte. *Current Topics in Developmental Biology*, Volume 131, pp. 401-434.

Singh, R. & Gunckel, J., 1965. Studies on the effect of chronic gamma rays on Ricinus—I: Development of pollen, ovule and female gametophyte. *Radiation botany*, pp. 533-542.

Yu, A. et al., 2019. Global Gene Expression of Seed Coat Tissues Reveals a Potential Mechanism of Regulating Seed Size Formation in Castor Bean. *International journal of Molecular science*, p. 1282.

MICROENCAPSULACIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE HIERBAS AROMÁTICAS

Aurora Mariana Alvarado¹; Ma. Cristina Vázquez Hernández ^{1,2}; Luis Alberto Noriega González^{2,3};
Estefana Alvarado Bárcenas²; Ma. Maricela Caballero Palacio²; Humberto Aguirre Becerra^{1§}

¹Estudiante del Doctorado en Ingeniería de Biosistemas. UAQ Campus Amazcala. Carr. Chichimequillas s/n Km. 1, el Marqués, Qro.

²Profesor-del Tecnológico Nacional de México/IT Roque. Carretera Apaseo el Alto – Jerécuaro, Km 11.

³Profesor-Investigador del Tecnológico Nacional de México/IT Roque. §Autor responsable: humbertoagbe@hotmail.com

RESUMEN

La microencapsulación es una técnica novedosa que se desarrolló para proteger ingredientes activos de factores como calor, humedad y alteraciones en su composición para generar productos estables que puedan ser incorporados a diversos procesos sin perder su funcionalidad (ej. Probióticos, nutracéuticos, medicamentos, etc.). En este proceso, pequeñas partículas son rodeadas por una capa o embebidas en una matriz homogénea o heterogénea, creando pequeñas cápsulas. La industria de alimentos emplea la microencapsulación utilizando secado por aspersion en la preparación de aditivos como aceites esenciales y saborizantes. Las matrices utilizadas para microencapsulación pueden ser de diferentes tipos como carbohidratos (almidón modificado, sólidos de jarabe de maíz y maltodextrinas), los cuales se consideran buenos agentes encapsulantes. En el presente proyecto se realizó la microencapsulación de aceite esencial de hierbabuena y menta para su uso en alimentos y productos de higiene personal. Los resultados mostraron una alta eficiencia de encapsulación (79.3% aceite de menta y 82.7% aceite de hierbabuena). Además, se diseñó la etiqueta y se registró la marca XIKO.

Palabras clave: *microencapsulación, aceites esenciales, menta, hierbabuena.*

MICROENCAPSULATION OF ESSENTIAL OILS OF AROMATIC HERBS

SUMMARY

Microencapsulation is a novel technique that was developed to protect active ingredients from factors such as heat, humidity and alterations in their composition to generate stable products that can be incorporated into various processes without losing their functionality (eg probiotics, nutraceuticals, medications, etc.). In this process, small particles are surrounded by a layer or embedded in a homogeneous or heterogeneous matrix, creating small capsules. The food industry uses microencapsulation through the

technique of spray drying in the preparation of additives such as essential oils and flavorings. The arrays used for microencapsulation can be of different types such as carbohydrates (modified starch, corn syrup solids and maltodextrins), which are considered good encapsulating agents. In this project, microencapsulation of essential oil of mint and peppermint was carried out for use in food and personal care hygiene products. The results showed high encapsulation efficiency (79.3% mint oil and 82.7% peppermint oil). In addition, the label was designed and the XIKO brand was registered.

Key words: *microencapsulation, essential oils, mint, peppermint.*

INTRODUCCIÓN

Las plantas aromáticas han sido utilizadas desde la antigüedad para aromatizar y saborizar alimentos y bebidas. Destacan especialmente la menta (*Mentha x piperita*) y la hierbabuena (*Mentha spicata*), pertenecientes a la familia *Lamiaceae* y cuyos aceites esenciales son utilizados como aromatizantes y saborizantes en comidas y bebidas, así como por sus propiedades antimicrobianas y medicinales.

En la actualidad, la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética han enfocado su interés por sustancias y productos naturales, debido a la creciente demanda de este tipo de productos por parte de los consumidores a nivel mundial. Entre los compuestos naturales de interés destacan los aceites esenciales, los cuales son apreciados no solo por los aromas sino también por la importancia y relación del aroma con la percepción del sabor de los alimentos, además destacan su actividad antimicrobiana y refrescante. Los aceites esenciales, al igual que otros metabolitos secundarios son afectados negativamente por condiciones ambientales tales como luz, temperatura, pH, etc., por lo cual al ser sometidos a las condiciones de procesamiento y transformación son susceptibles de perder sus características y actividad biológica. En consecuencia, se recurre a técnicas que permitan la protección y aislamiento de estas sustancias de las condiciones ambientales a fin de preservar las características y bioactividad.

La encapsulación de sustancias químicas no es nueva, sin embargo, en la actualidad es una de las técnicas usadas para la protección de aceites esenciales destinados a la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica. La microencapsulación consiste en capturar los compuestos de interés (en este caso aceites esenciales) rodeándolos de un material que actúa como caparazón (material encapsulante), quedando completamente aislado del ambiente. La microencapsulación aplicada en el sector

agroalimentario permite la adición de aceites esenciales a las mezclas alimentarias para aromatizar y saborizar, por otra parte, los microencapsulados pueden ser usados con fines fitosanitarios durante el almacenamiento de hortalizas.

El objetivo del desarrollo del presente proyecto fue crear un producto a base de perlas (microcápsulas) con aceites esenciales que puedan ser utilizadas con diferentes propósitos (aromatizante, refrescante bucal, aditivo alimentario, etc.) agregando valor a los productos a los cuales se incorporen. Para llevar a cabo el microencapsulado, se estableció un cultivo de plantas aromáticas, la extracción de los aceites esenciales, la microencapsulación y posteriormente el análisis del producto final. Se obtuvieron microencapsulados de aceite esencial de menta (β -CD-AEM) y microencapsulado de hierbabuena (β -CD-AEH). Los resultados mostraron que el mayor porcentaje de eficiencia de encapsulación se obtuvo utilizando 4.35g de aceite esencial (β -CD-AEM:79.3%, β -CD-AEH: 82.7%). Además, se creó la marca XIKO (olor en mixteco) y se realizó el registro de la marca para su comercialización.

MATERIALES Y METODOS

Material biológico. El trabajo experimental se realizó en el segundo semestre de 2019. El material biológico se estableció a partir de 4 plantas madres de menta (*Mentha x piperita*) y 4 de hierbabuena (*Mentha spicata*), proporcionadas por el área de producción biorracional de plantas de la Licenciatura en Ingeniería Agroquímica de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro. Posteriormente se realizó la propagación asexual hasta obtener 20 plantas de cada especie. Las plantas fueron distribuidas en bloques completamente al azar el invernadero ubicado en la Facultad de Química de la UAQ. El sustrato utilizado para las plantas estuvo conformado por una mezcla de suelo, perlita y composta en una relación (2:1:1). La composta utilizada fue producida en la Facultad de Ingeniería, Campus Amazcala, cuya composición mineral se presenta en el Cuadro 1 (Hernández et al., 2006).

Cuadro 1. Composición mineral de la composta utilizada para la producción de las plantas aromáticas

Elemento	Porcentaje
Nitrógeno asimilable	0.861
Fósforo total	1.180
Potasio	1.832
Relación C/N	9.693

Se utilizó un plan de fertilización con base en un sistema de nutrición órgano-mineral (Hernández *et al.* (2006), Luna-Fletes *et al.* (2018), Juárez-Rosete *et al.* (2019)), la cual consistió en un riego por goteo con una solución nutritiva de Steiner al 50% con una conductividad eléctrica de 1.5 dS/m y pH de 5.5 y se aplicaron los fertilizantes orgánicos Multiagro® y BTO®.

Después de un mes de establecidas las plantas se realizó el primer corte (los cortes fueron de 10-15 cm de longitud, 20-30 hojas verdaderas), con una frecuencia de cada 21 días. Los cortes obtenidos se desinfectaron con etanol al 70%, el cual se dejó evaporar y el material vegetal fue secado a temperatura ambiente y a la sombra. Una vez secado el material se procedió a la molienda (Figura 1).



Figura 1. Proceso de preparación del material biológico (secado, molienda y pesaje)

Extracción de aceites esenciales. La extracción se realizó por el método de hidrodestilación, utilizando una trampa Clevenger. Se pesaron 300 g de materia seca de cada muestra vegetal y se usaron aproximadamente 800 mL de agua destilada para realizar el proceso. Se recuperaron dos fases de la extracción, la fase acuosa o hidrolatos y el aceite esencial. Ambos productos fueron envasados y almacenados en refrigeración (4°C) hasta el momento de su uso (Ayala *et al.* (2008)).



Figura 2. Metodología para la extracción de aceites esenciales por hidrodestilación

Microencapsulación de aceites esenciales de menta y hierbabuena. La microencapsulación es una técnica que permite proteger compuestos activos de la degradación y evaporación. Las ciclodextrinas han sido usadas para mejorar la retención de aromas y sabores en la industria alimentaria. Especialmente la β -ciclodextrina (β -CD) debido a sus características ha mostrado ser una opción como material encapsulante de compuestos activos (Hedges *et al.*, 1995; Ciobanu *et al.*, 2013). En este experimento, la microencapsulación se realizó por el método de precipitación reportado por Ayala-Zavala *et al.* (2008). Se disolvió 60 g de β -ciclodextrina (β -CD) en 600 mL de una solución etanol-agua (1:2). La mezcla se calentó hasta alcanzar una temperatura de 55°C y se mantuvo en esta temperatura hasta la disolución completa de la β -CD. Se prepararon emulsiones, pesando 0, 2.8, 4.35 y 6.82 g de aceite esencial; posteriormente fueron disueltos en etanol (10% p/v). Las emulsiones fueron analizadas por triplicado. Se agregó la emulsión a la solución del encapsulante y se mantuvo a una temperatura a 55°C, se mantuvieron en agitación constante durante 4 horas a temperatura ambiente. La solución con el precipitado se colocó en

refrigeración (4°C) durante 10 horas. Se filtraron los precipitados y se colocaron en estufa por 24 horas a 25°C (Figura 3).



Figura 3. Técnica de microencapsulación por el método de precipitación

Eficiencia de encapsulación. La cantidad obtenida de aceite esencial microencapsulado, fue determinada mediante espectroscopía (Espectrofotómetro para placas Multiskan™ Go), utilizando el método reportado por Santos *et al.* (2015). Se disolvieron 5 mg de los encapsulados y se disolvieron en 5 mL de una solución de 95 g de hojas/100 mL de acetonitrilo, la cual se almacenó a temperatura ambiente por 48 horas, agitándose cada 12 horas, al finalizar el tiempo de reacción se centrifugo a 3200 g por 15 min (Centrifuga SORVALL Bioguge Primo R), se descartó el sobrenadante (β -CD).

Para obtener la curva de calibración, se prepararon soluciones de carvacrol en concentraciones de 2.5 a 30 μ g y se calculó el porcentaje de eficiencia de la encapsulación utilizando la ecuación publicada por Gomes *et al.* (2011) que se presenta a continuación (Figura 3):

$$EE = \frac{\text{cantidad de aceite esencial encapsulado}}{\text{ccantidad inicial de aceite esencial}} \times 100$$

Figura 3. Fórmula para el cálculo de eficiencia de encapsulación

Análisis estadístico. El diseño del experimento fue bloques completamente al azar con igual número de repeticiones. Todas las determinaciones fueron analizadas por triplicado. Se realizó un ANOVA de una sola vía para determinar las diferencias significativas ($P = 0.05$) usando STATGRAPHICS Centurion XV.

II, Windows versión 10. Se uso una prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia de 0.05%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas aromáticas han sido aprovechadas desde la antigüedad por su contenido de compuestos aromáticos (aceites esenciales). Estos aceites son fracciones líquidas de compuestos volátiles de la familia de los terpenos. Por lo tanto, son metabolitos secundarios que tienen uso en la industria farmacéutica, cosmética y de aromaterapia como lo menciona Alvarez y Cosio (2012). Cultivos aromáticos como la menta y la hierbabuena apreciados por las aplicaciones que tienen sus aceites esenciales, los cuales pueden ser aprovechado para la elaboración de diversos productos saborizante y aromatizantes (alimentarios y ambientales).

En el presente proyecto se obtuvieron microencapsulados de aceite esencial de menta (β -CD-AEM) y microencapsulado de hierbabuena (β -CD-AEH), los cuales fueron almacenados en frascos ámbar, a temperatura ambiente. Los resultados del cálculo de la eficiencia de encapsulación realizados utilizando la fórmula de la figura 3, mostraron que el mayor porcentaje de eficiencia de encapsulación se obtuvo utilizando 4.35 g de aceite esencia (Cuadro 2).

Cuadro 2. Eficiencia de encapsulación de los aceites esenciales de menta y hierbabuena

Encapsulado	Eficiencia de encapsulación (%)			
	0 gr	2.8 gr	4.35 gr	6.82 gr
β -CD-AEM	0.0	65.4 (2.9) ^b	79.3 (2.5) ^a	57.8 (2.7) ^b
β -CD-AEH	0.0	59.8 (3.1) ^b	82.7 (1.5) ^a	49.3 (2.9) ^c

* Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey ($P = 0.05$), se muestra la desviación estándar entre paréntesis.

Creación de la marca. Se creó una marca que tiene como eje central el uso de las plantas aromáticas. Se seleccionó el nombre de XIKO, palabra que significa olor en mixteco. Se considera que este nombre es corto y original. Por otra parte, la cultura mixteca resalta en el uso de plantas y herbolaria mexicana.

Se procedió a buscar la palabra XIKO en el buscador de marcas del IMPI y no generó resultado, por lo que la palabra es libre para su uso como marca. Se realizó la solicitud de registro de marca ante el IMPI, trámite que se realizó en línea a través de la página web <https://www.gob.mx/tramites/ficha/solicitud-de-registro-de-marca-ante-el-imp/IMPI88> (Figura 4).



Figura 4. Logotipo de la marca

Envasado del producto. Los microencapsulados obtenidos fueron envasados en frascos ámbar y se elaboró la etiqueta respectiva. Las características de empaqueo del producto se presentan en la Figura 5. El producto puede ser adicionado fácilmente a diversos alimentos, shampoo, enjuague bucal, etc.



Figura 5. Presentación del microencapsulado de aceite esencial de menta

CONCLUSIONES

Utilizando la técnica de microencapsulación, se obtuvo un producto de alta calidad que puede ser utilizado en la industria alimentaria como aditivo de diversos alimentos y bebidas, además de que por sus características puede ser adicionado a productos de higiene personal. El proceso de extracción y de

microencapsulación utilizado tiene una alta eficiencia (70-80%) por lo cual es idóneo para este tipo de aceites esenciales.

LITERATURA CITADA

- Alvarez LA; Cosío SM (2012). Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, 15-17.
- Ayala JF; Soto H; Gonzalez A; Alvarez E; Martin O; Gonzalez GA (2008). Microencapsulation of cinnamon leaf (*Cinnamomum zeylanicum*) and garlic (*Allium sativum*) oils in β -cyclodextrin. *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry*, 60(3-4), 359-368.
- Ciobanu A; Landy D; Fourmentin S (2013). Complexation efficiency of cyclodextrins for volatile flavor compounds. *Food research international*, 53(1), 110-114.
- Gomes C; Moreira RG; Castel E (2011). Microencapsulated antimicrobial compounds as a means to enhance electron beam irradiation treatment for inactivation of pathogens on fresh spinach leaves. *Journal of food science*, 76(6), E479-E488.
- Hedges AR; Shieh WJ; Sikorski CT (1995). Use of cyclodextrins for encapsulation in the use and treatment of food products.
- Hernández MD; Castillo GA; Navarro LA; García PS; Torres JL; Castellanos JS; De León MT (2006). Propuesta para la formulación de soluciones nutritivas en estudios de nutrición vegetal. *Interciencia*, 31(4), 246-253.
- Juárez CR; Aguilar JA; Aburto CA; Alejo G (2019). Producción de biomasa, requerimiento nutrimental de nitrógeno, fósforo y potasio, y concentración de la solución nutritiva en orégano. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 25(1), 17-28.
- Luna JA; Can Á; Cruz E; Bugarín R; Valdivia MG (2018). INTENSIDAD DE RALEO Y SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA CALIDAD DE TOMATE CHERRY. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(1), 57-66.
- Santos EH; Kamimura JA; Hill LE; Gomes CL (2015). Characterization of carvacrol β -cyclodextrin inclusion complexes as delivery systems for antibacterial and antioxidant applications. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1), 583-592.

TRANSFORMACIÓN GENÉTICA DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum*) PARA LA BIOSÍNTESIS DE GLICÍ BETAÍNA

Cabrera-Becerra, M.K.V. ¹; Aguirre-Mancilla, C.L. ¹; Ramírez-Pimentel, J.G. ¹; Raya-Pérez, J.C.; Acosta-García, G.²; Iturriaga-de la Fuente, G.¹

¹ Instituto Tecnológico de Roque. Celaya, Gto. Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C.P. 38110. ² Instituto Tecnológico de Celaya. Celaya, Gto, Antonio García Cubas 1200, Fovissste, 38010. Autor responsable: gaiturriaga@itroque.edu.mx

La sequía, genera en las plantas una serie de adaptaciones fisiológicas y bioquímicas, además de un ajuste osmótico, relacionado con la biosíntesis de solutos compatibles, también llamados osmolitos u osmoprotectores, los cuales tienen la función de mitigar los efectos negativos del estrés abiótico, debido a que protege el fotosistema II, ayuda a retener el agua remanente dentro de la célula, conservando la ultraestructura celular y la conformación de biomoléculas. Entre los osmolitos más importantes destacan las sales cuaternarias de amonio como la glicín betaina (GB). La síntesis en plantas de GB se lleva a cabo por dos enzimas, colín mono-oxigenasa (CMO) y betaín aldehído deshidrogenasa (BADH). La transferencia de los genes CMO y BADH, mediante ingeniería genética, en plantas que no generan GB de manera natural, ha dado como resultado tolerancia a la salinidad y a la sequía, respectivamente, así como un aumento en el rendimiento del grano en ambos casos. Por otro lado, las plantas de chile son sensibles al déficit hídrico debido a una gran superficie foliar y a una mayor conductancia estomática, produciendo reducciones en el rendimiento y la calidad de los cultivos, con pérdidas económicas de hasta el 70%. El objetivo de este trabajo es transformar mediante *Agrobacterium* plantas de chile jalapeño con el gen BADH para la obtención plantas transgénicas tolerantes al estrés hídrico.

Palabras claves: Betaín aldehído deshidrogenasa, Transformación genética, Jalapeño, *Agrobacterium*

EVALUACIÓN DE CEPAS DE MICROORGANISMOS DE PLANTAS SILVESTRES COMO PROMOTORES EN GERMINACION DE SEMILLA DE JITOMATE

Rosa M. Perrusquía-Heredia^{1*}; Ahuizolt de Jesús Joaquín-Ramos²; Juan Gabriel Ramírez-Pimentel²;
Juan Carlos Raya-Pérez²; Gabriel Iturriaga- de la fuente².

¹Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque. ²Profesor-Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. *Autor de correspondencia:19980190@itroque.edu.mx

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el porcentaje de germinación de manera *in vitro* de semilla de jitomate (*Solanum Lycopersicum*) utilizando seis microorganismos aislados de microbiomas, de plantas silvestres del Estado de Guanajuato, México. El efecto sobre la germinación del cultivo se estudió a temperatura ambiente durante el mes de agosto de 2019, la semilla se cultivo en cajas Petri con medio Murashige y Skoog , manteniéndolas en una inclinación de 90°, se evaluaron los seis tratamiento más un blanco (agua) y un control positivo (ácido giberélico comercial). En las cuales se pudo encontrar que cinco de las cepas evaluadas, comenzaron su porcentaje de germinación (GP) al tercer día mientras que los controles lo hicieron hasta el sexto día. Se destaca que la cepa MT3 promovió la germinación al tercer día en un mayor porcentaje. Por lo tanto estas cepas podrían recomendarse como promotoras de germinación en este cultivo sin condiciones controladas y como alternativa ecológica para reducir el uso de productos químicos.

Palabras claves: Microbiomas, porcentaje de germinación (GP), jitomate (*Solanum lycopersicum*)

USO DEL SELENIO COMO BIOESTIMULANTE EN LA GERMINACIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

Víctor García-Márquez¹, Marcelino Cabrera-De la Fuente², Antonio Juárez-Maldonado³, Julia Medrano-Macías², Álvaro Morelos-Moreno^{2§}

¹ Maestría en Ciencias en Horticultura, UAAAN, Saltillo, Coah. ² Departamento de Horticultura, UAAAN, Saltillo, Coah. ³ Departamento de Botánica, UAAAN, Saltillo, Coah. § Autor responsable: amorelosmo@conacyt.mx

RESUMEN

El selenio (Se) es un elemento esencial para los animales y humanos, se encuentra en cantidades traza y en forma orgánica en los tejidos de las plantas, y es absorbido del suelo y del agua en forma inorgánica como selenato y selenito. En ciertas concentraciones el Se incrementa la actividad enzimática antioxidante. La aplicación de Se aumenta su concentración en las partes comestibles de los cultivos y activa la formación de inductores de tolerancia de las plantas al estrés. En este trabajo se estudió el efecto estimulante del Se en la germinación de semillas de tomate. Las semillas de tomate se embebieron con Se por 24 h en concentraciones de 0, 0.5, 1, 2 y 4 mg L⁻¹, se colocaron en una cámara de germinación a una irradiancia de 1.6 W m⁻² y una temperatura de 27 °C, humedad de 75%. Los porcentajes de germinación diaria y acumulada a los 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 10 días fueron cuantificados. A los 10 días, el tratamiento de 2 mg L⁻¹ mostró el mayor porcentaje de germinación acumulada (96%), con la mayor germinación en el 4to día (45%), mientras que la germinación acumulada del tratamiento de 4 mg L⁻¹ fue 94%, con la mayor germinación en el 6to día (30%). A los 10 días se midió la longitud de la radícula e hipocótilo, y los tratamientos de 1 y 2 mg L⁻¹ presentaron el mejor vigor respecto al tratamiento control. De acuerdo a la concentración de Se aplicada en las semillas de tomate vía imbibición, el mayor porcentaje de germinación se presenta del 4to al 6to día, lo cual asegura una germinación acumulada del 95%.

Palabras clave: Biofortificación, selenio, estimulante, oligoelemento, vigor, germinación.

AISLAMIENTO, PURIFICACIÓN E IDENTIFICACION MORFOLOGICA DE HONGOS PATOGENOS DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.)

Guadalupe López Buenabad¹; Eva Marcela Licea de Anda²; Cesar L. Aguirre Mancilla¹; Juan C. Raya Pérez¹; Ahuiztolt de J. Joaquín Ramos¹; Juan G. Ramírez Pimentel^{1§}

¹ Tecnológico Nacional de México/I T Roque. Celaya, ² Universidad Politécnica de Pénjamo, [§]Autor responsable: gararamirez@itr.edu.mx.

RESUMEN

El garbanzo (*Cicer arietinum* L) es la segunda leguminosa mas cultivada en el mundo. Los tipos cultivados son Desi y Kabuli, los cuales son destinados para consumo humano y forrajero por su alto contenido de proteínas. En el estado de Guanajuato es una especie cultivada en el ciclo otoño-invierno bajo condiciones de secano. Una de las causas de la disminución de la producción son las enfermedades causadas por hongos. Por lo que el objetivo de este trabajo es la identificación de los hongos patógenos presentes en el cultivo de garbanzo. Se colectaron plantas completas enfermas del municipio de Celaya, Gto. En condiciones estériles se sembraron tejido de raíz y hoja en medios de cultivo sólido acidificado (Papa Dextrosa Agar) para el aislamiento y purificación de hongos., posteriormente con apoyo de claves taxonómicas se identificaron morfológicamente por las estructuras presentadas. De los aislamientos de raíz se obtuvieron seis diferentes cepas de *Fusarium* sp. del cual se observaron micelio septado, macroconidios septados en forma de canoa, clamidosporas, y fiálides. característicos del género que esta reportado como principal causante de la marchitez del garbanzo. De hoja se obtuvieron tres cepas de *Alternaria* sp. del cual se observaron micelio septado y conidióforos simples con conidios apicales, es reportado como causante de lesiones circulares marrones (tizón) en la etapa de floración. Dichos géneros son patógenos de garbanzo en raíz y follaje respectivamente, por lo que su identificación permite el diagnóstico y control preciso de enfermedades.

Palabras clave: Agente causal, cepa, morfología.

VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE MUTANTES QUÍMICAS DE *Trichoderma harzianum* BAJO ESTRÉS SALINO EN CAJA PETRI

Cañada-Coyote E.; Ramírez-Pimentel J.G; Aguirre-Mancilla C.L.; Raya-Pérez J.C.;
Iturriaga-de la Fuente G.

Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Guanajuato. Autor responsable: gaiturriaga@itroque.edu.mx

La agricultura intensiva ha provocado graves problemas en el medio ambiente, la aplicación excesiva de fertilizantes sintéticos generada por no tener un estudio previo del suelo y la sobreexplotación de acuíferos ha provocado contaminación de aguas subterráneas y salinidad de suelos. La salinidad limita el crecimiento y productividad de los cultivos de importancia agrícola por su efecto tóxico y su disminución del potencial osmótico del suelo. Para tratar de disminuir los efectos negativos de la salinidad en las plantas los esfuerzos se dirigieron a lograr una combinación de agricultura orgánica y el uso de microorganismos benéficos para el desarrollo de las plantas y de manera paralela la disminución de la salinidad de suelos llevando con ello a la búsqueda de microorganismos de la rizosfera benéficos que soporten estas condiciones de estrés y ayuden al desarrollo de las plantas. Hasta ahora se ha demostrado que algunas cepas de *Trichoderma* spp son capaces de promover el crecimiento de las plantas y soportar el estrés ambiental. En este trabajo se evaluó la velocidad de crecimiento de 5 mutantes de *Trichoderma harzianum* bajo estrés salino en caja Petri.

Palabras clave: Antagonista, tolerancia, salinidad

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS DE MAÍCES CRIOLLOS DE COLOR

Paola Gallardo-Rodríguez¹; Ma Eugenia Gallardo-Rodríguez³; C. Marilu Fuentes-Gallardo^{2,3}; Francisco Cervantes-Ortiz³.

¹Estudiante de la Universidad de Guanajuato, ²Docente CBTis 198, ³Docente, Tecnológico Nacional de México-Roque.

§Autor de correspondencia: p.gallardorodriguez@ugto.mx.

El grano y olote de maíz de color morado y rojo son fuente de pigmentos que pueden sustituir a los colorantes artificiales, como el rojo 40 que presenta una alta toxicidad en el consumo a gran escala. Para la extracción del pigmento se utilizó el olote y grano. Se utilizaron tres técnicas diferentes; maceración y cocción con destilamiento, método soxhlet y espectrofotometría. Los resultados mostraron mayor concentración de antocianinas y colorantes en el olote para todos los métodos de extracción. Por otro lado, la técnica de maceración y cocción con destilamiento fue más eficiente en cuanto a la utilización en mayor proporción de la materia prima así como en la obtención del pigmento (85 %), seguido por el método soxhlet (65 %).

Palabras clave: *Zea mays.*, pigmentos, maíces criollos, extracción.

DESARROLLO FENOLÓGICO Y COMPARACIÓN DE SEIS POBLACIONES DE CHILE BOLITA (*Capsicum annuum* L.).

PHENOLOGICAL DEVELOPMENT AND COMPARISON OF SIX POPULATIONS OF CHILE BOLITA (*Capsicum annuum* L.).

Brenda Lizeth Noriega Rodríguez¹; Estéfana Alvarado Bárcenas², Jesús Frías Pizano², Davino Pérez Mendoza², Francisco Chablé Moreno², Ma. Lourdes Rivera Serrano², Hugo César Cisneros-López², J. Guadalupe García Rodríguez², Benigno Leonel De la Cruz Tierrablanca³

¹Alumna de la carrera de Ingeniería en Agronomía, ²Profesor-Investigador TNM-Roque, ³Estudiante de Agronomía
Autor de correspondencia: fchable4oct@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del trabajo consistió en evaluar la germinación y comportamiento fenológico de seis ecotipos de chile piquín bolita. Esta especie proporciona proteínas, minerales y vitaminas, aportados en la dieta diaria de los mexicanos. Los principales estados productores son: Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila e Hidalgo. Puede ser un cultivo alternativo por su rusticidad, que alcanza altos precios en el mercado internacional. El presente trabajo se llevó a cabo en el TNM-Roque en el área de macrotunel de invernaderos, durante el año 2017. Se evaluaron seis genotipos de chile bolita, los cuales fueron: 1) Amarillo corto, 2) Amarillo largo, 3) Rojo grande, 4) Rojo corto, 5) Rojo largo, 6) Rojo Comonfort. El diseño experimental fue completamente al azar con 6 tratamientos y seis repeticiones; la unidad experimental fueron cuatro repeticiones de 100 semillas y 6 plantas. Se evaluaron las variables: Germinación a los 12 y 20 días, Emergencia a los 27 días, Altura de planta 40 días, Longitud y Ancho de hoja a los 30 días, Inicio de floración a los 46 días, Altura de planta al inicio de fructificación, Número de frutos en el primer, segundo y tercer corte. El análisis estadístico se realizó con el paquete SAS (V. 9.0) y se realizó la prueba de comparación de medias (Duncan α 0.05). Los resultados del ANAVA de todas las variables resultaron altamente significativas ($P \leq 0.01$) y la germinación del ecotipo Rojo Comonfort alcanzó 63.2 % a los 20 días, mientras que Amarillo largo solamente obtuvo 43.2 %, en la emergencia altura de planta, Longitud de hipocotilo, Ancho de hoja y Longitud de hoja se obtuvieron las mismas respuestas fisiológicas en los genotipos señalados. En lo productivo se obtuvo el inicio de floración el rojo Comonfort a los 61.2 días ddt, mientras que el Rojo largo fue el más precoz con 41.7 días, en la cosecha fue este genotipo con menor frutos, en la producción destaca que el ecotipo Rojo Corto como el más rendidor en cuanto al número de frutos por corte.

Palabras clave: Chile piquín, bolita, germinación, selecciones criollas

SUMMARY

The objective of the work was to evaluate the germination and phenological behavior of six ecotypes of Piquín Bolita pepper. This species provides proteins, minerals and vitamins, provided in the daily diet of Mexicans. The main producing states are: Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila and Hidalgo. It can be an alternative crop for its rusticity, which reaches high prices in the international market. This work was carried out at the TNM-Roque in the greenhouse macro-tunnel area, during 2017. Six genotypes of chili pepper were evaluated, which were: 1) Short yellow, 2) Long yellow, 3) Red large, 4) Short red, 5) Long red, 6) Comonfort red. The experimental design was completely randomized with 6 treatments and six repetitions; The experimental unit was four repetitions of 100 seeds and 6 plants. The variables were evaluated: Germination at 12 and 20 days, Emergency at 27 days, Plant height 40 days, Leaf length and width at 30 days, Beginning of flowering at 46 days, Plant height at the beginning of fruiting, Number of fruits in the first, second and third cut. Statistical analysis was performed with the SAS package (V. 9.0) and the means comparison test (Duncan α 0.05) was performed. The ANAVA results of all the variables were highly significant ($P \leq 0.01$) and the germination of the Comonfort Red ecotype reached 63.2% at 20 days, while Long Yellow only obtained 43.2%, in the emergency plant height, Hypocotyl Length, Sheet width and Sheet length the same physiological responses were obtained in the indicated genotypes. In production, the beginning of flowering was obtained by the Comonfort red at 61.2 days ddt, while the long Red was the earliest with 41.7 days, in the harvest it was this genotype with less fruit, in the production it stands out that the Short Red ecotype as the most profitable in terms of the number of fruits per cut.

Keywords: Chile piquín, pelita, germination, Creole selections

INTRODUCCIÓN

El chile es una de las hortalizas más importantes a nivel mundial, México es considerado el principal centro de domesticación del género *Capsicum* (Oyama *et al.*, 2006), el cual se distribuye en toda la República Mexicana. México ocupa el segundo lugar en el cultivo de chile verde, con 8 % de la producción mundial (FAOSTAT, 2009). Con una superficie cultivada de casi 150 mil ha, una producción superior al millón y medio de toneladas al año, y un valor promedio, en el periodo 93-2002, de \$1,387, 823 854.00 Mx (SAGARPA, 2007). En la base a datos de la FAO, en México el cultivo del chile (*Capsicum annuum* L.) es una de las hortalizas importantes que se emplea en la dieta del mexicano, la superficie de siembra anual en el país es de 110 mil hectáreas (FAOSTAT, 2005).

En el norte de México, más de 50 % de los consumidores estaban dispuestos a pagar desde \$51.00 (pesos mexicanos) hasta \$500.00 por un kilo del fruto fresco, por lo que es de 40 hasta 100 veces más caro que el jalapeño y el serrano. Su aceptación indica su alto potencial en el mercado (Villalón-Mendoza *et al.*, 2014). El chile “piquín” o “del monte” (*C. annuum*, var. *Avigulare* Dierb) se considera un ancestro de todas las formas de chiles conocidos

actualmente dentro de esta especie (jalapeño, serrano, pasilla, guajillo, de árbol), se distribuye de forma silvestre en México (Rodríguez *et al.*, 2004). Se encuentra de forma silvestre en el Noreste de México, en los estados de Nuevo León y Tamaulipas, es adaptable a Veracruz, Tabasco, Campeche, San Luis Potosí, Quintana Roo, Yucatán, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Colima, Sinaloa, Sonora, Coahuila e Hidalgo (Medina *et al.*, 2005).

Su consumo desde los tiempos prehispánicos y actualmente está arraigado en todos los estados de nuestro país, se consume en la dieta diaria de los mexicanos, ya sea en verde, seco, polvo, encurtidos, salsas, moles (Rodríguez *et al.*, 2004). Además, el chile contiene minerales (potasio, hierro, magnesio) y vitaminas A y C, tiamina, riboflavina y niacina, puede usarse en el control biológico de insectos (SAGARPA, 2012; Rodríguez, 2003).

Los productores lo cultivan en temporal y de forma tradicional en pequeñas superficies (Domínguez *et al.*, 2004; Toledo, 2002) aprovechando la mano de obra familiar (Acosta y Rodríguez, 2006). Frecuentemente lo intercalan con maíz, frijol y haba “Milpa” y con árboles frutales. Este cultivo es generador de un elevado número de empleo rural, utilizando de 120 a 150 jornales por hectárea, donde se emplea un alto porcentaje de mano de obra femenil e infantil; es un cultivo altamente redituable constituyendo una importante fuente de ingresos para un gran número de familias campesinas (López y Castro, 2007). Por lo anterior, dicho cultivo cumple una función social y económica importante para los productores de la región (Vásquez, 2005).

A pesar de la problemática regional del cultivo, los agricultores persisten en su producción; seleccionan las semillas criollas para el cultivo y venta en el mercado local. Así, la semilla, considerando la selectividad y conceptualización de los consumidores, requiere características en cuanto un buen tamaño, sabor y picor de los frutos (Montalvo *et al.*, 2009). En una colecta de germoplasma de chile piquín realizada en 118 sitios en los estados de Coahuila, nuevo león y Tamaulipas del periodo 2001-2003, se obtuvieron 263 plantas, las cuales fueron caracterizadas morfológicamente, incluyendo el color, forma y tamaño del fruto y se diferenciaron tres tipos de chile piquín; “bolita” “ovalado o cónico” y “japonés” (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2004).

La especie silvestre es una fuente importante de genes para el fitomejoramiento (González-Cortés *et al.*, 2015). El conocimiento de la variación morfológica y sus patrones de distribución geográfica es de interés para comprender la evolución de las especies vegetales locales, su fenotipo, posible utilización y trabajar en su conservación (Solís-Neffa, 2010). No existen siembras comerciales porque se carece de tecnologías de producción adecuadas, principalmente por la baja germinación provocada por la latencia de la semilla (Rodríguez, 2004). Una limitante que afecta su producción intensiva, es la latencia de la semilla, influenciada por factores como morfología, color y tamaño del fruto, así como temperatura, altitud, latitud, tipo de suelo (Wall *et al.*, 2002), por lo que al chile piquín

se le considera una especie de difícil propagación. Las semillas contienen una capa externa dura con cera epicuticular, y la presencia de inhibidores naturales, que dan lugar a una germinación muy pobre (INIFAP, 2002). Según Jain *et al.* (2014) y Manjunath *et al.* (2010) año con año la calidad y el volumen producido de chile es menor, especialmente por el efecto de insectos y enfermedades que atacan al cultivo.

Se han realizado algunos esfuerzos aislados por promover la siembra de esta especie para obtener mejores rendimientos y calidad de fruto, pero la baja tasa de germinación de las semillas ha dificultado su domesticación (Hernández-Verdugo *et al.*, 2010; Medina-Martínez *et al.*, 2002; Medina-Martínez *et al.*, 2010). Ramírez-Meraz (2001) logró incrementar la germinación en 80% en pruebas con ácido giberélico a 5,000 ppm. Ramírez (2008), mediante inmersión de semillas en una solución acuosa de AG₃, a 5,000 ppm por 24 h, logró incrementar de 8 a 82% la germinación en dos poblaciones silvestres de chile piquín provenientes del centro de Tamaulipas.

Por su parte, Shim *et al.* (2008) sugirieron que el KNO₃ promueve la reparación metabólica de tejidos el aumento de respiración, con lo cual se mejora la tasa de germinación. La importancia de la fenología del cultivo radica en que el conocimiento de la tasa de absorción de nutrimentos y la dinámica de estos en el suelo, así como la producción de materia seca por planta (Burgueño *et al.*, 1994). El objetivo de la presente investigación fue la de realizar la germinación y evaluación de variables de rendimiento en seis colectas de chile piquín.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente experimento se desarrolló en el área de macrotunel del Instituto Tecnológico de Roque, el cual se ubica en el km 8 de la carretera de Celaya-Juventino Rosas, la ubicación geográfica 20°34'51.7" N 100°49'40.2" W, a una altura de 1775 msnm, con una temperatura media anual de 22° C (García, 1973). Se evaluaron seis genotipos de chile, se consideró genotipos con características basadas en morfología de los frutos, color predominante, plantas sanas y vigorosas. Para ello se seleccionaron los siguientes cultivares: 1) Amarillo corto (Piedras Negras, Villagrán), 2) Amarillo largo (Potrero, Apaseo el Alto), 3) Rojo grande (Celaya, Celaya), 4) Rojo corto (Naranjillo, Juventino Rosas), 5) Rojo largo (Naranjillo, Juventino Rosas), 6) Rojo Comonfort (Jalpilla, Comonfort).

Para la selección de los frutos se tomó la uniformidad del fruto, color, estado de madurez, plantas sanas y vigorosas de los cultivares seleccionados. La extracción de semillas, en los frutos se hizo un corte longitudinal, posteriormente se realizó una apertura completa donde se dejó por un periodo de 24 horas, para retirar humedad se dejó en un ambiente fresco y seco. Finalmente se seleccionaron semillas sanas y completas. El pretratamiento de las semillas se realizó sometiéndose a agua caliente a 55°C durante 5 minutos antes de la siembra.

La siembra de la semilla se llevó a cabo en contenedores de cajas rectangulares de tipo plástica, con dimensiones de 40 cm de ancho por 60 cm de largo y una profundidad de 30 cm, el recipiente se perforo con ayuda de un taladro y una broca de 3/8. El sustrato consistió en mezclar tierra de composta, peat most y tierra agrícola en una proporción de 50:25:25, donde se obtuvo un buen drenaje, aireación y una humedad adecuada. Para la siembra se incorporando tres cuartas partes de la caja con el sustrato, colocando cuatro repeticiones de 100 semillas identificadas por cada genotipo, después de la siembra de semilla cada caja se les colocó una bolsa platica transparente, para crear un ambiente apropiado de temperatura y humedad relativa para la germinación. El monitoreo fue diario para dar riegos ligeros y mantener la humedad.

Después de que las plántulas presentaron germinación, emergencia y alcanzaron 2-6 hojas verdaderas, se fueron trasplantando en vasos de unicel, de una altura de entre 10-15 cm, se procedió a trasplantar en bolsas negras de 12 a 15 cm. El trasplante fue en suelo a campo abierto a los 45 dds teniendo de 4 a 6 hojas verdaderas, en camas de 30 cm de ancho y 10 m de largo, con una separación de 60 cm entre plantas. Para la fertilización se aplicó la fertilización de fondo 5 gramos de Urea y 7 g de Nitrato de amonio y 10 g de MAP (11-52-00) los riegos fueron continuos cada tercer día y lo mismo que las labores culturales de manera frecuente.

El diseño experimental fue completamente al azar, con 6 tratamientos y seis repeticiones, considerando una planta por unidad experimental. Las variables evaluadas fueron: Germinación a los 12 y 20 días (Germ12, Germ20) Emergencia a los 27 días (Emerg27), AltPI40 altura de planta a los 40 días, Long de hipocotilo 30 días (LongHip30), Longitud y Ancho de hoja a los 30 días (AnchHj, LongHj), Inicio de floración a los 46 días (InFlor), Altura de planta al inicio de fructificación (AltPIInFlor), Número de frutos en el primer, segundo y tercer corte (NoFr1C, NoFr2C, NoFr3C). El análisis estadístico se realizó mediante System® versión 9.0 de SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA y sometidos a una prueba de comparación de medias (Duncan α 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza de seis colectas de chiles piquín regional de la zona del Bajío Guanajuatense se obtuvieron en las variables de germinación, de características agronómicas y de rendimiento diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), se determinó que existen ecotipos que pueden iniciar su germinación desde los 12 días después de la siembra, pero que dependiendo del genotipo existen otras colectas que pueden prologarse y dar inicio hasta los 14 a 18 días después de siembra en el sustrato. Se considera que debido a que los ecotipos pueden seleccionarse de diferentes regiones estas pueden tener diferentes niveles de latencia. Ante esto se puede observar que existen genotipos sobresalientes con una buena adaptación a diferentes condiciones edafo-climáticas para estudio de investigación y producción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Germinación de semillas de chile piquín de diferentes colectas región del bajo Guanajuatense.

Descripción	Trat	Germ12	Germ20	Emerg27	AltPI40	LongHipo	AnchHj	LongHj
RojComonf	6	63.2 a	76.5 a	84.2 a	24.0 a	13.7 a	13.5 a	23.0 a
RojGran	3	46.7 b	65.2 ab	70.2 b	19.0 b	12.7 a	15.0 a	16.5 bc
RojLar	5	35.5 c	47.7 cd	52.5 c	13.0 c	9.5 b	7.7 c	10.7 d
AmarCorto	1	34.0 cd	69.5 ab	71.0 b	10.2 cd	6.5 bc	10.2 b	13.0 cd
RojCorto	4	26.7 de	54.5 c	62.7 b	21.7 ab	15.0 a	13.2 a	20.2 ab
AmarLar	2	24.7 e	43.2 d	48.0 c	8.5 d	5.0 c	8.5 bc	11.0 d

Los valores de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, Ger12 y 20 = Germinación a los 12 y 20 días después de la siembra en el sustrato, Emerg 27 = Se consideró cuando la última colecta alcanzó al menos el 51% de las plantas con la presencia de 2 hojas del cotiledón, AltPI40 = Altura de planta después de 40 días dds, LongHipo = Se determinó cuando las plantas alcanzaron el 50% de emergencia desde los 12 a 20 días dds, AnchHj = Se determinó cuando las plantas alcanzaron el 50% de emergencia desde los 12 a 20 días, LongHi = Se determinó cuando las plantas alcanzaron el 50% de emergencia desde los 12 a 20 días.

El inicio de floración se observó que el ecotipo Rojo Comonfort se dio a los 61.2 días y el Rojo largo a los 41.7 ddt, a la altura de planta los mismos genotipos anteriores se comportaron de la misma manera; en cuanto al número de frutos por corte de ecotipo Rojo corto y largo se mantuvieron en su nivel productivo, estos ecotipos pueden ser empleados para sembrarse en siembras comerciales, en este aspecto se señala que algunos ecotipos son una alternativa para la selección y mejoramiento genético en base a su variabilidad de características fenológicas de los cultivares para la producción y comercialización del chile bolita en el mercado (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características productivas de plantas de chile piquín de seis colectas región del bajo Guanajuatense.

Descripción	Trat	InFlor	AltPIFlor	NoFr1C	NoFr2C	NoFr3C
RojComonf	6	61.2 a	71.5 a	23.7 d	28.2 bc	25.2 d
AmarCorto	1	55.2 b	60.5 b	23.7 d	24.7 c	31.5 cd
AmarLar	2	54.2 b	60.5 b	15.0 e	18.2 d	26.2 cd
RojGran	3	44.5 c	70.2 a	32.2 c	30.0 b	34.0 bc
RojCorto	4	44.2 c	54.2 c	49.0 b	49.2 a	53.2 a
RojLar	5	41.7 c	68.0 a	64.0 a	46.7 a	40.2 b

Los valores de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, InFlor = Inicio de floración (días), AltPIFlor = Altura de planta con frutos formados en estado verde (días), NoFr1C = Primer corte de frutos con el 50% de maduración (días), NoFr2C = Segundo corte de frutos con el 50% de maduración (días) NoFr3C = Tercer corte de frutos con el 50% de maduración (días).

La germinación de chile piquín (Bolita) se observa (Figura 1) donde se determinó que el origen de los ecotipos tiene influencia en los diferentes porcentajes de germinación, además del tipo de ecotipo desarrollado en forma regional tiene una influencia en el porcentaje de germinación, pero por otra parte se observa que al momento de la cosecha las plantas con mayor altura y mayor desarrollo no son siempre los que producen en mayor cantidad frutos o los de mayor tamaño. Se ha observado que los chiles piquín de tipo bolita rojos y redondos que se desarrollan con mayor facilidad, son los que predominan en la región de Celaya. Al respecto Rodríguez y Lujan (2003) al realizar colecta de chiles piquín en Delicias Chihuahua señalan que en la producción de frutos existe una gran variabilidad

tanto de largo y ancho así como el de rendimiento de frutos por plantas; asimismo encontró un 33% de las plantas con buena carga en el primer corte, el cual dio inicio a los 188 a los 190 días después del trasplante y que existen colectas que se distinguen por alta productividad, la variación del fruto los encontró entre 1.1 a 2.5 cm mientras que el ancho fue de 0.5 a 1.0 cm, estos resultados concuerdan con los obtenidos en esta investigación de algunos genotipos, sobresalen el Rojo largo en la longitud de la hoja ya que este sobrepasa una longitud de 10.7 cm, mientras que el ancho fue de 7.7 cm, los diferentes ecotipos de tipos de chile piquín pueden ser seleccionados y clasificados por la región donde se desarrolla, en este caso todos los genotipos evaluados presentaron ramificaciones y con floración abundante.



Figura 1. Germinación y desarrollo de diferentes colectas de chile tipo piquín (bolita): a) Germinación a los 12 días de la siembra, b) Germinación a los 16 días después de la siembra, c) Trasplante de plántulas a vasos de unicel de 8 onzas, d) Desarrollo de plántulas de colectas de chile piquín, e) Trasplante de plántulas a bolsas con mayor cantidad de suelo, e) Colecta de los ecotipos de chile piquín establecidas en campo.

CONCLUSIONES

En las selecciones de criollos de Chile piquín, se demostró que están factores abióticos en los cuales pueden influir y determinar su porcentaje de germinación. Además, se muestra que está influenciada por el tipo de ecotipo regional.

En la siembra de 6 ecotipos de previa selección regional, se obtuvieron diferentes valores promedios de germinación donde sobresalió la colecta del ecotipo Rojo Comonfort en donde alcanzó un 63.2 y 76.5 % a los 12 y 20 días respectivamente, mientras que los valores más bajos se observaron en el Amarillo largo con solamente el 43.2 % a los 20 días, de acuerdo al número de frutos por corte desde el primero al tercero el ecotipo Rojo corto y largo se mantuvieron en su nivel productivo, por lo que estos ecotipos pueden ser empleados para posteriores consideraciones de siembras comerciales.

Se han considerado que existen una amplia variabilidad de los ecotipos regionales, tanto en las características de las plantas, rendimiento y calidad del fruto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta LA y Rodríguez MS (2006). En busca de la agricultura familiar en América Latina” Santiago de Chile, FAO. (1), 44. Recuperado de: <<http://www.rlc.fao.org/prior/desrural/busca.htm>> [Consult. el 5 de agosto de 2015].
- Acosta RGF y Luján FM (2003). Selección y caracterización de plantas de Chile piquín en Delicias Chihuahua. Memoria. 1er. Simposio Nacional de Chile piquín. Avances de investigación y tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre. Publicación especial 26. 37-40.
- Araiza LN; Lizarde EA y Martínez JGM (2011). Evaluación de la germinación y crecimiento de plántula de chiltepín (*Capsicum annuum* L variedad *glabriusculum*) en invernadero. Rev. Colombiana de Biotec. 13(2):170-175.
- Burgueño H; Uribe F; Valenzuela M (1994). La fertirrigación de cultivos hortícolas con acolchado plástico. Vol.1 Bursag S.A de C.V. Sinaloa, México. 46 p.
- Domínguez-Mariani E; Carrillo-Chávez A; Ortega-guerrero M; Orozco-Esquivel T (2004) Wastewater reuse in valsequillo agricultural area, Mexico: Environmental impact on groundwater. Water, air, and soil pollution. 155(1-4): 251-267.
- FAOSTAT (2005). Base de datos de estadísticas agrícolas (verificado el 29 de noviembre de 2007). <http://faostat.fao.org/site/340/DesktopDefault.aspx?PageID=340>.
- García E (1973). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (adaptación a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. México. 264 p.
- González CN; Jiménez R; Guerra EC; Silos H y Payro E (2015). Germinación del Chile amashito (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) en el sureste mexicano. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 6(11): 2211-2218.
- Hernández-Verdugo S; López-España RG; Porras F; Parra-Terraza ST; Villarreal-Romero M; Osuna-Enciso T (2010). Variación en la germinación entre poblaciones y plantas de Chile silvestre. Agrociencia 44:667-677.

- INIFAP (2002). Tecnología para incrementar germinación y conservar especies silvestres de chile piquín. Ficha tecnológica por sistema producto chile piquín. México.
- Jain RK; Singh PK; Vaishampayan A y Parihar S (2014). Management of Damping off (*Pythium aphanidermatum*) in chili (*Capsicum annum* cv VNS-4) by *Pseudomonas fluorescens*. Internat. Journ. of Agri, Envir and Biot, 7(1), 83.
- Lambers HY and Poorter H (1992). Inherent variation in growth rate between higher plants: A search for physiological causes and ecological consequences. Adv. Ecol. Res. 23: 187-261.
- López LP; Castro GH (2007). La diversidad genética del chile (*Capsicum spp*). Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Libro técnico Núm. 1. Oaxaca, México. 36 p.
- Manjunath M; Prasanna R; Nain L; Dureja P; Singh R; Kumar A; Jaggi S; Kaushik BD (2010). Biocontrol potential of cyanobacterial metabolites against damping off disease caused by *Pythium aphanidermatum* in solanaceous vegetables. Archives of Phyt. and Plant Protection. 43(7):666-677.
- Medina MT; Villalón MH; Lara VM; Gaona GG; Trejo HL; Cardona EA (2000). Informe Técnico de Proyecto Sireyes 95/111.
- Medina-Martínez T; Villalón-Mendoza; Pérez-Hernández JM; Sánchez RG; Salinas-Hernández S (2010). Avances y perspectivas de investigación del chile piquín en Tamaulipas, México. Ciencia UAT 4:16-21.
- Medina-Martínez T; Rodríguez del Bosque LA; Villalón-Mendoza H; Pozo-Campodónico O; Ramírez-Meraz O; López de León R; Lara-Villalón M; Gaona G; Cardona EA; Mora OA (2002). El chile piquín (*Capsicum annum* var. *aviculare*) en el noreste de México. Aspectos ecológicos y socioeconómicos. Revista Biotam, 13:1-14.
- Montalvo-Gonzalez E; Gonzalez-Espinoza NG; Garcia-Galindo HS; Tovar-Gomez B; Mata-montes de Oca M (2009). Efecto del etileno exógeno sobre la desverdización del chile poblano en poscosecha. Instituto Tecnológico de Tepic. México, Instituto Tecnológico de Veracruz. p. 190.
- Oyama K; Hernández-Verdugo S; Sánchez C; González-Rodríguez A; Sánchez-Peña P; Garzón-Tiznado JA; Casas A (2006). Genetic structure of wild and domesticated populations of *Capsicum annum* (Solanaceae) from Northwestern Mexico analyzed by RAPDs” Genetic Resources and Crop Evolution. 53(3):553-562.
- Ramírez-Meraz M. 2001. Manual para la producción de hortalizas menores en el sur de Tamaulipas. Campo Experimental Sur de Tamaulipas. CIR Noreste-INIFAP. Folleto para Productores, 1: 49 p.
- Ramírez-Meraz M. 2008. Chile piquín. Tecnología para incrementar germinación y conservar especies silvestres de chile piquín. Ficha Tecnológica por Sistema Producto. Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, INIFAP/CIRNE. 23 p.
- Rodríguez del Bosque LA; Ramírez Meraz M y Pozo Campodónico V (2004). Tecnología de producción de chile piquín en el noreste de México. INIFAP.CIRNE. Campo Exp. Río Bravo. Foll. Técnico 29, Tam, México. 33 p.
- Rodríguez del Bosque LA; Ramírez-Meraz M y Pozo-Campodónico O (2004). Tecnologías de producción de chile piquín en el Noreste de México. INIFAP-CIRNE. Campo Exper. Río Bravo. Foll. Téc. 29: Tam. México. 33 p.
- Rodríguez BLA (2003). Memoria del 1er Simposio Regional de Chile Piquín: Avances de Investigación en Tecnología de Producción y Uso Racional del Recurso Silvestre. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Publicación Especial Núm. 26: 54 p.

- SAGARPA (2012). ¿De dónde viene mi comida? La agricultura, ganadería y Pesca en México y el mundo. Servicio de alimentación agroalimentario y pesca. [http:// www.siap.gob.mx/siaprendes/contenidos/recursos/libro/dedondevienemicomida.pdf](http://www.siap.gob.mx/siaprendes/contenidos/recursos/libro/dedondevienemicomida.pdf).
- SAGARPA (2007). Nutrición del cultivo de caña de azúcar y uso eficiente de fertilizantes. Bol. Técnico Informativo del sector de la caña de azúcar. www.sagarpa.gob.mx/agricultura/sp/chile/prn_chile.pdf (15 de enero de 2018).
- Shim SI; Moon JC; Jang CS; Raymer P and Kim W (2008). Effect of potassium nitrate priming on seed germination of seashore paspalum. HortScience. 43:2259-2262.
- FAOSTAT (2009). Production crops. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (4 de enero de 2018).
- Solís NVG (2010). Geographic patterns of morphological variation in *Turnera sidoides* subsp. *pinnatifida* (Turneraceae). Plant System. Ev. 284(3-4):231-253.
- Toledo VM (2002). Agroecología, sustentabilidad y reforma agraria: la superioridad de la pequeña producción familiar. Agroecol. e Desenv. Rur. Sustent. Porto Alegre. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Sta. María Guido, Morelia, Michoacán. 3 (2): 27-36.
- Vázquez MST (2005). Fisiotecnia, bromatología y contenido de capsaicinoides en chile de agua (*Capsicum annuum* L.) Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo, México. 92 p.
- Wall AD; Kochevar R & Phillips R (2002). Chile seed quality. New Mexico chili task force. New Mexico State University and United State Department of Agriculture. Report 4: 6 p.

EVALUACIÓN DE LINEAS ENDOGÁMICAS TEMPRANAS SIN ENDOSPERMO DE MAÍZ DERIVADAS DE CULTIVO DE EMBRIONES INMADUROS

EVALUATION OF EARLY ENDOGAMIC LINES WITHOUT CORN ENDOSPERM DERIVED FROM CROP OF IMMATURE EMBRYOS

Francisco Chablé-Moreno¹, Nayeli Alejandra Mendoza-Jiménez², Estéfana Alvarado-Bárceñas¹, Jesús Frías-Pizano¹, Davino Pérez-Mendoza¹, J. Guadalupe García-Rodríguez¹, Ma. Lourdes Rivera Serrano¹, Andrés A. Estrada-Luna³, Benigno Leonel De la Cruz Tierrablanca²

¹TNM-Roque, ²Estudiante Agronomía del TNM-Roque, Km.8 Carretera Celaya-JR; ³CINVESTAV-Irapuato

Autor para correspondencia e-mail: fchable4oct@hotmail.com, frchable@itroque.edu.mx

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación evaluar el comportamiento agronómico y variables de rendimiento de plantas regeneradas *in vitro* de embriones inmaduros de maíz. La formación de líneas endogámicas en forma convencional requiere de tiempo y dinero, mismo que puede ahorrarse cuando se hace mediante la siembra embriones inmaduros *in vitro*. La investigación se desarrolló en el TNM-Roque, la metodología consistió en extraer los embriones inmaduros a 12 días después de la polinización y se estableció en el medio MS (1962), después de la elongación del meristemo, se realizó la aclimatación en mezcla de Peat Moss y Lombricomposta (1:1). El diseño experimental en laboratorio y campo, completamente al azar con 10 tratamientos y se consideró más de seis plantas por tratamiento, las variables evaluadas en laboratorio fue: longitud de plúmula, longitud de raíz primaria a los 7 y 14 días y en campo: Altura y número de hojas por planta, Longitud de mazorca, granos totales, peso de grano, peso de 1000 granos, peso de mazorca. El análisis de datos fue con el paquete SAS y se aplicó la prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05). Los resultados del ANAVA fueron significativos y altamente significativos ($P \leq 0.01$ y 0.05), *in vitro* se obtuvo que Km 27 S₀ fue la de mayor respuesta en longitud de plúmula y raíz, y en campo sobresalieron KM 27 S₀, Sultán S₀ y RCO S₂ mientras que Roque S₂ y SEtiqt S₂ fueron las de menor respuestas a las variables de rendimiento. La siembra de embriones inmaduros es una técnica potencial para un programa de formación de líneas endogámicas de maíz.

Palabras clave: Maíz, embriones inmaduros, líneas endogámicas

SUMMARY

The objective of this research is to evaluate the agronomic behavior and yield variables of *in vitro* regenerated plants of immature maize embryos. The formation of inbred lines in a conventional manner requires time and money, which can be saved when done by planting immature embryos *in vitro*. The research was carried out in the TNM-Roque,

the methodology consisted of extracting immature embryos 12 days after pollination and was established in the MS medium (1962), after the elongation of the meristem, acclimatization was performed in a mixture of Peat Moss and Wormling (1: 1). The experimental design in the laboratory and field, completely randomized with 10 treatments and considered more than six plants per treatment, the variables evaluated in the laboratory were: plumule length, primary root length at 7 and 14 days and in the field: Height and number of leaves per plant, cob length, total grains, grain weight, 1000 grain weight, cob weight. The data analysis was with the SAS package and the means comparison test (Tukey α 0.05) was applied. The results of the ANAVA were significant and highly significant ($P \leq 0.01$ and 0.05), *in vitro* it was obtained that Km 27 S0 was the one with the highest response in length of plumule and root, and in the field KM 27 S0, Sultan S0 and RCO S2 stood out while Roque S2 and SEtiqt S2 were the ones with the lowest responses to the performance variables. Sowing immature embryos is a potential technique for a corn inbred line formation program.

Keywords: Corn, immature embryos, inbred lines

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de líneas endogámicas de maíz es un proceso dinámico y mediante selección temprana se eliminan algunas líneas con base en su apariencia fenotípica, más tarde por su aptitud combinatoria (Gutiérrez et al., 2002; Meza et al., 2013). La formación de líneas endogámicas de manera convencional requiere de bastante tiempo y es costosa, la autofecundación y evaluación requiere de mano de obra y recursos económicos (Meza et al., 2013, Chablé et al., 2017). Un programa de producción de semillas es de vital importancia contar con líneas élites (Monnier, 1978; González et al., 2008). Aunque el maíz se cultiva bajo una gran variedad de ambientes, clima y suelos (Beyona et al. 2010), pero los rendimientos promedios son bajos en el país, ronda con 2.7 t ha^{-1} (SIAP, 2013), esto se debe al empleo de semillas criollas (Virgen et al., 2016), en Guanajuato las compañías productoras de semillas regionales tienen poca participación y entre las que se señalan: Rivas, Semillas Rica, Semillas Correa, Berentsen, Cincinatti Seed, La Hacienda), de todos modos las semillas son caras, poco accesible a productores rurales de temporal.

Las semillas mejoradas de maíz se caracterizan por una emergencia uniforme, rápido establecimiento del cultivo y productividad (Copeland y McDonald, 2001). Duncan et al. (1985) emplearon embriones inmaduros para regenerar plantas embriogénicas; pero la elongación del meristemo, es una técnica potencial *in vitro* para el desarrollo directo de plantas. Mediante cultivo *in vitro* Torroba et al. (2008) lograron la regeneración completa a partir de embriones de maíz obteniéndose plantas fértiles en 2 meses. El cultivo de embriones inmaduros de maíz acorta el tiempo de ciclos de endogamia y supera la latencia de las semillas (Yeung et al., 1981). Los embriones inmaduros de maíz de 1-2 mm de longitud permite el desarrollo *in vitro*; Gorji et al. (2011) mencionan que de 13 a 15 días es adecuado, su inconveniencia es su estacionalidad. Al aislar el embrión y colocarlo en un medio de cultivo este reemplazará la función del endospermo en la nutrición del embrión (Yan et al., 2014), el endospermo expresa genes únicos de tolerancia al estrés (Amara et al., 2012), pero se ha dado poca importancia el papel de la eliminación del endospermo.

En la elongación del meristemo de los embriones inmaduros de maíz, algunas líneas endogámicas a pesar de tener la misma fecha de autofecundación su desarrollo presenta diferentes capacidades de elongación (Chablé *et al.*, 2017), de la misma manera al aclimatar las plántulas y transferirlas a campo cuando provienen *in vitro* y carecer de endospermo se desarrollan de manera similar a las sexuales, aunque presenten un estrés pronunciado (Chablé *et al.*, 2017). Su evaluación de las plantas en el mismo ciclo en sus caracteres agronómicos y variables de rendimiento no son favorables para las de *in vitro*, se desconoce el impacto de eliminar el endospermo en su desarrollo y rendimiento, es interesante conocer si estos protocolos son eficientes y no tienen un efecto en el desarrollo del maíz, aunque se ha aplicado para acortar el tiempo en mejoramiento en durazno (Daorden *et al.*, 2002). El objetivo del trabajo consistió en evaluar los caracteres agronómicos y variables de rendimiento en líneas endogámicas derivadas de embriones inmaduros de maíz blanco en el TNM-Roque.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el cumplimiento de los objetivos de este trabajo se realizó en dos etapas: a) El aislamiento de los embriones inmaduros en laboratorio de Bioquímica de Semillas del área de posgrado del Instituto Tecnológico de Roque (ITR), b) La transferencia en campo y evaluación de los caracteres agronómicos y de rendimiento, la siembra se estableció en el campo experimental del ITR, ciclo (P-V, 2017). El TNM-Roque se localiza en el km 8 de la carr. Celaya-JR, con ubicación geográfica de 20°34'51.7"N 100°49'40.2"W. Clima semiseco, con una temperatura media anual es de 18.4°C (García, 1973), durante el ciclo de cultivo se presentó una máxima 28.6°C y una mínima de 12.3°C de marzo a agosto de 2017 (INIFAP, 2016).

Se dieron cuatro riegos durante el ciclo productivo y una fertilización (240-40-00) (SAGARPA, 2015). La autofecundación se realizó entre los 70 a 82 días, durante la emisión de la inflorescencia femenina se cubrió con bolsas glassine, en la inflorescencia masculina e inicio de la liberación del polen se cubrió con una bolsa de papel estraza por la mañana se realizó la autofecundación, los embriones se cultivaron asépticamente a los 12-14 días de polinizar. Las poblaciones a evaluar fueron: 1) KM 27 S₀, 2) RCO S₂; 3) Sultán S₀; 4) Cai x VS 322 S₂; 6) VS 322 S₂; 7) 3 Valles S₂; 8) CRM 52 S₂; 9) VS 322 x Ret S₂; 10) Roque S₂; 11) S/Etiqt S₂.

El aislamiento y cultivo aséptico de embriones inmaduros, fue en el medio básico de cultivo de Murashige y Skoog (1962), al 100% de su concentración, pH ajustado a 5.6 ± 0.01 , complementado con 3% de sacarosa y 0.6% de agar Bioxón®, el medio de cultivo preparado se sometió a ebullición para disolver el agar y una vez tibio se distribuyó en tubos de ensayo Pyrex® (10 mL), se esterilizó a 121°C durante 15 minutos. Los embriones inmaduros se extrajeron de 12 a 14 días después de la fecundación. La desinfestación de las mazorcas se usó etanol al 70% (v/v) durante tres minutos, posteriormente se sumergió en hipoclorito de sodio al 50% (v/v) durante 10 minutos y se dieron tres enjuagues con agua destilada y estéril. La extracción de los embriones inmaduros fue en la campana de flujo laminar Veco®, se realizó un corte longitudinal a la mazorca (Olote) y con una pinza de punta y aguja de disección se aisló el embrión, colocando el escutelum y la radícula orientado hacia el medio cultivo, se selló con plástico Kleen Pack®. La incubación fue de 16 horas luz y 8 de oscuridad con temperatura constante de 28 ± 2 °C, el tiempo de incubación fue de 1 a 2 semanas de acuerdo con la respuesta de la elongación de la radícula y coleoptilo de cada cruce interpoblacional. En laboratorio se empleó un diseño experimental completamente al azar: 1) BAP + AIA (0.5, 0.1); 2) BAP + AIA (0.5, 0.3) mg L⁻¹. Se establecieron 25 embriones inmaduros por tratamiento, para el análisis estadístico se consideraron 10 plantas. Las variables evaluadas fueron longitud de plúmula (LP), longitud de raíz primaria (LRP), longitud de raíces secundarias (LRS) a los 4 y 8 días del cultivo *in vitro*. La aclimatación de plántulas desarrolladas *in vitro* a invernadero, se realizó en una mezcla de Peat Moss y lombricomposta (1:1), cuando las plántulas alcanzaron una altura promedio de tamaño 7 cm, lo mismo que la

longitud de la raíz de 4 cm se extrajeron de los tubos, las plántulas desarrolladas se establecieron en vasos de unícel con capacidad de 8 onzas, las plántulas se extrajeron con pinzas de punta y se colocaron sobre papel germinador, donde se les humedeció con solución de Captan® al 1% y trasplantadas al sustrato, se aplicaron riegos cada tercer día con solución MS (1962) al 50%, sin solución orgánica. Una vez que las plántulas de maíz alcanzaron en promedio una altura de 15 cm, se transfirieron al terreno experimental del ITR. Se les proporcionó riego y fertilización, las variables evaluadas para esta etapa fueron: Altura de planta (AltP) tomada a los 45 días de establecido en campo (cm), Número de hojas (NH) a 45 días (total). El análisis estadístico fue realizado en el programa SAS V. 9.0 para Windows y se realizó la prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05) (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del Análisis de varianza (ANAVA) se obtuvo que las plántulas regeneradas de embriones inmaduros de maíz indican que la longitud de hipocotilo y la longitud de radícula presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en líneas endogámicas tempranas. La prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05) para la longitud de hipocotilo y raíz a los 7 y 14 días del establecimiento aséptico se observa que el tratamiento 2 (Km 27) y el 4 (MZ16) son estadísticamente superiores a las demás líneas endogámicas evaluadas en las dos fechas de muestreo. Se determinó que los progenitores RCO2 y CRM 52 fueron los que presentaron las menores respuestas a los reguladores de crecimiento y que sus desarrollos tanto del hipocotilo y de la raíz, fueron limitados por las concentraciones de los reguladores de crecimiento empleados (Cuadro 1).

Las investigaciones del cultivo *in vitro* de embriones inmaduros de maíz, se ha enfocado a la regeneración vía embriogénesis somática, escasas investigaciones dan continuidad al crecimiento de las plántulas endogámicas y su desarrollo. Gusga y Kumlehn (2011) mencionan que la concentración de azúcares afecta la regeneración de brotes, a mayor adición de sacarosa, incrementó la longitud de la plúmula. En resultados de López (2012) al evaluar plántulas de maíz provenientes de embriones inmaduros obtuvieron plúmulas de 12.4 a 17 cm, para la longitud de raíz obtuvo un rango de 10 a 21.2 cm a los 12 días, en este experimento solo se mantuvieron de 7 a 14 días *in vitro*, con resultados similares, también Akinyosoye *et al.* (2014) lograron valores similares de la longitud de la plúmula y raíz en cinco variedades de maíz. Carrillo y León (2014) al establecer *in vitro* de embriones inmaduros de maíz de cuatro híbridos alcanzaron una mayor longitud de plúmula y raíz a los 4 y 5 días, respectivamente con un valor de 1.15 a 1.86 mm; estos resultados promisorios permite considerar a un programa de mejoramiento de maíz se puede reducir los tiempos y costos en formar líneas endogámicas y evaluar la estimación de parámetros genéticos de interés.

Torroba *et al.* (2008) mencionan que al usar de Bencil adenina (BA) lograron la elongación de la plántula *in vitro*, datos que coinciden con este trabajo experimental. Mathys *et al.* (1998) mencionan que la elongación de la plúmula y raíz la obtuvieron con Zeatina, y fue menos eficiente al emplear BA, resultados contrastantes con esta investigación. (Krishna *et al.* 2013; Alí *et al.* 2014 y Malini *et al.* 2015; Akinyosoye *et al.* 2014) regeneraron maíz tropical e híbridos, obtuvieron mejor formación de brotes con BA, KN y ANA; González *et al.* (2012) con el empleo de ANA obtuvieron el desarrollo de plántulas; hay que destacar Gorji *et al.* (2011) evaluaron BA y AIA en la regeneración de plantas *in vitro*, los resultados coinciden con esta investigación. González *et al.* (2012) al realizar la aclimatación la sobrevivencia de plantas, fueron similares a los obtenidos en esta investigación. Ramírez *et al.* (2016) al evaluar el número de hojas con un rango de 7.97 a 9.05 hojas, en la presente investigación los valores promedio fueron de 4.66 y 10.33 hojas totales, datos que coinciden con esta ensayo, a pesar de que las plántulas provienen de condiciones *in vitro*, y de carecer del endospermo, este al parecer no afecta la respuesta agronómica.

Cuadro 1. Prueba de medias del cultivo embriones inmaduros de 10 líneas endogámicas de maíz.

Línea/End	Trat	LH7	Trat	LR7	Trat	LH14	Trat	LR14
Km 27 S ₀	2	9.6 a	2	5.0 a	2	21.0 a	2	10.0 a
MZ16 S ₂	4	7.5 ab	4	0.2 b	4	15.0 ab	7	0.4 b
Roque S ₂	7	6.3 b	7	0.2 b	7	11.0 b	3	0.4 b
Sultán S ₀	3	5.3 b	5	0.2 b	3	11.0 b	4	0.4 b
3 Valles S ₂	5	0.3 c	6	0.2 b	5	0.6 c	5	0.4 b
Roque S ₂	1	0.2 c	3	0.1 b	1	0.4 c	6	0.3 b
Cancellor	9	0.2 c	1	0.1 b	8	0.4 c	1	0.3 b
VS 322 x Ret S ₂	8	0.2 c	10	0.1 b	6	0.4 c	9	0.3 b
Roque S ₂	6	0.2 c	9	0.1 b	9	0.4 c	10	0.3 b
CRM 52 S ₂	10	0.2 c	8	0.1 b	10	0.4 c	8	0.3 b

Los valores medios de la columna con las mismas letras son estadísticamente iguales; LH7 = Longitud de hipocótilo a los 7 días; LR7 = Longitud de radícula a los 7 días; LH14 = Longitud de hipocótilo a los 14 días; LR14 = Longitud de radícula a los 14 días.

La rizogénesis y elongación del meristemo de los embriones inmaduros de líneas endogámicas de maíz, presentan una respuesta diferenciada en función del genotipo evaluado (Figura 1), destaca que las poblaciones en su etapa inicial de la colecta fueron las de mayor respuesta *in vitro*.

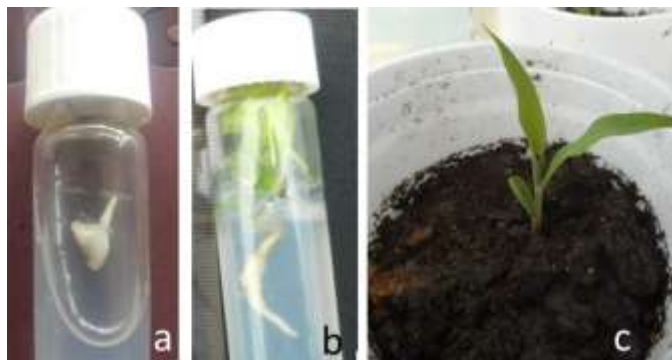


Figura 1. Cultivo de embriones inmaduros de maíz. a) Cultivo del embrión, b) Rizogénesis y elongación meristemática, c) aclimatación de plantas en invernadero.

El resultado del ANAVA de las plantas establecidas en campo en sus caracteres agronómicos originados del cultivo de embriones inmaduros se observó que la longitud de mazorca (LonMz), granos totales (GrTot), Peso de grano (PeGra), peso de 100 granos (Pe100 granos), peso de mazorca (PeMz) en todas las variables evaluadas se obtuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), este comportamiento fisiológico validan las respuestas de desarrollo de las plantas cultivadas sin endospermo a las plantas establecidas en campo que provienen del cruzamiento sexual son similares. La prueba de comparación de medias (Tukey $\alpha 0.05$) de la variable longitud de mazorca, se obtuvo que el genotipo 7 que corresponde a Km 27 S₀, presentó los valores promedios mayores; sin embargo, compartiendo el mismo valor estadístico a todos los genotipos evaluados, con excepción del genotipo 3 y 5 que corresponden a Roque S₂ y S/Etiqt S₂ fueron los que presentaron los valores promedio menores, esto es comprensible dado su nivel de endogamia más avanzada.

Al evaluar el número de granos totales se obtuvo que las líneas 7 y 1 que corresponden al genotipo Km 27 S₀ y Sultán S₀, presentaron los valores promedios más altos y que los tratamientos 2 y 10 que corresponden a VS 322 x Ret S₂ y VS 322 S₂, presentaron los valores promedios más bajos. En el peso de grano, la línea Cai x VS 322 S₂, presentó el valor promedio más alto con un valor promedio de 233 gramos; mientras que las líneas 2 y 3 que corresponde a los genotipos VS 322 x Ret S₂, Roque S₂ alcanzaron los valores más bajos. Peso de 100 granos se observó que el tratamiento 5 que corresponde al genotipo S/Etiqt S₂, fue el que presentó mayor valor numérico aunque estadísticamente son iguales con un número más amplio de genotipos evaluados y el tratamiento 7 que corresponde a km 27 S₀, estadísticamente corresponde a otros dos genotipos evaluados. El valor promedio mayor

para peso de mazorca fue para el tratamiento 7 y 8 que corresponde a km 27 S₀ y Cai- VS 322 S₂, y el menor valor promedio de peso de mazorca fue para el genotipo 2 que corresponde a VS 322 x Ret S₂ (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias de las variables de rendimiento de las plantas maíz originados de embriones inmaduros.

Línea/End	Trat	LongMz (cm)	GrTot (Totales)	PeGr (g)	Pe100gra (g)	PeMz (g)
Km 27 S ₀	7	19.4 a	434.8 a	194.2 ab	43.1 a	272.8 a
RCO S ₂	6	18.2 ab	385.1 ab	215.5 ab	37.7 abc	249.0 ab
Sultán S ₀	1	17.3 ab	415.2 a	196.4 ab	35.4 bc	222.2 ab
Cai x VS 322 S ₂	8	17.3 ab	407.6 ab	233.0 a	42.6 ab	271.6 a
VS 322 S ₂	10	17.1 ab	280.8 b	192.8 ab	41.8 ab	220.0 ab
3 Valles S ₂	9	17.1 ab	320.4 ab	197.8 ab	41.9 ab	225.4 ab
CRM 52 S ₂	4	16.1 ab	328.0 b	174.2 b	37.2 abc	194.7 b
VS 322 x Ret S ₂	2	16.1 ab	285.2 b	166.4 b	38.3 abc	188.6 b
Roque S ₂	3	15.7 b	359.4 ab	171.5 b	37.6 abc	199.7 b
S/Etiqt S ₂	5	14.9 b	307.2 b	174.0 b	43.4 a	202.2 ab

Los valores medios de la columna con las mismas letras son estadísticamente iguales; LongMz = Longitud de mazorca; GrTot = granos totales = PeGr = Peso de granos total por mazorca (g); Pe100gra = Peso de 100 granos (g); PeMz = Peso de mazorca.

La endogamia en poblaciones de intercruzas de progenies de híbridos comerciales en S₂ fue exitosa y la respuesta de la elongación de la plúmula fue diferentes para cada población evaluada (Chablé *et al.*, 2017). La eficiencia de la aclimatación de las plantas a partir de embriones inmaduros fue de un 90 %; durante el proceso de aclimatación logró sobrevivir el 84.2%, y la transferencia a suelo final se obtuvo un 76 %. La técnica de cultivo *in vitro* de embriones inmaduros permite reducir en un 50% el tiempo en un programa de mejoramiento del maíz. Esta herramienta es una técnica potencial para fortalecer los programas de mejoramiento de maíz (Chablé *et al.*, 2017). En investigaciones realizadas en maíz por Torres *et al.* (2011), obtuvo una longitud de mazorca fue de 14.87 a 16.57 cm; en la presente investigación el mayor promedio obtenido en la población en las líneas endogámicas del primer grupo estadístico fue 17.1 a 19.4 cm, estas representan el 70% de las líneas evaluadas son superiores en longitud de mazorca del autor indicado.

Al evaluar líneas endogámicas Mosqueda y Cimental (2018) encontraron pesos promedios de mazorca de 286 a 290 g, en esta investigación el valor mayor obtenido fue ligeramente inferior; pero superiores a los resultados reportado por Ruiz (1988). En el peso de mazorca Mosqueda y Cimental (2018) mencionan que en dos poblaciones (líneas endogámicas) encontraron el primer grupo estadístico de 137 a 144.5 g, mientras que en esta investigación los resultados son superiores de 200 a 272 g, estas líneas endogámicas son sobresalientes para emplearse como posibles progenitores potenciales. Aunque la hibridación es una técnica antigua en la producción de semillas de

maíz, no existen resultados finales, siempre se trata de realizar cruzas entre líneas endogámicas, para obtener mejores resultados.

CONCLUSIONES

La siembra de embriones inmaduros es una técnica potencial para acelerar un programa de mejoramiento en la formación de líneas endogámicas de maíz.

Las poblaciones en su primer ciclo de fecundación fueron las que presentaron las mejores respuestas.

En las líneas endogámicas algunas mostraron pobre respuesta a la elongación del meristemo y radícula.

La evaluación de los caracteres agronómicos y de rendimiento no parecen afectar; sin embargo, sus valores promedios fueron inferiores que cuando se establecen las semillas y las plantas tienen un origen sexual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akinyosoye ST; Adetumbi JA; Amusa OD; Olowolafe MO; & Olasoji JO (2014). Effect of seed size on in vitro seed germination, seedling growth, embryogenic callus induction and plantlet regeneration from embryo of maize (*Zea mays* L.) seed. Nigerian Journal of Genetics 28. Online at www.sciencedirect.com
- Ali F; Ahsan M; Saeed A; Ahmed M; Ali Q; Kanwal N; Massub TM; Ijaz U; Bibi V; & Niazi NK (2014). Establishment and optimization of callus-to-plant regeneration system using mature and immature embryos of maize (*Zea mays*). International Journal of Agriculture & Biology. 16,111–117.
- Amara I; Odena A; Oliveira E; Moreno AM; Masmoudi K; & Pages M (2012). Insights into maize LEA proteins: from proteomics to functional approaches. Plant Cell Physiol. 53: 312–329.
- Beyona C; Warburton M; Mir C; & Charcosset A (2010). Migración del maíz a partir de su centro de origen, evidencias históricas genéticas y paleobotánicas. En C. De León, & R. Rodríguez Montessoro, El cultivo del maíz temas selectos. México, DF. MundiPrensa. pp.15.
- Carrillo RG; & León PN (2014). Efecto del silice en el rescate *in vitro* de embriones inmaduros endogámicos de maíz en cuatro híbridos comerciales. Tesis de licenciatura, ITR, Ext. Apaseo el Alto. pp. 44-48.
- Copeland LO; & McDonald MB (2001). Principles of seed science and technology. 4th ed. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts 467 p.
- Chablé-Moreno F; Huerta-Santoyo D; Raya-Pérez, J.C; Ramírez-Pimentel, J.G; Aguirre-Mancilla C.L; Estrada-Luna A.A; Covarrubias-Prieto J (2017). Cultivo *in vitro* de embriones inmaduros de cruzas interpopulacionales de maíz S₂ con el empleo de BAP y AIA. Ciencia y Tecnol. Agrop. México, 5 (1): 1-11.
- Duncan DR; Williams ME; Zehr BE; & Widholm JM (1985). The production of callus capable of plant regeneration from immature embryos of numerous *Zea mays* L. genotypes. Planta. 165: 322-332.

- Daorden ME, Marín JA y Arbeloa A (2002). Germinación in vitro de embriones inmaduros a distintas temperaturas de estratificación. ITEA. 98 (1) 71-80.
- Gusga L; & Kumlehn J (2011). Somatic embryogenesis and massive Shoot regeneration from immature embryo explants. Biotechnology Research international. Vol 2011, ID 309731.
- García E (1973). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (adaptación a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. México. 264 p.
- González EA; Islas GJ; Espinosa EC; Vázquez CA; & Wood S (2008). Impacto económico del mejoramiento genético del maíz en México. Publicación Especial 25. INIFAP. México, D.F. 88 p.
- González GA; Pacheco MG; Oneto CD; Etchart VJ; Kandus MV; Salerno JC; Eyherabide G; Presello D; & Lewi DM (2012). Somatic embryogenesis and plant regeneration capacity in Argentinean maize (*Zea mays* L.) inbred lines. Electronic Journal of Biotechnology ISSN: 0717-3458.
- Gorji AH, Zolnoori M, Jamasbi A, Zolnoori Z. (2011). In vitro plant generation of tropical maize genotypes. International Conference on Environmental, Biomedical and Biotechnology IPCBEE 16: 52-59.
- Gutiérrez del RE, Palomo GA, Espinoza BA, De la Cruz LE (2002). Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la comarca lagunera, México. Revista Fitotecnia Mexicana 25: 271-277.
- Krishna MP; Suresh T; Kazi MD; Kamrul H; Vineet KS; & Naraendra T (2013). An efficient and rapid regeneration via multiple shoot induction from mature derived embryogenic and organogenic callus of Indian maize (*Zea mays* L.). Plant Signaling & Behavior. 10: e25591.
- INIFAP (2016). Red de estaciones climatológicas en Guanajuato. Red <http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/mx>
- Malini N; Ananadakumar CR; & Hariramakrishnan S (2015). Regeneration of Indian maize genotypes (*Zea mays* L.) from immature embryo culture through callus induction. Jour. of Appl. and Nat. Sci. 7 (1): 131-137.
- Mathys RE; Piola F; Le Deunff E; Mo R; & Dumas C (1998). In vitro development of maize immature embryos: A tool for embryogenesis analysis. Journal of Experimental Botany. 49 (322): 839-845.
- Meza A, Sierra-Macias M, Palafox-Caballero A, Rodríguez-Montalvo FA y Espinosa-Calderón A (2013). Líneas de maíz convertidas al carácter de alta calidad de proteína. Universidad y Ciencia. Trópico húmedo. 29(3):317-323.
- Monnier M (1978). Culture of zygotic embryos. En M. Monnier, Culture of zygotic embryos. Canadá: Univ. Of Calgary Press, pp. 277-286.
- Mosqueda FV y Cimental M JJ. (2018). Parámetros agronómicos de dos poblaciones endogámicas avanzadas y sus componentes de rendimiento. Tesis de licenciatura del Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Guanajuato. 66 p.
- Murashige T; & Skoog F (1962). A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. Physiol Plant. 15(3): 473-497.

- Ramírez C; González J; & Gómez J (2016). Posibilidades de selección por vigor inicial de planta de maíz en vivero. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 286-302.
- Ruiz CE (1988). Respuesta de tres genotipos de maíz (*Zea mays* L.) al desespigamiento x densidad de población. Tesis de posgrado en producción agrícola. Universidad Aut. de Nuevo León, Marín, Nuevo León. 120 p.
- SAS (2002). *Statistical Analysis System. User's guide version 9.0: Statistics*. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- SAGARPA (2015). *Agenda Técnica Agrícola de Guanajuato. 2a edición*, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F. ISBN, 978-607-7668-42-8.
- SIAP (2013). *Situación actual y perspectiva del maíz en México 1996-2012*, México, D.F. SIAP.
<http://www.siap.gob.mx/> Springer WD; Green CE; & Kohn KA (1979). An histological examination of tissue initiation from immature embryos of maize. *Protoplasma* 101: 269- 281.
- Torroba MC; Paccapelo HA; Aguilera L; & Mazzola J (2008). Micropropagación de plantas en líneas experimentales de maíces forrajeros derivados de un cruzamiento entre *Zea mays* L. y *Zea diploperennis* Iltis, Doble y Guzmán. *Phyton*. 77: 93-102.
- Torres KJ (2011). A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. *Field Crops Research*, Volumen 88, pp. 103-114.
- Virgen VJ; Zepeda BR; Avila PMA; Espinosa CA; Arellano VJL; & Gámez VAJ (2016). Producción y calidad de semilla de maíz en valles altos de México. *Agron. Mesoam*. 27(1):191-206.
- Yan D; Duermeyer L; Leoveanu C; & Nambara E (2014). The Functions of the endosperm during seed germination. *Plant Cell Physiol*. 55(9): 1521– 1533.
- Yeung EC; Thorpe TA; & Jensen CJ (1981). In vitro fertilization and embryo culture. *In: T.A. Thorpe (ed.)*. *Plant tissue culture: Methods and applications in agriculture*. Academic, New York. p. 253–271.

FERTILIZACION ORGÁNICA EN EL DESARROLLO DE PEPINO PERSA EN INVERNADERO

ORGANIC FERTILIZATION IN THE DEVELOPMENT OF PERSIAN CUCUMBER IN GREENHOUSE

Damián Mauricio Monreal-González¹, Jesús Frías-Pizano², Davino Pérez-Mendoza², Estéfana Alvarado-Bárceñas², Jesús David Cuarenta², Francisco Chablé-Moreno², Elisa Franco Vadillo²

¹TNM-Roque, Celaya Gto. ²Estudiante Ingeniera en innovación agrícola, ²Profesor-Investigador TNM-Roque.
Autor para correspondencia: dmonrealgonzalez@gmail.com

RESUMEN

El objetivo fue emplear fertilizante orgánico, a partir de rocas de origen volcánico cálcico para incrementar la calidad del fruto. Los pepinos demandan nitrógeno, potasio, fósforo y calcio y micronutrientes como hierro y magnesio. Actualmente se demanda el consumo de hortalizas orgánicas. El pepino contiene vitamina B, ácido fólico, vitamina C, calcio, hierro, magnesio, fósforo, potasio y zinc. Un pepino de calidad presenta: buena firmeza, buen peso y color, forma uniforme. En Guanajuato se cultivan 347 ha, con una producción promedio de 11,322 t, a pesar de ello es un reto es incrementar los rendimientos. La investigación se desarrolló en la empresa Sierra Pack, en Acámbaro Guanajuato, con pepino variedad persa. Se sembró en camas de 50 cm de ancho por 50 m de largo. La distancia entre plantas fue de 30 cm, a doble hilera con distancia de 40 cm, dando una densidad de 110,000 plantas por ha, el riego fue por goteo. Se fertilizó con nitrógeno, fósforo, potasio, calcio. El diseño experimental fue en bloques completos al azar, con 6 tratamientos, las variables evaluadas fueron: Altura de planta (AltPI), Grosor de tallo (GrTall) a los 10, 20, 30 días, Largo de hoja (LarHj) 10, 30 días; Ancho de hoja (AnchHj) 10 días. Color y Grado de compactación del fruto (ColFr y GraCompFr) a 45 días. Se analizó con el paquete SAS (V, 9.0) y se aplicó la prueba de comparación de medias (Duncan α 0.05). Los resultados del ANAVA muestran que las variables AltPI, LargHj, AnchHj, ColFr y GraCompFr presentaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$), en la altura de la planta como el largo de la hoja el mejor tratamiento fue con Mg y NPK, en el color y compactación del fruto se obtuvo el empleo de Mg y NPK fueron mejores, con excepción del empleo de fluviorganic. La aplicación del fertilizante orgánico derivado de piedra volcánica mejoró la producción de pepino persa.

Palabras clave: Fertilización orgánica, Pepino persa, Invernadero

SUMMARY

The objective was to use organic fertilizer, from rocks of calcium volcanic origin to increase the quality of the fruit. Cucumbers demand nitrogen, potassium, phosphorus and calcium and micronutrients such as iron and magnesium. Currently the consumption of organic vegetables is demanded. Cucumber contains vitamin B, folic acid, vitamin C, calcium, iron, magnesium, phosphorus, potassium and zinc. A quality cucumber presents: good firmness, good weight and color, uniform shape. In Guanajuato, 347 hectares are cultivated, with an average production of 11,322 t, although it is a challenge to increase yields. The research was carried out in the Sierra Pack company, in Acámbaro Guanajuato, with Persian variety cucumber. It was planted in beds 50 cm wide by 50 m long. The distance between plants was 30 cm, double row with a distance of 40 cm, giving a density of 110,000 plants per ha, the irrigation was drip. It was fertilized with nitrogen, phosphorus, potassium, calcium. The experimental design was randomized in complete blocks, with 6 treatments, the variables evaluated were: Plant height (AltPI), Stem thickness (GrTall) at 10, 20, 30 days, Leaf length (LarHj) 10, 30 days; Sheet width (AnchHj) 10 days. Color and Degree of

compaction of the fruit (ColFr and GraCompFr) at 45 days. It was analyzed with the SAS package (V, 9.0) and the means comparison test (Duncan α 0.05) was applied. The results of the ANAVA show that the variables AltPI, LargHj, AnchHj, ColFr and GraCompFr presented statistical differences ($P \leq 0.05$), in the height of the plant as the leaf length the best treatment was with Mg and NPK, in the color and compaction of the fruit was obtained the use of Mg and NPK were better, with the exception of the use of fluviorganic. The application of organic fertilizer derived from volcanic stone improved the production of Persian cucumber.

Keywords: Organic fertilization, Persian cucumber, Greenhouse

INTRODUCCIÓN

El pepino es originario de la India, se domesticó a Europa, de ahí lo trasladaron a América. Los tipos más comunes de pepino son el Americano, el Europeo, el del Este medio, el Holandés y el pepino Oriental (Wehner y Maynard, 2003). En los próximos años, unos de los mayores retos que enfrentará la agricultura mexicana es asegurar el abasto de alimentos para la población de nuestro país (Sosa y Ruíz, 2017, Zamora, 2017), Agrios (1998) menciona, que para lograr esto, se requiere prácticas agronómicas para incrementar el rendimiento, entre las que señalan: 1) cultivares mejorados; 2) adecuado uso fertilizantes; 3) sistemas de irrigación eficientes, 4) control de insectos y malezas en forma adecuada; 5) adecuada rotación y sistema de labranza. Otra forma es impulsar el empleo de sistemas de cultivo hidropónico (Resh, 1992) y la agricultura protegida (Castellanos y Borbón, 2009; Zamora, 2017) técnicas que permitan intensificar el uso de la tierra cultivable (Turrent y Moreno, 1998; Haifa, 2014).

El cultivo de pepino representa una alternativa para contar con seguridad alimentaria, y si es de tipo orgánico se puede garantizar una mejor calidad de vida, debido a que suministra a la dieta **vitamina C y B**, de gran importancia para mejorar el sistema inmune, el consumo de 250 g cubre el 13% de las necesidades diarias, donde se aporta Vitamina B, el 18% de ácido fólico y el 10% de la vitamina B5 y ácido pantoténico en 0.25 mg por cada 100 gramos de fruta fresca (Infoagro, 2012). Contiene **minerales como el potasio y oligoelementos** como el silicio, el molibdeno, el cobre y el manganeso (Abu et al., 2013; Casares, 2018). Es un alimento refrescante con alto contenido en agua, es digestivo, depurativo, diurético, calmante y saludable para el sistema cardiaco, reduce el colesterol (Cuerpomente, 2020). El consumo per cápita en los países bajos se considera que ve en incremento de 24.60 en el 2015 a 60.95 kg anuales de pepino fresco; estos son países integrantes de la Unión Europea (Brussil, 2012), en España es de 2.88 kg/habitante (Piguillem, 2004); en Estados Unidos se ha incrementado de 4.6 lb/día en 1991 a 7.4 lb/día en los siguientes años (Borbón *et al.*, 2018), mientras que el 2001 ha decrecido a 3.6 kg por habitante; mientras que en México es de 200 g/día.

Entre los tres principales países productores de pepino en el mundo son: China, Rusia y Turquía con producciones de 61.899'58, 1.992'97 y 1.811'68 millones de kg, México ocupa el séptimo lugar con 886.270 millones de kilos (FAO, 2016). En México los principales estados productores son: Sinaloa, Sonora y Michoacán con 358,681; 253,847 y 103,402 t, con rendimientos promedios de 30 t ha⁻¹, que se exporta a Canadá, Estados Unidos y Costa Rica (SIAP, 2018). La demanda de producción de pepino ha aumentado un 65%, produciéndose en 2006 sólo 496 mil t comparadas con las 817 mil toneladas del 2017, los dos años últimos años la exportación creció un 8.1%, generando ingresos por 243 millones de dólares (SEMINIS, 2018).

Los fertilizantes orgánicos provienen de restos de alimentos y vegetales, que tienen propiedades de ejercer efectos como el aumento de la fertilidad del suelo, aportan nutrientes e estimulan la actividad de los microorganismos para beneficiar el desarrollo de las plantas. Los Biofertilizantes (BF) es una opción sustentable en la producción agrícola, entre los más comunes están el humus de lombriz, compost, cenizas, abono verde, estiércol, la turba y el guano (Conocehidroponia, 2015). Los BF se le designan a aquellos bioproductos que contienen Microorganismos (MICs) vivos, que cuando se aplican a la semilla, planta o suelo, colonizan la rizósfera o su interior y promueven el

crecimiento debido al incremento de los nutrientes que ponen a disposición de las plantas (Kurd *et al.*, 2012), los BF, ya que estimulan el crecimiento de las plantas y mejoran su estado nutricional, generando incrementos en rendimiento (Terry y Leyva, 2006), se requieren de una nutrición adecuada (Haifa, 2014)

El cultivo de pepino requiere de macro entre los que se encuentran nitrógeno, potasio, fósforo, calcio y micronutrientes, donde sobresalen Zinc, Boro, Hierro, Cobre, Manganeseo interviene en la producción de fitohormonas, proteínas y enzimas, transporte de azúcares, formación de clorofila, catalizador de procesos de oxidación, reducción, metabolismo de carbohidratos, formación de caroteno, síntesis de riboflavina y ácido ascórbico en las plantas FUMIAF (2018).

El uso de fertilizantes orgánicas, ayuda a reducir deterioro ecológico (Phua *et al.*, 2012), conservar la fertilidad del suelo, disminuir la contaminación, preservar la calidad del fruto, aumentar la actividad microbiana del suelo, favorecer la retención de nutrientes y permitir la fijación de carbono, mejorar la capacidad de absorber agua (Papadopoulos, 2018). El objetivo del trabajo fue evaluar respuesta del cultivo de pepino a la aplicación de fertilizantes orgánicos (piedra volcánica) en invernadero, en sistema de riego por goteo, para mejorar el desarrollo fenológico y calidad del fruto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en la empresa Agrícola Sierra Pack, ubicado en Acámbaro Guanajuato, el cual se localiza en las coordenadas 20° 038' 16.20", 100° 76.7' 35.60" con una altitud 1860 msnm, de clima semi templado y temperatura máxima de 30°C y mínima de 6°C, con temperatura promedio de 17.9°C, de clima Cwb y con tipo de suelo tipo vertisol pélico con feozem calcárico de una textura fina en fase lítica (lnafed.gob.mx, 2015).

Se establecieron pepinos de la variedad persa, el cual se caracteriza por: carecer de semillas, son lisos y de piel fina, más cortos que los europeos, y menos vulnerables a los daños pos cosecha (Lamb *et al.*, 2001). Además, los rendimientos pueden ser hasta tres veces más altos. La preparación de las camas se realizó de acuerdo a la metodología del sistema de camas se agregó 32 tha^{-1} de materia orgánica, el trasplante se realizó el 25 de enero del 2018, en camas de 50 cm de ancho por 50 m de largo. La distancia entre plantas fue de 30 cm, a doble hilera con distancia de 40 cm los que representa una densidad de 110,000 plantas por ha para la selección de se consideró plantas sanas, vigorosas y de frutos característicos de la población de estudios.

El sistema de riego fue por goteo con un Rotoplast® a una altura de 2 m, sobre las camas se colocaron tubos de PVC de 2 pulgadas de diámetro, de 50 m de largo, la apertura de orificios se hizo con un taladro y una broca de 1/8 pulg, los orificios fueron a cada 30 cm. Los riegos se aplicaron cada tercer día con una duración de 15 min, suministrando la cantidad de agua en el suelo por cama de 1 L por planta en su etapa inicial y de 2.5 L cuando la planta se encontraba en producción.

Los tratamientos evaluados con fertilizante orgánico fueron: 1) Fulviorganic (3.906 Lha^{-1}), 2) Ca (7.748 Lha^{-1}), 3) K 6% de K soluble (3.584 Lha^{-1}), 4) N 6% de N soluble (0.967 Lha^{-1}), 5) Mg (1.010 Lha^{-1}) y 6) NPK 3% de N, 2% de P y 2% de K (3.906 Lha^{-1}). Se evaluó la cantidad de fertilización y se realizó la determinación de su consumo con el Cardix marca Horiba®. El control de la maleza fue manual, La presencia de mosquita blanca se eliminó con piretrinas naturales Temecorp® con una dosis de 2 ml por litro de agua.

Dentro de las labores culturales del cultivo fue la poda de formación, dejando un solo tallo, se realizó el tutoreo con rafia para la conducción de la planta, el experimento se realizó en un invernadero, en un área de 10,000 m^2 , la temperatura fue de 34°C. El diseño fue completamente al azar, se evaluó con 6 tratamientos y 20 repeticiones por unidad experimental. Las variables evaluadas fueron: altura de planta a los 15, 30, 45 días, grosor de tallo a los 10,

20, 30 días; largo de hoja 10, 30 días; ancho de hoja 10 días; color del fruto a los 45 días; Grados de compactación a los 45 días. Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico SAS (V. 9.0), y los tratamientos que presentaron diferencias estadísticas se les realizó una prueba de comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANAVA en las características agronómicas en pepino persa, muestran que la altura de planta entre los 10 a 30 días presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 1), resultados que coinciden con Abak *et al.* (2010), al aplicar micorrizas en el cultivo de melón en invernadero, encontró que las plantas inoculadas tuvieron mejor respuesta que las no inoculadas. Por su parte Terry y Leyva (2006) afirman que las plantas de tomate inoculadas con *A. brasilense* + *G. clarum* mostraron una mayor altura. Saldajeno y Hyakumachi (2011) utilizando la rizobacteria *Fusarium equiseti* y la micorriza *G. mosseae*, hallaron que la coinoculación de ambos MICs no sólo estimularon el crecimiento de las plantas de pepino, sino que además redujeron la severidad de las enfermedades conocidas como antracnosis (*Colletotrichum orbiculare*) y damping-off (*Rhizoctonia solani*).

Resultados análogos fueron reportados por Chandanie *et al.* (2009), quienes también encontraron que *G. mosseae* y los hongos promotores del crecimiento *Penicillium simplicissimum* y *Trichoderma harzianum*, incrementaron el crecimiento de plantas de pepino y además inhibieron el daño del damping off. En investigaciones realizadas por López-Moctezuma (2003) señala que la aplicación de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) y las Bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPR) del género *Bacillus* en plantas de papayo, obtuvieron un mayor desarrollo del área foliar; en su reporte también menciona que no hubo efecto de sinergismo entre las bacterias utilizadas, ya que fueron más eficientes inoculadas por separadas que juntas o coinoculadas. Asimismo Espin *et al.* (2010) obtuvo mayor área foliar en plantas de tomate de árbol establecidas en suelos micorrizados.

Aunque en el grosor del tallo se considera que presenta una alta correlación con la altura de la planta; sin embargo, la utilización de fertilizantes orgánicos en esta variable no se observó diferencias estadísticas, además, de acuerdo con López *et al.* (2019) con doble tallo no tiene el mismo rendimiento que al dejar un tallo a doble hilera, ya que con doble tallo tiene más posibilidad la planta para producir más rendimiento en ella, así mismo que los resultados coinciden con una producción de buena calidad ya que el fruto presentó un valor promedio de parámetros cuantitativos de 9.3 a 9.6 respectivamente con buen color del fruto *sui generis* al de variedad persa en pepino.

Cuadro 1. Análisis de varianza de altura de planta y grosor de tallo en pepino persa ciclo (P-V,2018).

FV	Cuadrado medio						
	Gl	AltPI10	AltPI20	AltPI30	GroTall10	GroTall20	GroTall30
Trat	5	57.71*	57.77*	103.89*	0.008ns	0.0016ns	0.008ns
Error	18	13.99	11.9	26.89	0.004	0.003	0.003
Total	23	540.45	491.26	1003.5	0.123	0.068	0.10
CV (%)		4.5	3.0	3.4	10.8	7.9	8.0

**, * Significancia estadística ($p \leq 0.01$) y ($p \leq 0.05$); ns= no significativo; gl= Grados de libertad; AltPI10,20,30= Altura de planta a los 10,20,30 días (cm); GroTall10,20,30= Grosor de tallo a los 10,20,30 días (cm).

En el largo de las hojas a los 10, 20 y 30 días presentó diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$), este efecto se debe a la aplicación del abono orgánico derivado de roca volcánica, no así para el ancho de la hoja, el cual no presentó diferencias significativas, al respecto Lira *et al.* (2013) señala encontró una respuesta similar al no encontrar diferencias estadística en investigaciones realizadas en pepino, en cuanto al color de fruto a los 45 días y Grados de compactación a 45 días antes de la cosecha, en ambas variables presentaron diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0.01$) (Cuadro 2). Existen evidencias que el empleo de Biofertilizantes (BF) en plantas

de pepino (persa) se ha reportado que el área foliar con aplicaciones de fertilizantes orgánicos se obtuvieron respuestas superiores, al compararse a tratamientos que no se empleó este tipo de fertilización, esto se da principalmente que la utilización de microorganismos vivos provocan una colonización de la superficie de la raíz aun que permite una mejor absorción de los nutrientes del suelo y estar con mayor disponibilidad.

Cuadro 2. Análisis de varianza de largo de hoja y ancho de hoja en pepino persa, ciclo (P-V, 2018).

FV	Gl	Cuadrado medio							
		LarHj10	LarHj20	LaHj30	AnHj10	AnHj20	AnHj30	Color45	GComp45
Trat	5	1.51*	1.20*	1.61*	1.57ns	0.62 ns	1.53ns	5.45**	5.14**
Error	18	0.51	0.56	0.56	0.52	0.39	0.85	3.75	0.21
Total	23	16.9	16.10	18.29	17.31	10.24	23.04	31.0	29.6
CV (%)		5.4	4.8	4.9	4.4	3.5	5.1	5.07	5.23

**, * Significancia estadística ($p \leq 0.01$) y ($p \leq 0.05$); ns= no significativo; gl= Grados de libertad; AltPI10,20,30= Altura de planta a los 10,20,30 días (cm); GroTall10,20,30= Grosor de tallo a los 10,20,30 días (cm). Color45= Color a los 45 días (Parámetros del 1-10); GraComp45= Grados de compactación a los 45 días (Parámetros del 1-10).

La prueba de comparación de medias se obtuvo que la altura de planta desde los 10 hasta los 30 días el tratamiento 5 (Mg (1.010 Lha⁻¹) fue donde se obtuvieron la mayor altura de la planta y que el tratamiento 1 (Fulviorganic (3.906 Lha⁻¹) fueron las plantas que presentaron el menor desarrollo de la altura de la planta de pepino persa.

En el largo de la hoja en las tres fechas de muestreo se obtuvo que los tratamientos 5 y 3 (Mg (1.010 Lha⁻¹) y K 6% de K soluble (3.584 Lha⁻¹ con el empleo de fertilizantes orgánicos derivados de roca orgánica presentaron un valor promedio de 16.4 a 16.6 cm, que estadísticamente fueron En el color de fruto a los 45 días y los Grados de compactación del fruto los 45 días, fueron influenciados por los tratamientos correspondientes del 2 al 6 los cuales fueron: 2) Ca (7.748 Lha⁻¹), 3) K 6% de K soluble (3.584 Lha⁻¹), 4) N 6% de N soluble (0.967 Lha⁻¹), 5) Mg (1.010 Lha⁻¹) y 6) NPK 3% de N, 2% de P y 2% de K (3.906 Lha⁻¹), no así el tratamiento 1 que fue el menor comportamiento en las variables evaluadas.

Cuadro 3. Prueba de comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) de las variables, altura de planta, largo de hoja y ancho de hoja en tres fechas de muestreo, en una variedad de pepino persa, ciclo (P – V, 2018).

Trat	Valores medios						
	AltPI10 (cm)	AltPI30 (cm)	LarHj10 (cm)	LarHj20 (cm)	LaHj30 (cm)	Color45 (Parám)	GComp45 (Parám)
5	88.0 a	155.7 a	13.8 a	14.2 a	16.4 a	9.6 a	9.4 a
4	82.8 ab	148.9 a	13.7 a	14.1 a	16.5 a	9.5 a	9.3 a
3	82.5 ab	148.9 a	13.5 a	14.0 a	16.4 a	9.5 a	9.4 a
2	81.2 b	150.6 a	12.8 ab	13.5 a	16.6 a	9.3 a	9.3 a
6	77.8 b	140.0 b	15.0 a	15.5 a	16.0 b	9.3 a	9.6 a
1	77.7 b	149.7 a	12.3 b	13.1 a	14.8 ab	6.6 b	6.6 b

Todos los valores de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales; AltPI10, 30 = Altura de planta10, 30 días (cm); LarHj10,30 = Largo de hoja 10,30 días (cm); AnHj10 = Ancho de hoja 10 días; Color 45 = Color de fruto a los 45 días (Parámetros cuantitativos); GComp 45 = Grados de compactación de los frutos a los 45 días (Parámetros cuantitativos).

En estudios realizados por Barraza (2015) encontró que el empleo de la solución universal de Steiner con un 175% de concentración original de la solución nutritiva universal de Steiner hubo mejor calidad de frutos de pepino respecto a las variables firmeza, luminosidad y color del fruto. Los resultados de la utilización de fertilizantes a base de roca volcánica rica en calcio se logró que el color se presentará en forma más intensa y el grado de compactación fueran superiores en los tratamientos en todos los tratamientos evaluados, con excepción del tratamiento que fue el no mostró resultados sobre esta variable.

CONCLUSIONES

La utilización de fertilizantes orgánicas derivado de roca volcánica con alto contenido de calcio incrementó un mejor desarrollo en la altura de la planta de pepino persa.

Se obtuvieron incrementos significativos en el desarrollo del largo de la hoja del pepino variedad persa.

Se incrementó un 10% de las variables agronómicas con los tratamientos de NPK, solos o con efectos sinérgicos en comparación con la fertilización de fulviorgánica.

Se logró disminuir la contaminación por el empleo de fertilizantes químicos.

Se puede incrementar su rentabilidad y se logra producir una hortaliza de producción sustentable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu S; Suwwan M y Al E (2013). The influence of plant growth regulators on callus induction from hypocotyls of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Adv. Environ. Biol.* 7(2): 339-343.
- Agrios NG (1998) *Plant Pathology*, Academic Press Inc. Florida, USA, 703 p.
- Antón MA (2004). Utilización del análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo. Tesis posgrado. Universidad Politécnica de Catalunya. Projectes D'Enginyeria. España. 229 p.
- Barraza AFV (2015). Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas.* 9 (1): 60-71.
- Borbón Morales CG; Arvizu AM; García FA; Robles PJM (2018). Ventajas comparativas del pepino mexicano de exportación hacia estados unidos. *Revista Mexicana de Agronegocios, Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A.C.* Vol. 43. 1-11. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/141/14158242004/html/index.html>
- Brussil TCS (2012). Proyecto de factibilidad para la exportación de pepino a los países bajos. Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica Equinocial, Facultad de Ciencias Económicas y Negocios. Quito, Ecuador. 242 p.
- Castellanos RJZ y Borbón MC (2009). Panorama de la horticultura protegida en México, en Castellanos RJZ (ed.), *Manual de producción de tomate en invernadero*, INTAGRI, Celaya, Guanajuato, México. pp. 1-18.
- Destenave JC (2007). La producción de cultivos en invernaderos la mejor alternativa para invertir en México. *El Campo Avanza. Órgano Informativo de la Secretaría de Fomento Agropecuario.* 2: 9.
- FAOSTAT (2010). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>. Consulta: Febrero 2 de 2019.
- FUMIAF (2018). Cultivo de pepino europeo en invernaderos de alta tecnología en México. Fundación Mexicana para la Investigación Agropecuaria y Forestal, A.C. Sagarpa, México. p. 37.
- Garza M y Molina M (2008). Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo en el Estado de Nuevo León. SAGARPA, México. p. 183.
- Grijalva RL y Robles F (2003). Avances en la producción de hortalizas en invernaderos. Publicación Técnica No. 7. INIFAP-CIRNO-CECAB. Caborca, Sonora. México, pp. 14-18.
- Haifa (2014). Nutritional recommendation for cucumber. <http://www.haifa-group.com/files/Guides/Cucumber.pdf>

- Hernández G (2006). Manejo del pepino en invernadero. En: Diplomado Internacional en Agricultura Protegida. Módulo 5. Cd. Obregón, Sonora, México. p. 49.
- Kader AA (1996). Maturity, ripening, and quality relationships of fruitvegetables. *Acta Horticultrae*, 434: 249-256.
- Kurd A; Aziz A; Saifullah K, Munir A and Jahangir K (2012). Biofertilizer-a possible substitute of fertilizers in production of wheat variety zardana in Balochistan. *Pakistan J. Agric. Res.* 25:44-49.
- Infoagro (2012). Fecha de consulta: 06 de Febrero de 2019. El Cultivo del Pepino (2ª parte). <http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino2.htm>
- Inafed (2015). <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM11guanajuato/municipios /11002a. html>
- Lamb E; Shaw N; y Cantliffe D (2001). Beit Alpha Cucumber: A New Greenhouse Crop for Florida1 . HS810. University of Florida. IFAS Extension. pp. 1-5
- Lira SRH; Vázquez SE; Valdez ALA; Cárdenas FA; Ibarra JL; y Hernández SM (2013). Producción orgánica de pepino (*Cucumis sativus* L.) en casombrina con biofertilizantes y acolchado plástico. This publication at: <https://www.researchgate.net/publication/279180492>.
- López-Moctezuma H; Ferrera-Cerrato R; Farias-Larios J; Aguilar-Espinosa S; Bello F Ma. del R y López-Aguirre J.G (2005) Micorriza arbuscular, *Bacillus* y sustrato enriquecido con vermicomposta en el desarrollo de plantas de papayo. *Terra Latinoamericana* 23: 523-531.
- Mercanet (2007). Situación del mercado estadounidense de pepino. Consejo Nacional de Producción. Sistema de Información e Inteligencia de Mercados. Boletín Marzo, Número 1. San José, Costa Rica. Disponible en http://www.cnp.go.cr/php_mysql/admin/KTML/uploads/files/boletines/Pepino__marzo_2007.pdf. Consultado en Febrero 2 de 2019. Premalatha, M.G.S.; Wahundeniya, K.B.; Weerakkody, W.A.P.;
- Piguillem M JP (2004). Competitividad del pepino mexicano en el mercado internacional. Tesis de Posgrado, Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Economía. 138 p.
- SIAP (2010). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Sagarpa, México. Disponible en http://reportes.siap.gob.mx/Agricola_siap/ResumenProducto.do. Consultado en Febrero 2 de 2020. Staub, J.E.; Robbins, M.D.
- Resh, M.H., 1992, Cultivos hidropónicos, Mundi-Prensa. Madrid, España. 165 p.
- Sosa BA y Ruíz IG (2017). La disponibilidad de alimentos en México: un análisis de la producción agrícola de 35 años y su proyección para 2050. CIEAP/UAEM, Papeles de población 93: 207-230.
- Tavares de MPC; Tavares de MAM (2007). Hortalizas subutilizadas en Brasil. *Revista Horticultura Internacional*. 60:70-71.
- Terry E y A Leyva G (2006). Evaluación agrobiológica de la coinoculación micorrizas-rizobacterias en tomate. *Rev. Agro. Costa Rica* 30:65-73.
- Turrent FA y Moreno DR (1998). Producción sostenible de alimentos de origen vegetal en el mundo. *Terra Latinoamericana*, 16: 93-111.
- Zamora E (2017). El cultivo de pepino persa (*Cucumis sativus* L.) bajo cubiertas plásticas. Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y ganadería, Hermosillo, Sonora. Cultivos Protegidos HORT-CP-007. 7 p.

ENSAYO DE GERMINACIÓN (*Cicer arietinum* L) DE SEMILLAS PROCEDENTES CON APLICACIÓN DE *Trichoderma* sp

GERMINATION TEST (*Cicer arietinum* L) OF SEEDS FROM APPLICATION OF *Trichoderma* sp

Brenda Georgina Medina Gómez¹; Maricruz Martínez Lara¹; A. Luis Rey Garduño Ferrusquía¹; Estéfana Alvarado Bárcenas²; Juan Gabriel Ramírez Pimentel⁴; César Aguilar Pérez²; Blanca Cecilia Ramírez López; Francisco Chablé Moreno^{2§}

¹Alumnas de Agronomía TNM-Roque, ²y⁴Docentes del TNM-Roque. §email: fchable4oct@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue realizar pruebas de germinación estándar en semillas de garbanzo sometidos a tratamiento de diferentes cepas de *Trichoderma* sp. El garbanzo es importante por su contenido en proteínas de 20%, además contiene minerales, fibras, vitaminas y calorías, es un alimento de alto valor nutrimental para el consumo humano y animal. Existe variedades que presentan cierta tolerancia a enfermedades de raíz, la variedad "Blanco banoro", presenta tolerancia a la rabia (*Fusarium spp*). Este cultivo se produce en más de 50 países (89.7% en Asia, 4.3% en África, 2.6% en Oceanía, 2.9% en América y 0.4% en Europa). En México durante el periodo O-I, 2018 se sembró una superficie de 104, 487 ha, con una producción de 210, 918 t. El experimento de estableció en el Laboratorio del Departamento de Ciencias Agropecuarias en TNM-Roque. La prueba de germinación estándar se realizó con la variedad Blanco Banoro, establecidas en el ciclo anterior con *Trichoderma* y dos dosis de fertilización, se establecieron tres repeticiones de 100 semillas, en la Técnica entre papel. El diseño experimental fue completamente al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones de 100 semillas para la germinación (%) y se consideró 13 plántulas en la evaluación de variables: número de raíces secundarias y terciaras, número de hojas, peso seco. Los datos se sometieron a un ANAVA y los tratamientos diferentes estadísticamente se les aplicó la prueba de comparación de medias. Los análisis estadísticos presentaron diferencias estadísticas significativamente y altamente significativas. La prueba de germinación estándar de garbanzo el mayor porcentaje de germinación con *T. esperelum* con dosis alta de fertilización. Las raíces secundarias y terciaras destacaron el empleo *T. esperelum* en ambas dosis de fertilización. El empleo de cepas nativas de *Trichoderma* spp., adaptadas a las condiciones agroecológicas de la región, puede ser una alternativa biocontrol y biofertilización en varias especies de cultivo.

Palabras clave: Germinación estándar, garbanzo, Blanco banoro, *Trichoderma*,

ABSTRAC

The objective of this work was a standard germination test on chickpea seeds, sometimes a treatment of different strain of *Trichoderma sp.* Chickpea is important for its 20% protein content, it also contains minerals, fibers, vitamins and calories, it is a food of high nutritional value for human and animal consumption. There is a variety that has a certain tolerance to root diseases, the variety “Blanco banoro”, has a tolerance to rabies (*Fusarium spp*). This crop is produced in more than 50 countries (89.7% in Asia, 4.3% in Africa, 2.6% in Oceania, 2.9% in America and 0.4% in Europe). In Mexico during the O-I period, 2018, an area of 104, 487 ha was sown, with a production of 210, 918 t. The exploitation experiment in the Laboratory of the Department of Agricultural Sciences in TNM-Roque. The standard germination test was carried out with the Blanco banoro variety, established in the previous cycle with *Trichoderma* and two fertilization doses, three repetitions of 100 seeds were established, in the technique between paper. The experimental design was completely random, with six treatments and three repetitions of 100 seeds for germination (%) and considered 13 seedlings in the evaluation of variables: number of secondary and tertiary roots, number of leaves, dry weight. The data is added to an ANAVA and the statistically different treatments are applied to the media comparison test. Detailed statistical analyzes significantly and highly improved statistical differences. The standard chickpea germination tests the highest germination percentage with *T. esperelum* with high dose of fertilization. Secondary and tertiary roots highlighted the use of *T. esperelum* in both doses of fertilization. The use of native strains of *Trichoderma spp.*, Adapted to the agroecological conditions of the region, can be an alternative of biocontrol and biofertilization in several crop species.

Keywords: Standard germination, chickpea, white whitish, *Trichoderma*.

INTRODUCCIÓN

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es la segunda leguminosa de importancia en el mundo (Cutiño-Escalona *et al.*, 2012). En México, su uso ha sido limitado, siendo una leguminosa rica en proteínas (18-25%) y de alto valor biológico. El estado de Guanajuato ha logrado posicionarse hoy en día como el cuarto lugar con el 4.6% de la producción nacional de garbanzo blanco, mientras que Sinaloa produce el 49.8%, actualmente este cultivo se ha catalogado como un cultivo de alternativa para este estado debido a que representa una mejora en la economía local, así como a la creciente demanda de productos agroindustriales del país.

El garbanzo presenta un alto contenido de proteínas, además de contener minerales, vitaminas, fibras y calorías, por lo que es un alimento de alto valor nutrimental tanto para consumo humano como animal. Este cultivo se destina al consumo nacional y otra parte a exportación de mercados de Europa y Medio Oriente (Yadav *et al.*, 2007; Dusuceli *et al.*, 2007; Aguilar y Vélez, 2013; Ponce-Fernández *et al.*, 2019).

Este cultivo representa la quinta leguminosa en importancia de producción de grano, después de la soya, cacahuate, frijol y chícharo. Su principal productor y consumidor es la India, le siguen Turquía, Pakistán, Irán y México. En México actualmente se siembran cerca de 100,000 ha de garbanzo blanco y poco más de 20,000 ha de garbanzo forrajero (SIAP, 2017), lo que posiciona al país como el octavo lugar a nivel mundial.

El garbanzo es un cultivo de bajo requerimiento de agua y que se adapta a las condiciones edafo-climáticas del estado. Es un mejorador natural de la fertilidad del suelo debido a su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico en

asociación con la bacteria *Rhizobium leguminosarum*, y contribuye en una mejora en la fertilidad del mismo (Kantar *et al.*, 2007, Resumen, 2010; Echeverría *et al.*, 2014).

El ensayo de germinación consiste en la emisión de la radícula a través de la región micropilar de la semilla, es un atributo de calidad de las semillas que permite determinar las características de una buena calidad de semillas (Moreno, 1996). El garbanzo puede ser afectada desde la emergencia de la plántula por diversos patógenos, una manera de prevenir es la utilización de algunos géneros de *Trichoderma* o de *Bacillus* los cuales son hongos y bacterias de crecimiento rápido, se comportan agresivamente, contra otras especies que pretenden invadir las raíces de los cultivos agrícolas (Oliva-Ortiz, 2017), entre los problemas más severos que atacan a las raíces del cultivo del garbanzo se encuentra la denominada Fusariosis vascular (*Fusarium oxysporum f. sp. ciceris* (Jiménez y Jiménez, 2011), en suelos húmedos es una enfermedad devastadora de este cultivo que puede ser del 10-40% o ser devastadora para el cultivo (Guerrero *et al.*, 2015), una especie importante entre la *Trichoderma* es la *harzianum* y empleado en vario cultivos (Martínez *et al.*, 2013) en sábila en el control de *Sclerotium rolfsii* (González *et al.*, 2017), en el control de *Phytophthora capsici* en Chile (Romero-Arenas *et al.*, 2017). El objetivo del trabajo fue realizar la prueba de germinación estándar de semillas de garbanzo originado por la aplicación de tratamiento de diferentes dosis de *Trichoderma sp.*

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en el Laboratorio del Departamento de Ciencias Agropecuarias del TNM-Roque. La ubicación geográfica 20°34'51.7" N 100° 49' 40.2" W, a una altura de 1775 msnm, a una temperatura anual de 21°C. La prueba de germinación estándar consistió en poner a germinar semillas de garbanzo de la variedad Blanco Blanoro, en la técnica entre papel, la cual se inició con la adición de una solución de Captán® (N-(triclorometilto) ciclohex-4-eno-1,2-dicarboximida) al (0.1% p/v) con la finalidad de evitar el desarrollo de hifas de hongo, posteriormente se agregó una cantidad de agua para proporcionar la humedad suficiente y promover una germinación adecuada, para los seis tratamientos obtenidos de los tratamientos establecidos en campo, los cuales consistieron en: 1) *Trichoderma harzianum*+80-60-00; 2) *Trichoderma asperelum*+80-60-00; 3); Ceba nativa+80-60-00; 4) T *harzianum*+40-30-00; 5) T. *asperelum*+40-30-00; 6) Ceba nativa+40-30-00.

Se consideró mantener la humedad suficiente y solo cuando se observaron riesgos de presencia inicial de hifas de hongos se volvió adicionar solución de Captán®. Para evaluar la germinación se tomó la lectura cada día después de establecido el experimento. Las semillas después del proceso de imbibición, lo que provocó la absorción de agua y rompimiento de la testa para el posterior desarrollo de la radícula y del hipocotilo, hojas y raíces (primaria, secundarias y terciarias), donde cada una de estas variables también se registró sus datos desde el establecimiento de la semilla hasta 15 días que permaneció establecido el experimento. Para la obtención del peso en seco se tomaron dos muestras de cada repetición y se en dejaron secar en una estufa de secado solar durante 72 horas.

El diseño experimental fue completamente al azar con 6 tratamientos se realizaron 3 repeticiones con 100 semillas cada una. Las variables evaluadas fueron el porcentaje de germinación, vigor (emisión de hipocótilo y epicotilo), aparición de hojas cotiledóneas, número de raíces secundarias y terciarias, y peso seco de plántula, en el caso de la evaluación de plántulas se consideraron 13 plantas por cada tratamiento. Para el análisis de los datos se empleó el paquete estadístico SAS (v 9.0) y posteriormente se aplicó la prueba de comparación de medias de (Tukey α 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza de la prueba de germinación estándar de semillas de garbanzo, se obtuvo que la germinación a las 24 horas no presentó diferencias (ns); sin embargo, a las 48 horas arrojó diferencias estadísticas significativa ($P \leq 0.05$). En el número de hojas y en el peso seco de plántula en las dos evaluaciones de 72 y 96 horas fue altamente significativa ($P \leq 0.01$) (Cuadro 1).

Cuadro 1. ANAVA de la germinación, número de hojas y peso seco de plántula de semillas de garbanzo provenientes de semillas tratadas con diferentes dosis de *Trichoderma*.

FV	gl	Cuadrados medios				
		Ger24h	Ger48h	NH72h	NH96h	PeSe (g)
Tratamiento	5	2.29 ns	0.69 *	4.25**	17.44**	0.33**
Error	30	1.14	0.78	0.65	3.00	0.07
Total	35	45.88	26.97	40.75	177.22	3.78
CV (%)		13.6	4.5	19.4	12.1	21.3

FV= Fuente de variación; CV (%) = Coeficiente de variación en por ciento, *, ** = significativo a nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente; ns = No significativo estadísticamente. Ger24 = Germinación a las 24 horas, Ger28 = Germinación a las 48 horas, NH72h = Número de hojas a las 72 horas, NH96h = Número de hojas a las 96 horas, PeSe = Peso seco de plántulas g.

Los resultados de la prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05) se obtuvo que la germinación a las 24 horas el tratamiento 4 fue numéricamente superior, sin embargo, comparte estadísticamente su grupo con los tratamientos 5, 3, 2, 1, en el caso de las 48 horas todos los tratamientos presentaron una alta germinación con excepción del tratamiento 1. En cuanto al número de hojas a las 72 y 96 horas fue el tratamiento 5 y 3 estadísticamente superiores, aunque se comparte el grupo estadístico con el tratamiento 2, en el peso de la plántula se observa que el tratamiento 4 y 3 son estadísticamente superiores, en todo el desarrollo del experimento el tratamiento 6 es el de menor valor promedio en todas las variables evaluadas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias de germinación, número de hojas y peso seco en semillas de garbanzo provenientes de diferentes dosis de aplicación de *Trichoderma*.

Descripción	Trat	Valores medios				
		Ger24	Ger48	NH72	NH96	PeSeco
<i>T. harzianum</i> +40-30-00	4	10.6 a	97.5 a	2.66 c	12.00 c	1.60 a
<i>T. esperelum</i> +40-30-00	5	10.3 ab	98.0 a	4.50 ab	16.33 a	1.03 b
Cepa nativa+80-60-00	3	3.6 ab	98.0 a	4.66 ab	16.00 a	1.36 ab
<i>T. harzianum</i> +80-60-00	2	3.6 ab	100.00 a	5.00 a	14.66 ab	1.03 b
<i>T. harzianum</i> +80-60-00	1	3.3 ab	61.0 b	4.00 ab	13.00 bc	1.06 b
Cepa nativa+40-30-00	6	1.01 c	95.0 a	3.66 b	13.66 bc	1.01 bc

Los valores con la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, Ger24 = Germinación a las 24 horas, Ger28 = Germinación a las 48 horas, NH72h = Número de hojas a las 72 horas, NH96h = Número de hojas a las 96 horas, PeSeco = Peso seco de plántulas g.

El resultado del ANAVA de número de raíces secundarias a las 120 y 144 horas, presentaron en la primera fecha de muestreo (120 h) diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para el segundo muestreo (144 h) fueron significativas ($P \leq 0.05$), en cuanto al número de raíces terciarias a las 216 horas se obtuvo diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis e varianza de número de raíces secundarias y terciarias de la germinación de semillas de garbanzo provenientes de diferentes dosis de *Trichoderma*.

FV	Gl	Cuadrados medios		
		NrSec120h	NrSec144h	NrTer216h
Trat	5	67.96**	27.20*	69.76**
Error	72	6.89	6.91	3.08
Total	77	836.11	634.15	570.00
CV (%)		17.28	13.25	21.70

FV= Fuente de variación; CV (%) = Coeficiente de variación en porcentaje; *, ** = significativo a nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente; ns = no significativo estadísticamente, NrSec120h = Número de raíces secundarias a las 120 h, NrSec144h = Número de raíces secundarias a las 144 h, NrTer = Número de raíces terciarias 216 h.

Los resultados de la prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05) en el número de raíces secundarias a las 120 horas, se obtuvo que el tratamiento 6 (Cepa nativa+40-30-00) y el tratamiento 5 (*T. esperelum*+40-30-00) estadísticamente iguales, asimismo el que presentó los valores promedios más bajos con valor de 18 raíces secundarias fue el tratamiento 4. Para las raíces secundarias a las 144 horas, se obtuvo que el tratamiento 6 (Cepa nativa+40-30-00) fue estadísticamente superior con valor promedio de 19.30 raíces secundarias y el tratamiento 3

con menor número de raíces con 12.8 raíces secundarias. Para las raíces terciarias se determinó que los tratamientos 5, 1 y 2 fueron estadísticamente superiores con un valor promedio de un rango de 9.69 a 10.61 raíces terciarias (Cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de comparación de medias de Numero de raíces secundarias y terciarias en garbanzo en aplicación de *Trichoderma*.

Descripción	Trat	Valores medios		
		NrSec120	NrSec 144	NrTer216
Cepa nativa+40-30-00	6	21.84 a	19.30 a	6.23 b
<i>T. esperelum</i> +40-30-00	5	21.30 a	15.07 bc	10.61 a
<i>T. harzianum</i> +80-60-00	1	19.46 ab	14.00 bc	9.69 a
<i>T. esperelum</i> +80-60-00	2	19.30 ab	13.92 bc	10.46 a
Cepa nativa+80-60-00	3	19.15 ab	12.84 c	6.23 b
<i>T. harzianum</i> +40-30-00	4	18.00b	16.00b	5.76 b

Los valores con la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, NrSec120h = Número de raíces secundarias a las 120 h, NrSec144h = Número de raíces secundarias a las 144 h, NrTer = Número de raíces terciarias a las 216 h.

En la prueba de germinación estándar de Chicharo, realizada por Enrico *et al.* (2013) donde evaluó diversos fungicidas para prevenir la presencia de hongos a las plántulas recién germinadas y donde observó que ocasionalmente epicotilo presentó atrofia del tallo principal, desarrollando epicotilos secundarios por lo que se consideraron plántulas normales a los 5 días de establecida la prueba, y se obtuvo de un 62 a 72 % de la prueba de germinación, en esta investigación se obtuvo que el empleo de *Trichoderma esperelum* favoreció el porcentaje de germinación de la semilla de garbanzo alcanzando un 100% a las 48 horas. De acuerdo con resultados de investigación de Sánchez-Yañez *et al.* (2014) al realizar el tratamiento con inoculantes a base de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV) con las especies *Azotobacter vinelandii* y *Burkholderia cepacia* en semillas del cultivo de garbanzo y evaluando en forma adicional niveles de fertilización nitrogenada, encontraron una respuesta positiva de la semilla de garbanzo a la doble inoculación con ambas BPCV, promovió tanto en el desarrollo de la plántula y en la etapa de floración, valores estadísticos diferente y significativo. Lo anterior sugiere una respuesta positiva del garbanzo que optimizó la dosis 50% del FN, por una acción sinérgica de los dos géneros de BPCV en sus raíces, los resultados de esta investigación se considera que son coincidentes ya que se logró identificar que el género *Trichoderma esperelum* promovió un mayor desarrollo de las plántulas que provienen de semillas tratadas con diferentes especies de *Trichoderma*.

Oliva-Cruz *et al.* (2017) al realizar pruebas de germinación donde realizaron la aplicación de *Pseudomonas*, *Trichoderma* y *Bacillus*. La cepa nativa de *Trichoderma* sp. HRG-060 destacó por la mayor inhibición micelial *in vitro* de cepas patógenas y por su capacidad de colonizar el 100 % de superficie del micelio crecido del patógeno en 3 días, que además tuvo influencia en la rendimiento de la planta, resultados que también concuerdan con Romero-Arena *et al.* (2017) al realizar el control de *Phytophthora capsici* L. con biopreparados de *Trichoderma* en el cultivo de tomate, en este sentido se puede señalar que en esta investigación los tratamientos con el empleo de *Trichoderma esperelum* en ambas dosis de fertilización promovió el mayor desarrollo de raíces, por los que resultados de la investigaciones resultan coincidentes con los investigadores, al determinar que se presentan cepas afines del cultivo que mejoran las características de las plántulas germinadas.

CONCLUSIONES

Los análisis estadísticos presentaron diferencias estadísticas tanto significativamente y altamente significativas. El ensayo de germinación estándar de garbanzo el mayor porcentaje de germinación con *T. esperelum* con dosis alta de fertilización. La presencia de raíces secundarias y terciarias destacan el empleo de *T. esperelum* en ambas dosis de fertilización y *T. harzianum* con dosis alta de fertilización.

La presencia de hojas se manifestó con mayor influencia en los tratamientos donde se empleó *T. esperelum* y la cepa nativa con dosis de fertilización alta.

Bajo estas perspectivas, el empleo de cepas nativas de *Trichoderma* spp., adaptadas a las condiciones agroecológicas de la región, presentan una capacidad conjunta de biocontrol y biofertilización en varias especies de cultivo.

LITERATURA CITADA

- Aguilar RVG, y Vélez RJF. 2013. Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Departamento de Ciencias de Ingeniería Química, alimentos y ambiental. Universidad de las Américas, Cholula, Puebla. pp. 25-34.
- Cutiño-Escalona M. 2012. Inoculación de *Azobacter chroococcum* en el cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Revista Innovación Tecnológica. 18: 1-7.
- Dusunceli F, Wood JA, Gupta A, Yadav M, and Yavad SS. 2007. International trade. In: S.S. Yavav, R.J. Redden, W.Chen and B.Sharma (eds), Chickpea Breeding and Management. CAB Intl. Walliford, Oxfordshire, U.K. pp. 555-575.
- Enrico JM, Gallo CDV, Dignani D. 2013. Semillas de arveja: tratamientos eficaces para el control de patógenos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Recuperado de <https://inta.gob.ar/documentos/semillas-de-arveja-tratamientos-eficaces-para-el-control-de-patogenos>.

- Echevarría A, Cruz TA, Rivero D, Cárdenas RM, Martínez CB. 2014. Comportamiento agronómico de cultivares de garbanzo (*Cicer arietinum* L.), en condiciones del Municipio Los Palacios, Pinar del Río. *Cultivos Tropicales*. 35 (3): 101-106.
- González CM, Puertas AA, Danger HL, López ÁS. 2017. Uso de *Trichoderma harzianum* Rifaii para el control biológico de *Sclerotium rolfsii* Sacc. en el cultivo de zábila (*Aloe vera* L.).
- Guerrero Z, Acosta GJA, Sánchez GBM, Ortega MPF, y González CM. 2015. Razas patogénicas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* en garbanzo cultivado en Guanajuato, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 38: 183-190.
- Kantar F, Hafeez BF, Shivakumar G, Sundaram SP, Tejera NA, Aslam A, Bano A, and Raja P. 2007. Chickpea *Rizobium* management and nitrogen fixation. pp. 179-192, *In*: S. S.Yadav, R.J Redden, Chen W, Sharma B (eds), Chickpea Breeding and Management CAB Intl. Walliford Oxfordshire, U. K.
- Jiménez M, and Jiménez GMM. 2011. Integrated management of *Fusarium* wilt diseases. *In*: Alves S, FM, and J Díez (eds). Control of *Fusarium* Diseases. Research Signpost, Kerala, India. pp: 177-215.
- Martínez B, Infante D, Reyes Y. 2013. Artículo reseña *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos *Rev. Protección Veg.* 28 (1): 1-11.
- Moreno EM. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Ed. 2da. Edit. Universidad Autónoma de México, México D.F.
- Oliva-Ortiz L del C, Velázquez-Alcaraz T de J, Sosa-Pérez R, Partida-Ruvalcaba L, Díaz-Valdés T, Arciniega-Ramos J, López-Orona CA. 2017. Control de la fusariosis vascular del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) por microorganismos nativos de Sinaloa, México. *Agrociencia* 51: 683-695.
- Ponce-Fernández NE, Pollorena-López G, Rosas-Domínguez C, Mariel López-Peñuelas V, Osuna-Izaguirre SC. 2019. Composición química, características funcionales y capacidad antioxidante de formulaciones de garbanzo (*cicer arietinum* L.) blanco sinaloa 92. *Agrociencia* 53: 35-44.
- Resumen del Taller de Intercambio. El cultivo del garbanzo. 2010. [Consultado: 20/10/2019] Disponible: <<http://www.infoagro.com/noticias/2010/zayintec>>.
- Romero-Arenas O, Amaro JL, Damián MA, Valencia de Ita MA, Rivera A, y Huerta M. 2017. Biopreparados de *Trichoderma* spp. para el control biológico de *Phytophthora capsici* en el cultivo de tomate de Puebla, México. *ITEA (2017), Vol. 113 (4), 313-324*
- Sánchez-Yáñez JM, Villegas MJ, Vela-Muzquiz GR, Marquez-Benavides L. 2014. Respuesta del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) a la inoculación con *Azotobacter vinelandii* y *Burkholderia cepacia* a dosis reducida de fertilizante nitrogenado. *Scientia Agropecuaria* 5: 115-120.
- SIAP (Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera). 2016. SAGARPA. México. <http://www.siap.go.mx> (Consultado el 04 de diciembre del 2018).

EFFECTO DE HIDROGEL Y ACIDO SALICILICO EN EL PESO DE PLANTAS DE MAIZ (*Zea mays*) BAJO REGIMEN DE TEMPORAL

Leonardi Fisher Sánchez García¹; Bertha María Sánchez-García²; Daniel Rodríguez Mercado³; Luis Patricio Guevara Acevedo^{3§}

¹Estudiante de Licenciatura Ingeniería Agronomía. Tecnológico Nacional de México-Roque, Km. 8, Carretera Celaya-Juventino Rosas. Roque, Celaya, Gto., ²Estudiante de Doctorado en Ciencias en Producción Agroalimentaria. Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto., ³ Docente Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto. [§]Autor para correspondencia: lpguevara@itroque.edu.mx

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue observar el efecto de hidrogel y ácido salicílico (AS) en el peso fresco, peso seco y biomasa de raíz de la planta de maíz, el experimento se llevó a cabo en El Rancho El Colorado, San Miguel de Allende, Gto., en el ciclo primavera-verano 2019 bajo el régimen de temporal, en una parcela experimental de 0.450 ha, donde se sembró el híbrido de maíz San Benito (Cincinnati Seeds®), se utilizó un diseño de bloques al azar con 7 tratamientos y un testigo absoluto, cada unidad experimental conformada por 4 surcos (0.8 m de ancho y 35 m de largo) y una separación de 2 surcos entre cada unidad experimental. Los tratamientos evaluados fueron diferentes concentraciones de hidrogel (100, 50 y 25 % de la dosis comercial), 6.7 mM de Ácido Salicílico (AS) y un testigo absoluto. 129 días posteriores a la siembra se tomaron 5 plantas al azar por unidad experimental, a las cuales se les determinó: peso fresco de la parte aérea y raíz, posteriormente las plantas fueron colocaron a 72 °C por 3 días y se determinó el peso seco y biomasa. Los resultados muestran que el tratamiento con hidrogel al 100 % de la dosis comercial se obtuvieron los mayores resultados en todas las variables (peso fresco de planta, peso seco de planta, biomasa de planta, peso fresco de raíz, peso seco de raíz y biomasa de raíz).

Palabras clave: *Sequía, elicitores, maíz de temporal*

SUMMARY

The aim of this research was to observe the effect of hydrogel, and salicylic acid (SA) on the fresh weight, dry weight, and root biomass of the corn plant, the experiment was carried out in El Rancho El Colorado, San Miguel de Allende, Gto., in the spring-summer 2019 cycle under raining regime, an experimental plot of 0.450 ha, where the San Benito corn hybrid (Cincinnati Seeds®) was planted, a randomized block design was used, with 7 treatments and an absolute control, each experimental unit consisting of 4 rows (0.8 m wide and 35 m long) and a separation of 2 rows between each experimental unit. The treatments evaluated were different concentrations of hydrogel (100,

50 and 25 % of the commercial dose), 6.7 mM Salicylic Acid (SA) and an absolute control. 129 days after planting, 5 random plants were taken per experimental unit, which were determined: fresh weight of the aerial part and root, then the plants were placed at 72 ° C for 3 days and the dry weight was determined and biomass. The results show that the hydrogel treatment at 100 % of the commercial dose obtained the highest results in all variables (fresh plant weight, dry plant weight, plant biomass, fresh root weight, dry root weight and biomass root).

Key word: *Drought, elicitors, temporary corn.*

INTRODUCCION

En México, el maíz (*Zea mays* L.) ocupa el primer lugar por superficie cultivada y producción, pero su rendimiento promedio (2.47 ton ha⁻¹) es inferior al mundial (4.47 ton ha⁻¹) (FAOSTAT, 2004). Esto, principalmente, se atribuye a que 80 % de la superficie utilizada dispone del agua de lluvia escasa y mal distribuida. La sequía afecta más al maíz cuando incide cerca de la floración, ya que inhibe el desarrollo floral y provoca fallas en la fertilización y aborto de cigotes (Saini y Westgate, 2000). El rendimiento de grano se reduce más que en otros estadios del crecimiento debido a que la floración es un periodo crítico en la definición del número de granos, principal componente de rendimiento (Çakir, 2004).

Con base en experimentos en invernadero, ensayos en campo y análisis históricos de datos de rendimientos en lotes de producción de maíz, los expertos han llegado a la conclusión que la sequía que se presenta cerca de la floración, tiene un efecto mayor sobre el rendimiento de grano. Déficits de agua durante periodos de uno o dos días durante la floración masculina o durante la polinización pueden causar una reducción del rendimiento hasta de 22 % (Robins y Domingo, 1953), mientras que, la escasez de agua durante los estados de llenado del grano (McPherson y Boyer, 1977) y los estados vegetativos (Denmead y Shaw, 1960) puede tener efectos mucho menores sobre el rendimiento.

Para resolver esta problemática, en la actualidad se han implementado nuevas tecnologías, una de ellas consiste en el uso de retenedores de agua, hidro-retenedores, hidrogeles o polímeros absorbentes. Estos son definidos como materiales constituidos por redes poliméricas hidrofílicas química y físicamente reticuladas, capaces de absorber o retener grandes cantidades de agua o fluidos biológicos sin perder su forma tridimensional (3D); los cuales son fácilmente sintetizados por copolimerización de solución de acrilamida y acrilato con un agente reticulante (Brito *et al.*, 2013; Magalhães *et al.*, 2013). El copolímero de acrilamida y acrilato de potasio o poliacrilato, tienen la característica de ser altamente higroscópicos; es decir, absorben grandes cantidades de humedad (finalmente agua). Su presentación es en gránulos o polvo, y puede absorber hasta 500 veces su peso en agua (Trujillo, 2009). El polvo granulado de acrilato de potasio es biodegradable, no tóxico que comercialmente se conoce como silos de agua, el cual es un compuesto de copolímeros reticulados de ácido acrílico y acrilamida con base en

potasio no tóxico, ni contaminante para el suelo o plantas (Trujillo, 2009). Los copolímeros son utilizados en la actividad agrícola como acondicionadores de suelo, principalmente por aumentar la capacidad de almacenar agua en el suelo (Brito *et al.*, 2013; Magalhães *et al.*, 2013). Los suelos que reciben poca lluvia o irrigación, o son demasiado porosos para retener la humedad en la zona de las raíces de las plantas, se benefician notablemente con el uso de hidrogeles. Adicionalmente, en suelos arcillosos los hidrogeles ayudan a mejorar el contenido de aire del suelo, dado el proceso de expansión que se genera por los ciclos de absorción-liberación del material (Barón *et al.*, 2007).

Por otro lado, en la actualidad un compuesto que se ha comprobado que ayuda a mitigar el estrés hídrico, es el ácido salicílico (AS), es un compuesto fenólico producto del metabolismo secundario presente en tejidos vegetales (Raskin, 1992; Hayat *et al.*, 2010). El AS regula el crecimiento en las plantas e incrementa el rendimiento de los cultivos cuando se suministran bajas concentraciones de forma exógena (Rivas-San Vicente y Plasencia, 2011). Este compuesto beneficia la longitud, peso, perímetro y área de la raíz de las plantas (Gutiérrez-Coronado *et al.*, 1998; Larqué-Saavedra *et al.*, 2010), modificando su morfología (Echevarría-Machado *et al.*, 2007) y, además, aumenta la biomasa fresca y seca del tallo (Villanueva-Couoh *et al.*, 2009) y los nutrimentos en el tejido (Khan *et al.*, 2010). Diversos trabajos señalan el potencial del AS como regulador de procesos fisiológicos y bioquímicos en las plantas (Hayat *et al.*, 2010), que favorecen el desarrollo (Tucuch *et al.*, 2015; Tucuch-Haas *et al.*, 2016), la bioproductividad (Martín-Mex *et al.*, 2013) y la tolerancia a daños causados por factores bióticos (An y Mou, 2011) y abióticos (Khan *et al.*, 2015). El AS ha sido asociado con la producción de compuestos fenólicos (Rodrigues-Brandao *et al.*, 2014).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Experimento

El experimento se estableció en el ciclo primavera-verano 2019, bajo el régimen de temporal en una superficie de 0.450 ha, en la población de El Colorado, Municipio de San Miguel de Allende, que se localiza en las coordenadas longitud (dec): -100.57611, latitud (dec): 20.948333 y a 2130 metros sobre el nivel del mar (nuestro-mexico.com).

Diseño experimental y aplicación de tratamientos

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial A x B, con una unidad experimental de 4 surcos de 35 m de largo y como parcela útil los 2 surcos centrales de 29 m de largo, eliminando 1 m de cada extremo. La división entre bloques fueron dos surcos sembrados con maíz. El factor A estuvo conformado por la cantidad de hidrogel aplicado al suelo, mientras que el factor B fue ácido salicílico aplicado vía foliar, así como un testigo absoluto donde no se aplicó nada (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el experimento.

No Trat	Factor A	Factor B
	Hidrogel (Kg ha ⁻¹)	Ácido Salicílico
1	100 Kg	-
2	50 Kg	-
3	25 Kg	-
4	Testigo	-
5	100 Kg	6.7 mM
6	50 Kg	6.7 mM
7	25 Kg	6.7 mM
8	-	6.7 mM

Se sembró el híbrido de maíz San Benito (Cincinnati Seeds®) con una sembradora tradicional de dos surcos, a distancia entre semillas de 8-9 cm, los surcos fueron de 0.8 m de ancho y 280 m de largo, constituidos por 4 bloques y 8 unidades experimentales por bloque, dejando 2 surcos de separación por bloque y entre unidad experimental 2 m.

La aplicación de los tratamientos con hidrogel se realizaron al momento de la siembra y los correspondientes con ácido salicílico se aplicaron de manera foliar más adherente (1 %) a los 22, 37 y 52 días después de la siembra (dds), el tratamiento como testigo no se le aplicó absolutamente nada.

Medición de variables

A los 129 dds se tomaron 5 plantas al azar por unidad experimental, utilizando los dos surcos centrales como parcela útil evitando así el efecto de orilla, dichas plantas fueron extraídas desde la raíz, posteriormente fueron limpiadas quitando el exceso de suelo y se pesó con una balanza (T-fal®); la raíz y el área foliar de manera independiente, el área foliar fue seccionada manualmente, después se colocaron en bolsas de papel previamente etiquetadas, y se colocaron en una estufa 72 °C por 3 días, una vez que el exceso de humedad se eliminó y la materia seca fue uniforme de todas las plantas, se volvieron a pesar de forma independientemente (la raíz y el área foliar), tomando el valor de peso seco de cada planta. La biomasa de planta (BIOP) se obtuvo mediante la diferencia del peso fresco de planta (PFP) y peso seco de planta (PSP) y para la raíz, se realizó el mismo procedimiento para obtener biomasa de raíz (BIOR), utilizando peso fresco de raíz (PFR) y peso seco de raíz (PSR).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza muestra que el factor tratamiento mostro efecto altamente significativo para todas las variables en estudio, PFP, PSP, BIOP, PFR, PSR Y BIOR (Cuadro 2), estos valores son similares a los reportados por Maldonado *et al.* (2011) quienes observaron efecto significativo en las variables peso seco de la parte aérea y peso seco de la raíz en *Pinus greggii* Engelm por efecto de sustrato con hidrogel. Para el factor bloque se observó efecto altamente significativo para todas las variables en estudio a excepción de peso seco de planta, en factor repetición (cada planta por unidad experimental) se observó efecto altamente significativo para la variable BIOP, en las variables PFP y BIOR se observa efecto significativo y en las variables PSP, PFR y PSR presentaron efecto no significativo, en la interacción bloque tratamiento (B x T) presento efecto significativo para todas las variables en estudio a excepción de PSR.

Cuadro 2. Cuadrado medio de las variables peso fresco de planta (PFP), peso seco de planta (PSP), biomasa de planta (BIOP), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR) y biomasa de raíz (BIOR) de plántas de maíz (*Zea mays*) por efecto de hidrogel y ácido salicílico (AS).

FV ²	GL ³	CM ¹					
		PFP	PSP	BIOP	PFR	PSR	BIOR
Trat (T)	7	185476.228**	20053.8429**	88115.142**	7911.071**	1365.1**	2966.885**
Bloque (B)	3	45539.323**	5374.6833ns	19878.4229**	7100.416**	1426.783**	2350.950**
Repetición	4	29839.063*	775.5844ns	33104.6469**	751.796ns	90.5ns	583.156*
B x T	21	33689.561*	6702.583*	14303.7753**	2771.011*	526.297ns	1048.630**
E.E	124	24730.353	4520.442	1258.005	1362.2	560.214	266.945

¹Cuadrado Medio, ²Fuente de Variación, ³Grados de Libertad. ** Altamente significativo ($p \leq 0.001$); *Significativo ($p \leq 0.05$); ns = no significativo.

Las dosis de hidrogel aplicadas al momento de la siembra de maíz, afectaron significativamente ($p \leq 0.1$) a las variables en estudio. La dosis de 100 % de hidrogel de la dosis comercial (DC) presentó los mayores valores para todas las variables en estudio (Cuadro 3). Para las variables peso fresco de planta (PFP), peso seco de planta (PSP) y biomasa de planta (BIOP) las dosis de 100 % y 50 % de la DC presentaron los mayores valores. En la variable PFP las dosis de 100 % y 50 % de la DC en combinación con AS se comportó estadísticamente igual con un aumento de 48.19 %, 37.61 %, 36.38 %, 36.38 % respectivamente, estos resultados son similares a los reportados por Larque-Savedra *et al* (2010) quienes observaron un aumento del 38.6 % en el peso fresco de vástago en plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum*) con aplicaciones de AS, mientras que el tratamiento

con aplicación de 25 % hidrogel DC + 6.7 Mm AS, 25 % hidrogel DC fueron inferiores, ya que el efecto observado fue menor con un 24.33 % y 22.95 % respectivamente en comparación al testigo. Con aplicaciones de 6.7mM AS únicamente, se observó un comportamiento negativo, ya que para PFP tuvo una baja del 2.76 % con respecto al testigo. En la variable PSP, la dosis de 100 % y 50 % de DC son estadísticamente iguales, donde se observó un aumento de 36.70 % y 42.90 % respectivamente, con respecto al testigo para los tratamiento de 100 % y 50 % de hidrogel combinado con AS hubo un aumento del 36.15 % y 32.60 %, los anteriores fueron mayores a lo observado por Sánchez (2019) quién reporto un aumento del 30.53 % en el peso de materia seca en el cultivo de maíz con aplicaciones de hidrogel, no obstante para la DC de 25 % de hidrogel con AS (6.7mM) y 25 % de hidrogel DC se observaron valores inferiores, al obtener un 17.51 % y 20.27 % respectivamente. Los tratamientos 100 %, 50 % de hidrogel de DC, 100 % hidrogel con 6.7 Mm de AS y 50 % de hidrogel con AS (6.7mM) mostraron un comportamiento uniforme, ya que se observó un efecto significativo estadísticamente igual para la variable BIOP con un aumento del 55.01 %, 34.88 %, 36.50 % y 38.34 % respectivamente, en comparación al testigo; mientras que, el 25 % de hidrogel DC y 6.7mM de AS y 25 % de hidrogel DC resultaron estadísticamente iguales, mostrando un aumento de BIOP comparado con el testigo con 27.87 % y 24.34 %. En la variable PFR el efecto de mayor significancia fue para DC de 100 % de hidrogel con un aumento del 71.42 %, seguido de la dosis 50 % de hidrogel, 100 % de hidrogel con AS (6.7mM) y 25 % de hidrogel con AS, se observó un efecto estadísticamente igual con un aumento de PFR del 45.17 %, 49.42 % y 32.04 % respectivamente, estos resultados son mayores a los reportados por Maldonado *et al.*, (2011) quienes no observaron efecto positivo en aplicaciones de hidrogel a diferentes concentraciones en varias mezclas de sustrato para la producción de *Pinus greggii* Engelm, al igual fueron resultados mayores a lo reportado por Villanueva *et al.* (2009) quienes observaron un aumento del 27.52 % en materia fresca de raíz en plantas de Crisantemo var. Polaris White con aplicaciones de AS con respecto al testigo. Se observó un aumento del 104.51 % de PSR con respecto al testigo, este aumento se atribuye por efecto del hidrogel 100 % DC, seguido de 100 % de hidrogel en combinación de AS (6.7mM) en el que se observó un aumento del 68.62 % en comparación con el testigo. Con 50 % de hidrogel y la interacción hidrogel (25 % hidrogel DC) y AS (6.7mM) se comportaron estadísticamente igual, ya que fueron superiores al testigo con 50.33 % y 33.63 %, estos valores son superiores a los reportados por Villanueva *et al.* (2009) quienes observaron un aumento del 23.67 % de materia seca de raíz con respecto al testigo en plantas de Crisantemo var. Polaris White con aplicaciones de AS. Para la variable en estudio BIOR con 100 % de hidrogel de la DC, se obtuvo un aumento del 54.22 % comparado con el testigo, seguido de la DC al 50 % de hidrogel, 50 % de hidrogel más AS y 25 % de hidrogel más AS (6.7mM), mostrando un efecto estadísticamente igual con un aumento de 42.48 %, 39.43 % y 31.22 % respectivamente, con respecto al testigo; dicho efecto fue mayor al observado por Villanueva *et al.* (2009) quienes reportaron un aumento del 34.21 % en biomasa de raíz con aplicaciones de AS en Crisantemo var. Polaris White.

En las plantas donde solo se aplicó AS (6.7mM), se observaron resultados negativos para todas las variables en estudio.

Cuadro 3. Efecto de diferentes dosis de hidrogel y AS en las variables peso fresco de planta (PFP), peso seco de planta (PSP), biomasa de planta (BIOP), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR) y biomasa de raíz (BIOR) en maíz bajo condiciones de temporal.

Trat (T)	Composición	PFP	PSP	BIOP	PFR	PSR	BIOR
1	100% H	778.00 a	245.05 a	535.95 a	111.00 a	45.300 a	65.700 a
2	50% H	722.50 a	256.15 a	466.35 a	94.00 ab	33.300 abc	60.700 ab
5	100% H + 6.7mM AS	716.00 a	244.05 ab	471.95 a	96.75 ab	37.350 ab	59.400 ab
6	50% H + 6.7mM AS	716.00 a	237.70 ab	478.30 a	78.50 abc	26.850 bc	51.650 abc
7	25% H + 6.7 mM AS	652.75 ab	210.65 abc	442.10 ab	85.50 ab	29.600 abc	55.900 ab
3	25% H	645.50 ab	215.60 abc	429.90 ab	68.00 bc	26.000 bc	42.000 bc
4	Testigo	525.00 b	179.25 bc	345.73 b	64.75 bc	22.150 bc	42.600 bc
8	6.7 mM AS	510.50 b	170.75 c	339.75 b	49.50 c	20.5 c	29.050 c

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

CONCLUSIÓN

La aplicación de hidrogel que actuó como retenedor de humedad en el cultivo de maíz (*Zea mays*) bajo condiciones de temporal mostro un efecto positivo ya que, en las variables evaluadas (peso fresco de planta, peso seco de planta, biomasa de planta, peso fresco de raíz, peso seco de raíz y biomasa de raíz) presentaron valores mayores en comparación al testigo. Las aplicaciones del 100 % y 50 % mostraron un comportamiento similar de acuerdo a la comparación de medias son estadísticamente iguales en las variables: peso fresco de planta, peso seco de planta y biomasa de planta, mientras que, el resto de las variables (peso fresco de raíz, peso seco de raíz y biomasa de raíz) el mayor aumento se observó en aplicaciones de la DC de hidrogel. En México, se encuentra un número reducido de investigaciones donde se emplee el uso de hidrogel como retenedor de agua en el cultivo de maíz y condiciones de temporal es nulo, lo anterior da razón para la implementación de investigaciones a futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barón, A., Barrera, I., Boada, L. & Rodríguez, G. (2007). Evaluación de hidrogeles para aplicaciones agroforestales. Revista Ingeniería e Investigación. 27(3): 35-44.

- Brito, C., Rodrigues, F., Fernandes, M., Da Silva, L., Ricardo, N., Feitosa, J. & Muniz, E. (2013). Síntese e caracterização de hidrogéis compósitos a partir de copolímeros acrilamida-acrilato e caulim: efeito da constituição de diferentes caulins do nordeste brasileiro. *Química Nova*. 36(1): 40-45.
- Çakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Res.* 89: 1-16.
- Denmead, O.T., and R.H. Shaw, 1960. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. *Agron. J.* 52:272-274.
- Echevarría-Machado, I., R. M. Escobedo-G.M, and A. Larqué-Saavedra. 2007. Responses of transformed *Catharanthus roseus* roots to femtomolar concentrations of salicylic acid. *Plant Physiol. Biochem.* 45: 501-507.
- FAOSTAT. 2004. Base de datos estadísticos. <http://faostat.fao.org>. Consulta: 14 de julio 2005.
- Gutiérrez-Coronado, M. A., C. Trejo-López, and A. Larqué-Saavedra. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant Physiol. Biochem.* 36: 563-565.
- Hayat, Q., S. Hayat, M. Irfan, and A. Ahmad. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environ. Exp. Bot.* 68: 14-25.
- Khan, N. A., S. Syeed, A. Masood, R. Nazar, and N. Iqbal. 2010. Application of salicylic acid increases contents of nutrients and antioxidative metabolism in mungbean and alleviates adverse effects of salinity stress. *Int. J. Plant Biol.* 1: 1-8.
- Larqué-Saavedra, A., R. Martín-Mex, A. Nexticapan-Garcéz, S. Vergara-Yoisura, y M. Gutiérrez-Rendón. 2010. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 16: 183-187.
- Maldonado-Benitez K. Reyna., Arnulfo Aldrete, Javier López-Upton, Humberto Vaquera-Huerta, V. Manuel Cetina-Alcalá 2011. Producción de *Pinus greggii Engelm.* en mezclas de sustrato con hidrogel y riego, en vivero. Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 45: 389-398. 2011.
- McPherson, H .G., and J.S. Boyer. 1977. Regulation of grain yield by photosynthesis in maize subjected to a water deficiency. *Agron. J.* 69:714-718.
- Nuestro-mexico.com En: <http://www.nuestro-mexico.com/Guanajuato/San-Miguel-de-Allende/Areas-de-menos-de-100-habitantes/El-Colorado/>
- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. *Annu. Rev. Plant physiol. Plant Mol. Biol.* 43: 439-463.
- Rivas-San Vicente, M., and J. Plasencia. 2011. Salicylic acid beyond: its role in plant growth and development. *J. Exp. Bot.* 1: 1-18.

- Robins, J.S., and L. E. Domingo, 1953. Some effects on severe soil moisture deficits at specific stages in corn. *Agron. J.* 45:618-621.
- Saini, H. S., and M.E. Westgate. 2000. Reproductive development in grain crops during drought. *Adv. Agron.* 68: 59-96.
- Sanchez-Gutierrez Dayana K. 2019. Efecto de la poliacrilamida en el rendimiento y volumen de riego en maíz (*Zea mays*) var. Opaco mal paso irrigación majes.
- Villanueva-Couoh, E., G. Alcántar-González, P. Sánchez-García, M. Soria-Fregoso, y A. Larqué-Saavedra. 2009. Efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de *Chrysanthemum morifolium* (Ramat) Kitamura en Yucatán. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 15: 25-31.
- Trujillo, E. (2009). Plantines y retenedores de agua. Edición Especial. *Revista el Semillero.* 25-27.

CULTIVO *IN VITRO* DE ORQUÍDEA SUBTROPICAL EXÓTICA *Chysis aurea* Lindl.

Maricruz Martínez Lara¹, Brenda Georgina Medina Gómez¹, A. Andrés Estrada Luna³, Estéfana Alvarado Bárcenas², Juan Gabriel Ramírez Pimentel⁴, Francisco Chablé Moreno² email: fchable4oct@hotmail.com

¹Alumnas de Agronomía TNM-Roque, ²y⁴Docentes del TNM-Roque, ³Investigador CINVESTAV Unidad Irapuato.

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue lograr la germinación y micropropagación de semillas de la orquídea *Chysis aurea* Lindl. La familia de la Orchidaceae está constituida por muchas especies, pero es una de las más vulnerables por la destrucción de su hábitat y saqueo indiscriminado. La *Chysis aurea* Lindl. ésta se caracteriza por una flor exuberante y semillas de bajo porcentaje de germinación. El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio del Departamento de Ciencias Agropecuarias, ubicado el km 8 de la carretera de Celaya-JR, a una altura de 1775 msnm y temperatura media de 21°C. El explante inicial fueron semillas de orquídeas establecidas en el medio MS (1962), donde se mantuvieron por 3 meses. Posteriormente se seleccionaron explantes de 3 mm de longitud y se subcultivaron en MS (1962) al 100%, con adición de (BAP y ANA), se agregó 30 gL⁻¹ de azúcar y el pH se ajustó a 5.6 ± 0.01, los gelificantes fueron el agar Bioxón® y Phytigel. La incubación fue con luz fluorescente 1200 luxes (16 h luz y 8 de oscuridad), a temperatura de 28 a 30°C. El diseño del experimento fue completamente al azar, se aplicaron seis tratamientos con seis repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura de la plántula, número de plántula, número de brotes por plántula y altura del brote. Para el análisis estadístico se empleó el paquete SAS (v 9.0) y se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey (0.05). Los resultados del ANAVA en todas las variables resultaron altamente significativas, la mayor altura de plantas fue de 18.17 mm en el tratamiento 5 y el mayor número de brotes en el tratamiento 3 con el empleo de BA y ANA.

Palabras clave: Orquídea, *Chysis aurea*, germinación, semilla de orquídea, micropropagación

ABSTRATC

The objective of this research was to achieve seed germination and micropropagation of the *Chysis aurea* Lindl orchid. This family of the Orchidaceae is made up of many species, but it is one of the most vulnerable due to the destruction of its habitat and indiscriminate looting. The *Chysis aurea* Lindl. This is characterized by its lush flower, low germination percentage. The present work is in the Laboratory of the Department of Agricultural Sciences, located on km 8 of the Celaya-JR highway, at a height of 1775 meters above sea level and an average temperature of 21 ° C. The initial explanatory were orchid seeds established in the Medium MS (1962), where they remained for 3 months. Subsequently, explanatory ones of 3 mm in length can be selected and they were subcultured in 100% DM (1962), with the addition of (BAP and ANA), 30 gL⁻¹ of sugar were added and the pH was adjusted to 5.6 ± 0.01, the gelling was the Bioxón® and Phytigel agar. The incubation was with 1200 lux fluorescent light (16 h light and 8 dark), a temperature of 28 to 30 ° C. The desing of the experiment was completely randomized six treatments with six repetitions were applied. The variables evaluated were seedling height, seedling number, number of shoots per seedling and shoot height. For the statistical analysis the SAS package (v 9.0) was used and the Tukey media comparison test (0.05) was performed. The results of the ANAVA in all the variables were highly accurate, the highest plant height was 18.17 mm in treatment 5 and the greatest number of outbreaks in treatment 3 with the use of BA and ANA.

Keywords: Orchid, *Chysis aurea*, germination. orchid seed, micropropagation

INTRODUCCIÓN

La familia Orchidaceae es una de las más diversas y más vulnerables, principalmente por la destrucción de su hábitat y la gran extracción a la que está sujeta. En México se encuentran entre 1,200 y 1,300 especies descritas (Villaseñor, 2016), de las cuales 181 se registran en alguna categoría de riesgo en la norma oficial vigente (NOM-059ECOL-2001). Se considera que en México se encuentran 1000 especies clasificadas y se reporta que un 20% existen como especies en peligro de extinción (Sedano *et al.*, 2015).

La reproducción de las orquídeas a través de semillas, tiene una enorme limitante para su supervivencia, debido a que el endospermo está reducido en algunas especies y en otras se encuentra ausente, para asegurar su germinación es necesario que las semillas se asocien con hongos micorrícicos que les suministran nutrimentos (Téllez, 2011). La tasa de germinación es de 2–3% en condiciones naturales, por ello su reproducción es limitada (Luan *et al.*, 2006).

Mayo *et al.*, (2010) comenta que una alternativa es el cultivo de tejidos es una herramienta para la propagación de las orquídeas, mientras que, Pence (2011) menciona que el cultivo de tejidos vegetales es una alternativa que se considera como una herramienta biotecnológica para la propagación de especies amenazadas, debido a que permite obtener altas tasas de multiplicación a partir de un explante inicial, ya que por semillas o por métodos asexuales, es poco eficiente su reproducción.

Este trabajo demostró que la germinación de semillas de orquídeas en condiciones *in vitro* fue posible sin la simbiosis de hongos. La propagación de plantas *in vitro*, facilita la rápida propagación de especies cuyos factores de propagación se ve limitada tanto por factores ambientales como aspectos fisiológicos propios de cada especie, además de permitir obtener poblaciones homogéneas, con mayor calidad (Hernández, 2001).

Dada la importancia ornamental y comercial de las orquídeas se han desarrollado diversos métodos de propagación, tanto sexual (a través de semillas) como asexual con el cultivo de segmentos vegetativos (explantes) (Ávila y Salgado, 2006).

La propagación *in vitro* se ha logrado a partir de segmentos de hoja (Murthy y Pyati, 2001), segmentos nodales de plántulas provenientes de semillas germinadas *in vitro* (Chen *et al.*, 2002), nudos florales (Chen *et al.*, 2002), ápices (Saiprasad y Polisetty, 2003), rizomas (Martin, 2003) con el empleo de con 6-benziladenina (BA), ácido indol-3-acético (AIA), ácido α -naftalenacético (ANA) y ácido giberélico (AG₃). El objetivo de la presente investigación fue lograr la propagación y desarrollo de plántulas de orquídeas de la especie *Chysis aurea* Lindl. en el laboratorio de uso múltiple de ciencias agropecuarias del ITR

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en el Laboratorio de uso múltiple Agropecuario del Tecnológico Nacional de México - Roque. La ubicación geográfica 20°34'51.7" N, 100° 49' 40.2" W, a una altura de 1775 msnm, a una temperatura anual de 21°C. la selección de los explantes iniciales (3 mm de longitud) para la regeneración *in vitro* se obtuvieron de la germinación de las semillas de orquídeas en el medio MS (1962), donde fueron mantenidas por 3 meses. El medio de cultivo empleado en la etapa de regeneración fue MS (1962) al 100% de su concentración (se agregó 1 ml de cada solución de MS por cada 100 ml de agua), posteriormente se agregaron los reguladores de crecimiento (BAP 0.5 y ANA 0.25 mgL⁻¹) adicionando 30 gL⁻¹ de sacarosa, el pH se ajustó a 5.6 ± 0.01, y se añadió 6 gL⁻¹ de agar bacteriológico®.

La siembra aséptica se llevó a cabo en una campana de flujo laminar previamente desinfectada (cloro al 30% y alcohol al 70%). Los frascos fueron desinfectados con alcohol al 70%, se flameó la tapa antes de abrir el frasco y al abrir la boquilla, tanto de aquellos que contienen las plántulas micropropagadas como el que contiene el nuevo medio, con las pinzas estériles se seleccionaron plántulas y se distribuyó por todo el medio contenido en el frasco, se volvió a flamear la tapa y boquilla antes de cerrar, después se selló con papel adherible para evitar la entrada de agentes contaminantes.

Después de la siembra y su posterior identificación se colocaron en una cámara de incubación con luz fluorescente de 1200 luxes, se sometieron a 16 horas luz y 8 de oscuridad a una temperatura de 28 a 30°C. El diseño experimental fue completamente al azar con seis tratamientos y seis repeticiones para cada tratamiento. Los tratamientos fueron: 1) 1+0.5; 2) 1+0.5; 3) 0.5+0.25; 4) 0.5+0.25; 5) 1+1 y 6) 1+1 mgL⁻¹ de BAP y ANA, en (MS, 1962) al 100% los tratamientos 1, 3 y 5 con 2 gL⁻¹ de Phytigel® y los demás tratamientos con 3 gL⁻¹. Las variables evaluadas fueron altura de la plántula, número de plántula, número de brotes por plántula y altura del brote. Para el análisis estadístico se empleó el paquete SAS (v 9.0) y se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey (0.05).

RESULTADOS Y DICUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza de las variables altura de planta de orquídea después del primer subcultivo a los 45 y 90 días se obtuvo diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). En la variable de número de brotes a los 100 días, también se obtuvo diferencias altamente significativo ($P \leq 0.01$) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza de altura de planta de orquídea *Chysis aurea* Lindl.

FV	Gl	AltPI45	AltPI90	FV	gl	NoBr100
Trat	5	10.11**	57.55**	Trat	3	1.44**
Error	24	0.40	0.28	Error	14	0.01
Total	29	60.33	294.72	Total	17	20.32
CV(%)		16.14	3.4	CV(%)		0.9

FV= Fuente de variación; gl= Grados de libertad; * y **= Diferencia altamente significativa y significativa ($P \leq 0.01$ y 0.05); AltPI45 = Altura de planta a los 45 días del primer subcultivo; AltPI90= Altura de planta a los 90 días del primer subcultivo; y NoBr100= Número de brotes después de los 100 días del subcultivo.

La prueba de comparación de media (Tukey α 0.05) en las variables altura de planta de la orquídea *Chysis aurea* se presentó que a los 45 días, el tratamiento 2 (6.45 mm) resultó estadísticamente superior a los demás tratamientos; mientras que el tratamiento 1, con un valor medio de 2.55 mm fue el que presentó el menor desarrollo en la altura de la planta. En el caso de la toma de datos a los 90 días se obtuvo que el tratamiento 5 y 1 con un valor promedio de 18.17 y 17.51 mm fueron los que estadísticamente mostraron valores superiores, el tratamiento con menor desarrollo fue el tratamiento 6 con un valor promedio de 8.94 mm.

Para la variable de número de brotes a los 100 días el tratamiento 1, con un valor promedio de 3 brotes fue el que logró la mayor cantidad de propágulos; mientras que el tratamiento 4 mostró una deficiencia de brotes, por lo que se considera un tratamiento con baja productividad de brotes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias de altura de planta y número de brotes *Chysis aurea* Lindl.

Tratamiento	AltPI45	AltPI90	Tratamiento	NoBr100
2	6.54 ^a	16.45 ^{cd}	1	3.0 ^a
4	4.20 ^b	15.77 ^d	3	2.0 ^b
6	3.80 ^{bc}	8.94 ^e	2	1.0 ^c
3	3.70 ^{bcd}	17.10 ^{bc}	4	0.01 ^d
5	2.81 ^c	18.17 ^a		
1	2.55 ^d	17.51 ^{ab}		

AltPI45 = Altura de planta a los 45 días del primer subcultivo; AltPI90= Altura de planta a los 90 días del primer subcultivo; y NoBr100= Número de brotes después de los 100 días del subcultivo.

El subcultivo de plántulas originadas de las semillas de orquídeas se logró en el medio de cultivo MS (1962) donde se logró el desarrollo y además de lograr la formación de brotes a partir de la base de la plántula regenerada *in vitro* (Figura 1).

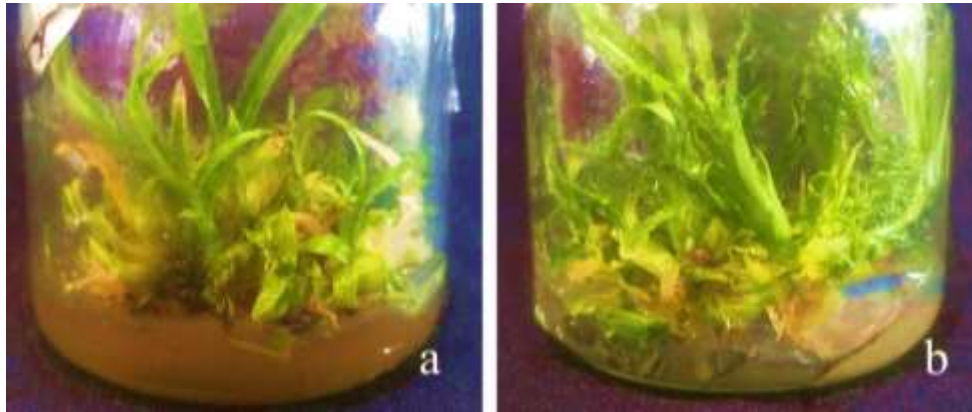


Figura 1. Germinación de semillas de orquídea *Chysis aurea* Lindl: a) Formación de brotes de las semillas, b) Formación de nuevos brotes por caulogénesis.

Una vez regeneradas las plántulas de orquídeas se estableció en el medio MS (1992) con los reguladores de crecimiento BAP y ANA, a los 90 días se logró un desarrollo que puede ser considerado como adecuado para realizar la etapa de la rizogénesis (Figura 2).

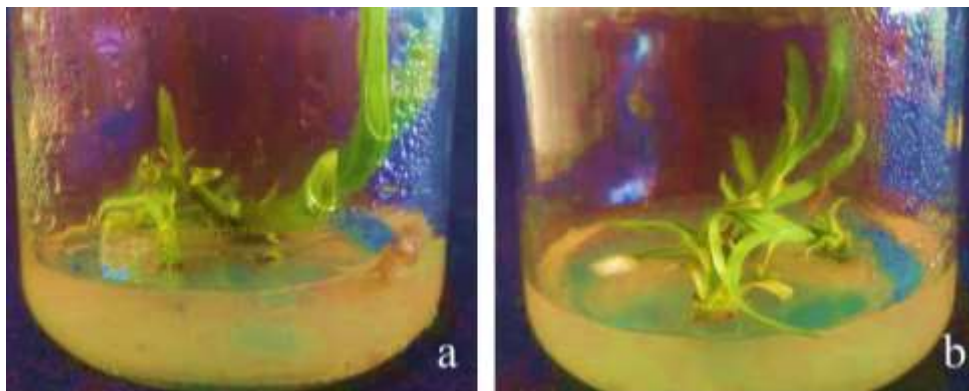


Figura 2. Subcultivo aséptico de orquídea *Chysis aurea* Lindl. a) Subcultivo en etapa inicial después de germinación *in vitro*, b) Regeneración de brotes en la parte basal de *Chysis aurea*.

En investigaciones realizadas por Ávila y Salgado (2006). obtuvieron plántulas de hasta 5 cm de altura con el empleo de ANA en combinación con AG_3 que promueve mejor desarrollo de plántula en las orquídeas *Cattleya*

aurantiaca, *Encyclia adenocaula*, *Euchile citrina*, *Epidendrum radicans*, *Laelia albida*, *Laelia autumnalis*, *Laelia speciosa*, *Oncidium tigrinum* y *Oncidium cavendishianum*. Por otro lado, Pacheco (2001), utilizó como medio de cultivo Knudson® (1946) adicionado con reguladores de crecimiento con ANA (1.0 mgL⁻¹) que fue relevante en el desarrollo de *Chysis aurea* y *Chysis bractescens*; sin embargo, *C. aurea* tuvo retardos en su desarrollo en comparación con *C. bractescens* por lo que se recomienda utilizar otro medio de cultivo y con diferentes reguladores de crecimiento.

Las aportaciones de Coello *et al.* (2010) quien logró una mayor cantidad de brotes (10.6) y raíces (4) con concentraciones bajas de AG₃ y AIA, mientras que en las concentraciones de ANA y BAP tuvieron el menor número de brotes, siendo ANA el que fue menos eficiente en orquídea *Guarianthe skinneri*. Por lo que el medio de cultivo utilizado en esta investigación se considera adecuado para la micropropagación y el desarrollo de las plantas germinadas y en su elongación se obtuvieron plántulas de *Chysis aurea* con un promedio de altura de 17.51 hasta 18.81 mm, finalmente se obtuvieron plantas de hasta 6 cm, sin embargo, se podría complementar el medio de cultivo con el regulador de crecimiento AG₃ para realizar una comparación, ya que Coello (2010) y Ávila y Salgado (2006) emplearon este regulador de crecimiento para un mejor desarrollo de las plantas.

En cuanto a los brotes el tratamiento utilizado por Pacheco (2001) fue el que obtuvo la mayor cantidad de brotes por explante, pero en estudios de Cazares *et al.* (2016) se obtuvieron en la propagación *in vitro* de la orquídea *Prosthechea citrina* (La Llave & Lex.) hasta 6.75 brotes por planta con el uso de BAP y ANA que fueron superiores a los que se regeneraron en esta investigación, sin embargo, Toledo, *et al.* (2012), en cultivo *in vitro* de la orquídea *Chysis bractescens* solamente lograron formar 1.2 brotes por explante, en este sentido se puede considerar que el empleo de BAP promueve la formación de brotes que coincide también con Pierik (1990) quien menciona que la 6-benciladenina, es posiblemente la más eficaz en promover la formación de brotes adventicios en muchas plantas.

CONCLUSIONES

En la etapa inicial después del subcultivo se obtuvo la regeneración de plantas de orquídeas con los reguladores de crecimiento BAP y ANA en esta última en baja concentración de la dosis evaluada, pero con mayor cantidad del agente gelificante Phytigel. En la segunda fase del muestreo se obtuvieron que los tratamientos 5 y 1 finalmente fue donde se obtuvo la mayor altura de planta el cual estuvo constituido por el empleo de BAP y ANA esta última en bajas dosis evaluadas.

El menor crecimiento se obtuvo en las dosis de reguladores más altas evaluadas y la concentración más alta de Phytigel®.

Debido a que el tratamiento 3 (0.5+0.25 mgL⁻¹ de BAP y ANA) se formaba la mayor cantidad de brotes, se procedió a realizar en el medio MS (1962) y en la mismas concentraciones de reguladores de crecimiento se procedió a realizar el segundo subcultivo, aunque debido a la reordenación de los tratamientos en este nuevo ensayo fue el tratamiento 1 (0.5+0.25 mgL⁻¹ de BAP y ANA) donde ha presentado consistencia la respuesta fisiológica en cuanto a la mayor cantidad de brotes.

LITERATURA CITADA

- Ávila DI, Salgado GR. 2006. Propagación y mantenimiento *in vitro* de orquídeas mexicanas, para colaborar en su conservación. *Biológicas*, 8: 138–149.
- Cazarez FT, Graciano LJJ, Solís GS, Díaz RB, Nájera LJA, Montoya AJ. 2016. Propagación *in vitro* de la orquídea *Prosthechea citrina* (La Llave & Lex.) W. E. Higgins nativa del estado de Durango, México. *Investigación y Ciencia*. 24 (67): 19-25.
- Chen TY, Chen TJ, Chang CW. 2002. Multiple shoot formation and plant regeneration from stem nodal explants of *Paphiopedilum* orchids. *In vitro cellular & developmental biology – plant*. 38: 595–597.
- Chen TY, Chen TJ, Chang CW. 2002. Efficient production of protocorm-like bodies and plant regeneration from flower stalk explants of the sympodial orchid *Epidendrum radicans*. *In vitro cellular & developmental biology – plant*. 38: 441– 445.
- Coello CY, Miceli CL, Orantes C, Dendooven L, Gutiérrez FA. 2010. Plant growth regulators optimization for *in vitro* of the orchid *Guarianthe skinneri* (Bateman) Dressier y W.E.Higgins. *Guyana Bot.* 67 (1): 19–26.
- Díaz AI, Salgado GR. 2006. Propagación y mantenimiento *in vitro* de orquídeas mexicanas, para colaborar en su conservación. *Biológicas*. 8: 138–149.
- Luan VQ, Thien NQ, Khiem DV and Nhut DT. 2006. *In vitro* germination capacity and plant recovery of some native and rare orchids. *Proceedings of International Workshop on Biotechnology in Agriculture*. Nong Lam University Ho Chi Minh City. pp. 175–177.
- Mayo MA, Cázares CJG, De la Cruz LE, Flores HA. 2010. Germinación *in vitro* de semillas y desarrollo de plántulas de orquídeas silvestres de Tabasco. Edit. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 31p.
- Martin KP. 2003. Clonal propagation, encapsulation and reintroduction of *ipsea malabarica* (reichb. F.) J. D. Hook., an endangered orchid. *In vitro cellular & developmental biology – plant*. 39: 322–326.
- Murthy HN, Pyati AN. 2001. Micropropagation of *aerides maculosum* lindl. (orchidaceae). *In vitro cellular & developmental biology – plant*. 37: 223–226.
- Pacheco AE. 2001. Análisis comparativo del crecimiento *in vitro* entre *Chysis aurea* y *Chysis bractescens* Lindl. (1837). Trabajo recepcional para la obtención de diploma de especialización. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.
- Pence VC. 2011. Evaluating costs for the *in vitro* propagation and preservation of endangered plants. *In vitro cellular & developmental biology – plant*. 47: 176–187.
- Pierik RLM. 1990. Cultivo *in vitro* de plantas superiores. Edit. Mundi Prensa. Madrid, España. 326 p.
- Saiprasad GBS, Polisetty R. 2003. Propagation of three orchid genera using encapsulated protocorm-like bodies. *In vitro cellular & developmental biology – plant*. 39: 42–48.
- Toledo EXE, Orantes GO y Verdugo VAG. 2012. Cultivo *in vitro* de la orquídea *Chysis bractescens* Lindley. *Lacandona*. 6 (2): 7-13.
- Téllez VMAA. 2011. Diagnóstico de la familia Orchidaceae en México. Edit. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Texcoco, México. 181 p.

ESTRATEGIA INTEGRAL PARA EL MANEJO DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE (*Plutella xylostella*)

Mario Zavala García¹; Jorge Covarrubias Prieto¹; Juan Carlos Raya Pérez¹; Rafael Bujanos Muñiz²

1. 38040, Celaya Guanajuato México. Instituto Tecnológico Nacional de México área de Posgrado.
15980987@itroque.edu.mx
2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

RESUMEN

La palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* (L.) es una de las principales plagas que afectan a las crucíferas; debido a la importancia regional de estos cultivos y al daño generado, se ha convertido en un grave problema para los productores (Xia *et al.*, 2014). Sin embargo, la alta presión de selección de los insecticidas ha propiciado el desarrollo de resistencia a los diferentes ingredientes activos usados para su control (Cerna *et al.*, 2018); Además de las consecuencias para el ambiente, como la eliminación de enemigos naturales y el surgimiento de plagas secundarias, el aumento del riesgo, tanto de presencia de residuos en el producto comestible, como para el personal de campo. En casos más extremos, se genera el abandono de áreas de cultivo (Bújanos *et al.*, 2013). La recolección de material biológico se realizará de zonas de producción intensiva incluyendo los municipios de San Luis de la Paz, Valle de Santiago y Villagrán en el estado de Guanajuato; durante los dos ciclos: primavera-verano y otoño-invierno. Por lo mencionado anteriormente, se planteó esta investigación, y se aborda la identificación de los siguientes áreas críticas: (i) el desarrollo e implementación de estrategias flexibles de manejo de resistencia a insecticidas; (ii) una mejor comprensión de los enemigos naturales de *P. xylostella* su dinámica de población bajo estrategias de aplicación de insecticidas actuales y alternativas; Cada tema debe abordarse para que el desarrollo de una estrategia integrada sostenible para el manejo de *P. xylostella*.

Palabras clave: *Plutella xylostella*, resistencia, enemigos naturales.

LA APLICACIÓN CONJUNTA DE ADN EXTRACELULAR Y QUITOSANO ACTIVA EL SISTEMA INMUNE DE FRIJOL COMÚN

César Alejandro Ávila Hernández¹ ; Martin Heil¹

¹ Laboratorio de Ecología de Plantas, CINVESTAV-Irapuato, Departamento de Ingeniería Genética, Irapuato, México. Autor responsable: cesar.avila@cinvestav.mx

RESUMEN

Las plantas se encuentran en constante interacción con factores que pueden alterar su homeóstasis por lo que la percepción de moléculas que indican daño celular es fundamental para su supervivencia, moléculas endógenas que se liberan cuando las plantas sufren daño son los Patrones Moleculares Asociados a Daño (DAMPs), por otro lado los Patrones Moleculares Asociados a Patógenos son moléculas específicas del patógeno, liberadas durante la infección, ambas moléculas permiten distinguir entre el daño propio y el no propio desencadenando diferentes respuestas de defensa. Sin embargo, el rol de la aplicación conjunta de un DAMP y un PAMP sobre las respuestas de defensa es desconocido. Nosotros estudiamos la respuesta de *Phaseolus vulgaris* a la aplicación de ADN extracelular como fuente de DAMP's y de quitosano como fuente de PAMP's bajo condiciones de campo. Observamos una activación temprana de la defensa, cuando se aplicó ADN y quitosano al mismo tiempo, en este tratamiento la producción de H₂O₂ fue mayor, alcanzando los niveles más altos a las dos horas después de la aplicación, además de una mayor promoción de crecimiento y producción de semillas por planta. La aplicación de ADN y de quitosano redujo la infección por el hongo *C. lindemuthianum* cuando fue inoculado cinco minutos después. Nuestros resultados demuestran que la aplicación de un factor asociado a daño y un factor asociado a patógeno al mismo tiempo, promueve la activación de la respuesta inmune en niveles más altos en comparación con la aplicación separada de estos factores.

Palabras clave: DAMP's, PAMP's, ADN extracelular, quitosano, *Phaseolus vulgaris*

COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES INDUCEN LA DEFENSA Y PROMUEVEN EL RENDIMIENTO EN FRIJOL COMÚN

Mariana Atzhiry Rojas Raya¹ ; Martin Heil¹

¹ Laboratorio de Ecología de Plantas, CINVESTAV-Irapuato, Departamento de Ingeniería Genética, Irapuato, México. Autor responsable: mariana.rojas@cinvestav.mx

RESUMEN

Los compuestos orgánicos volátiles (COVs), son compuestos de bajo peso molecular emitidos por las plantas ante el ataque por microorganismos fitopatógenos. Algunos COVs encontrados en perfiles de plantas de frijol inducidas por fitopatógenos, inducen resistencia. En este estudio, usamos plantas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) para estudiar el efecto del COV nonanal, en la inducción de resistencia a nivel fenotípico y en la producción de semillas, bajo condiciones de campo. Plantas de cinco genotipos diferentes, fueron expuestas a este COV y, posteriormente infectadas con el hongo *Colletotrichum lindemuthianum*, agente causal de la antracnosis de frijol. Los genotipos Flor de Mayo Anita y Negro San Luis, respondieron a la exposición del nonanal, mediante la disminución fenotípica de la infección causada por el hongo. El porcentaje de área dañada y el número de unidades formadoras de colonias disminuyó en las plantas que fueron expuestas al COV y posteriormente infectadas con el hongo, en contraste con las plantas que solamente fueron infectadas. Además, la exposición a nonanal, promovió significativamente la producción y calidad de las semillas en los genotipos, así como el tamaño y follaje de las plantas en comparación con las plantas control sin ningún tratamiento. Nosotros concluimos que el COV nonanal, promueve la inducción de resistencia en plantas de frijol común y la producción de semillas. En perspectiva, experimentos a futuro determinarán el efecto del nonanal en el volatiloma de las plantas. Este estudio sugiere la utilización del nonanal como agente de biocontrol.

Palabras clave: nonanal, *Phaseolus vulgaris*, antracnosis, biocontrol.

LA TOXICIDAD POR VITAMINA A DEL CAMOTE AMARILLO (*Ipomoea batatas* L.)

TOXICITY BY VITAMIN A OF YELLOW CAMOTE (*Ipomoea batatas* L.)

Barrón-Ávila N. E¹, Zúñiga Vázquez, D. A¹, Jiménez Girón, P.¹, Piña Bernal, A.¹ y Alvarado-Bárceñas E², Chablè-Moreno F.

¹Estudiante del TNM-Roque, ²Docente del Tecnológico Nacional de México-Roque. km 11 de la carr. Apaseo el Alto-Jerécuaro, Guanajuato, Email: normaeliab@gmail.com

RESUMEN

Las vitaminas son imprescindibles en el desarrollo y bienestar de todos los seres vivos, algunas pueden resultar tóxicas en grandes cantidades. Las vitaminas con mayor efecto tóxico en sobredosis son la vitamina D y la A. La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio del TNM-Roque Extensión Apaseo el Alto, ubicado en Km 11, Carretera Apaseo el Alto-Jerécuaro, en la cual se emplearon tubérculos de camote amarillo proporcionados por ejidatarios de la comunidad de la Cueva de Apaseo el Alto. Las variables evaluadas en camote fresco y cocido fueron: humedad, fibra cruda, extracto etéreo y acidez titulable, sólidos solubles, pH y contenido de carotenos, en un espectrofotómetro UV[®] para encontrar la equivalencia del caroteno a retinol se empleó la conversión (Vitamina A). Los resultados obtenidos en los análisis indican para camote fresco y cocido respectivamente fueron: humedad: 72% y 67%; pH: 3.3 y 4.2; fibra cruda: 2,3 y 2.5; extracto etéreo: 4.8% y 0.3 %; acidez titulable: 0.04% y 0.45% y °Bx: no se reporta valor y 5.3°. Los valores de vitamina A obtenidos en la muestra de camote crudo fueron equivalentes a 1208 UI, mientras que en camote cocido mostro un valor de 849 UI. Las muestras analizadas del camote amarillo tanto en estado fresco como en cocido muestran bajas concentraciones de Vitamina A, 1208 UI y 849 UI respectivamente, por lo que podemos recomendar la ingesta en todas las edades, y aunado a ello aumentar el cultivo del camote en la comunidad de la Cueva, Apaseo el Alto, Guanajuato. El objetivo de la presente investigación fue determinar la concentración de Vitamina A en el camote amarillo

Palabras clave: Camote, *Ipomoea batatas*, Vitamina A

ABSTRACT

Vitamins are essential in the development and well-being of all living beings, although they are essential, some can be toxic in large quantities (Gonzales, 1976). The vitamins with the highest toxic effect in overdose are D and A. This research was carried out in the laboratory of TNM-Roque Extension Apaseo el Alto, located at Km 11, Carretera Apaseo el Alto – Jerécuaro, in which yellow sweet potato tubers provided by ejidatarios of the Cueva community

of Apaseo el Alto. The variables evaluated in fresh and cooked sweet potatoes were: moisture, crude fiber, ethereal extract and titratable acidity, soluble solids, pH and carotene content, in a UV® spectrophotometer to find the equivalence of carotene to retinol Conversion was used (Vitamin A). The results obtained in the analyzes indicate for fresh and cooked sweet potatoes respectively: humidity: 72% and 67%; pH: 3.3 and 4.2; raw fiber: 2.3 and 2.5; ethereal extract: 4.8% and 0.3%; Titratable acidity: 0.04% and 0.45% and ° Bx: no value and 5.3 ° are reported. The vitamin A values obtained in the raw sweet potato sample were equivalent to 1208 IU, while in cooked sweet potato it showed a value of 849 IU. Samples of yellow sweet potato analyzed in both fresh and cooked state show low concentrations of vitamin A, 1208 IU and 849 IU respectively, so we can recommend intake at all ages, and in addition to increasing sweet potato cultivation in the community of the Cueva, Apaseo el Alto, Guanajuato. The objective of the present investigation was to determine the concentration of Vitamin A in the yellow sweet potato

Keywords: Sweet potato, *Ipomoea sweet potatoes*, Vitamin A

INTRODUCCIÓN

El camote *Ipomoea batatas* L., pertenece a la familia de los *convolvulaceae*, del género *Ipomoea* y el tipo de especie *Ipomoea batatas* L. (Pagalo, 2010). Es un tubérculo que se cultiva alrededor del mundo, en México es cultivado desde los tiempos ancestrales y en la actualidad son producidas variedades de camote de pulpa blanca, amarilla, naranja, rosada o morada (Contreras, 1995; Moreno, 2018). El camote contiene características nutricionales importantes que lo convierten en un alimento de alto valor nutritivo y representa una alternativa en países en vías de desarrollo que muestran escasez en alimentos. En el estado de Guanajuato la superficie cultivada es 27,328 ton (Sagarpa, 2015; Basurto et al., 2015). El camote es un tubérculo cuyo valor nutricional es característico por su alto valor en vitaminas y minerales, en comparación con el de la papa, es una fuente valiosa de fibra y antioxidantes. Sin embargo, los valores nutricionales varían en función del cultivar y su proceso de preparación para ser consumido como alimento. Entre los beneficios que aporta a la salud se han reportado propiedades cardioprotectoras, hepatoprotectoras, anticancerígenas, antiobesogénicas, anti envejecimiento, antidiabético, antiulcerogénico, entre otros. Además de ser promovido como un alimento funcional en enfermedades crónico degenerativas, para disminuir su incidencia y prevalencia (Wang et al, 2016). La parte comestible del camote en México es el tubérculo. Las vitaminas son imprescindibles en el desarrollo y bienestar de todos los seres vivos, aunque son esenciales, algunas pueden resultar tóxicas en grandes cantidades (Gonzales, 1976). Las vitaminas con mayor efecto tóxico en sobredosis son la D y la A. En su forma natural la vitamina A se encuentra solamente en fuentes animales. La vitamina A como retinol no se halla libre en los alimentos sino unido a esteres con ácidos grasos, se deposita en los tejidos de los riñones, pulmones, depósitos de grasas y especialmente en el hígado (Gonzales, 1976), sin embargo, los abusos en el consumo de esta vitamina mediante preparaciones farmacéuticas pueden ocasionar una intoxicación (Baltés, 2006). El objetivo de la investigación fue determinar los niveles de Vitamina A en camote amarillo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio del TNM-Roque Extensión Apaseo el Alto, ubicada en Km 11, Carretera Apaseo el Alto – Jerécuaro en el municipio de Apaseo el Alto, Guanajuato. El material biológico utilizado fueron tubérculos de camote amarillo proporcionado por los ejidatarios de la comunidad de la Cueva municipio de Apaseo el Alto. Los análisis fueron realizados en muestras de camote en estado fresco y cocido. Las

variables analizadas fueron determinadas para camote fresco: humedad (DetHum) (%), fibra cruda (DetFC) (%), Extracto etéreo (DetEE) (%) y acidez titulable (DetAT) realizándose por titulación con una solución de hidróxido de sodio 0.1 N de acuerdo al método de la AOAC (2012). En muestras de camote fresco y cocido las variables analizadas fueron: sólidos solubles, fueron medidos tomando una gota de jugo colocándola en un refractómetro, a una temperatura de la muestra de 20 °C y el resultado se expresa Grados Brix (°Bx), pH (DetpH) Se midió con un pH metro y el contenido de carotenos (DetCAR) (mg/100g) por el método de Lichtenthaler (1987, se tomaron 10 ml de jugo a los cuales se añadieron 10 ml de acetona a 80 %, la solución se filtró y se obtuvo la absorbancia a 663, 646 y 476 nm,, en un espectrofotómetro UV® para encontrar la equivalencia del caroteno a retinol se empleó la conversión (Vitamina A). Todos los análisis fueron realizados por triplicado y analizados mediante el paquete office versión 2019.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras de camote fresco presentaron los siguientes resultados: para las determinaciones de humedad (DetHum) (%), Extracto etéreo (DetEE) (%) y fibra cruda (DetFC) (%), los valores obtenidos fueron: 4.8%, 2.3%, respectivamente, mientras que Renee *et al.* (2018) encontró valores de similares de 64-74 % en humedad, para grasa 0.4-3.0 % y fibra un contenido de 1.2 - 3.8 por ciento.

Los valores obtenidos en la acidez titulable en la muestra de camote fresco fue equivalente a 0.04% en su artículo determinación de la vida de anaquel de camote (*Ipomoea batata* L.) entero en conserva dulce evaluando empaque y temperatura, Rangel *et al.* (2017) menciona indica a esta determinación el contenido del ácido cítrico como responsable del proceso de maduración en el camote y reporta valor de 0.45% en a una temperatura de 25°C. observó que el camote tiene una vida de anaquel del doble de tiempo de lo que puede durar el camote normal utilizándose como conservante el ácido cítrico.

La cantidad de sólidos totales determinados en la muestra de camote crudo no se pudo determinar cuantitativamente por el método utilizado, mientras el valor de los mismos sólidos, pero en camote cocido fue 5.3 °Bx, Rangel *et al.* (2017), reporta un valor de 5.292 °Bx, pero en camote crudo a una temperatura de 25°C.

En la determinación de pH en muestra de camote crudo se obtuvo un valor de 3.3 y en camote cocido un valor de 4.2, Rangel *et al.* (2017) obtuvieron un valor de 4.987, el valor del pH en camote crudo es de importancia sobre todo para las personas con un régimen alimenticio vegano, ya que su dieta debe ser a un pH alcalino, es decir acelera su metabolismo causando una acidez gástrica.

Para la cuantificación de retinol (Vitamina A), se realizó mediante las fórmulas que implica el contenido de carotenos y por conversión se calculó el contenido de retinol en la muestra de camote fresco y camote cocido.

$$\text{Clorofila a}(C_a) = 12.25 A_{663} - 2.79 A_{646}$$

$$\text{Clorofila b}(C_b) = 21.50 A_{646} - 5.10 A_{663}$$

$$\text{Carotenos} = (1000 A_{470} - 1.63C_a - 104.96C_b)(221^{-1})$$

Los valores obtenidos en la muestra de camote crudo fueron equivalentes a 1208 UI, mientras que en camote cocido mostró un valor de 359 UI, en investigaciones realizadas se encontraron valores similares en camote crudo de 0.66 UI.

CONCLUSIONES

El camote crudo contiene 4400 UI de vitamina A en 130 gramos, mientras que el camote cocido contiene 3080 UI, a dosis necesaria en niños es de 400 UI, para adultos de 1000UI, según la NOM-086-1994. Por la alta concentración de vitamina A se puede presentar tres tipos de intoxicaciones: aguda, que presenta manifestaciones gastrointestinales, como vómito, náuseas, manifestaciones neurológicas como cefalea, visión borrosa; intoxicación crónica como pérdida de cabello, labios agrietados, piel seca y dolores óseos; e intoxicación letal como convulsiones, regularidad respiratoria y estado de coma.

La intoxicación aguda se presenta por una ingesta de una cantidad equivalente a 20 veces la dosis necesaria en niños, es decir, en 260 g de camote amarillo.

El camote es considerado una hortaliza de gran importancia en la alimentación por su alto valor nutritivo y los beneficios que aporta a la salud. Su consumo aporta nutrimentos esenciales para el buen funcionamiento del organismo. Representa una alternativa para reducir la prevalencia de algunas enfermedades crónicas y degenerativas.

El camote es consumido en mayor cantidad por las personas con un régimen alimenticio vegano y vegetarianos en forma fresca en ensalada en grandes cantidades.

Es importante mencionar que de acuerdo a la revisión de literatura las intoxicaciones se muestran en valores altos, sin embargo, las muestras analizadas del camote amarillo tanto en fresco como en cocido muestran bajas concentraciones, por lo que podemos recomendar la ingesta en todas las edades, y aunado a ello el cultivo dentro de la comunidad de la Cueva, municipio de Apaseo el Alto, Guanajuato.

La perspectiva que se tiene es preparar alimentos con la finalidad de mezclar ingredientes y disminuir la cantidad de vitamina A y evitar la posible intoxicación sobre todo en niños e incentivar el consumo, parte de esta iniciativa enfocaría dos probabilidades, mantener el cultivo del tubérculo en la comunidad y enriquecer la dieta de los individuos en todas las etapas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC (2012) Official Methods of Analysis, 19th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Arlington .

Baltes W (2006). Química de los alimentos. España: Acribia.

Basurto F; Martínez D; Rodríguez T; Evangelista V; Mendoza M; Castro D; Gonzáles JC y Vaylón J (2015). Conocimiento actual del cultivo de Camote (*Ipomoea batata* (L.) en México. Agro Productividad. 3: 30– 34.

Contreras J; Austin DF; De la Puente F y Diaz J (1995). Biodiversity of Sweet-Potato (*Ipomoea-Batatas*, Convolvulaceae) in Southern Mexico. Econ. Bot., 49(3): 286–296.

Folquer F (2001). La batata (camote). Estudio de la planta y producción comercial, instituto interamericano de ciencias agrícolas editorial ICA. Bogotá-Colombia. pp. 12-153.

Gonzales VRM (1976). Determinación de caroteno (vitamina A) en zanahoria como producto fresco y conservado. UNAM-León.

Maza BAZ (2012). Diversidad de tubérculos andinos en el ecuador. Recuperado el 9 de enero de 2018, de <http://www.joethejuggler.com/Funbotanica/10tubers.html>

- Moreno DM; Matamoros JR; Peña FB y Hernández ARA (2018). Asignación de recursos en camote (*Ipomoea batatas*). Rev. Iberoam. Cienc. 5(4): 8-18.
- Linare E; Rosa-Ramírez; Pereda-Miranda YR (2008). El camote. CONABIO. Biodiversitas.
- Molina Orozco JP (2004). Manejo del cultivo de camote para mercado interno y exportación. Lima, Estación Experimental Donoso-INIEA. 54: pp. 123-145.
- Pagalo M; Del Carmen J; Barahona RSR y Vera TR (2010). Proyecto de factibilidad de la creación de una empresa elaboradora de camotes al horno en forma de snack light en Guayaquil. Tesis profesional. Facultad de Economía y Negocios. Escuela Superior Politécnica del Litoral, 155 p. Guayaquil, Ecuador 090112.
- Rangel-Mares J; Abraham-Juárez MR; Martínez-Jaime OA; Ozuna-López C y Gómez-Salazar JA (2017). Determinación de la vida de anaquel de camote (*Ipomoea batata* L.) entero en conserva dulce evaluando empaque y temperatura. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2: 570-574.
- SAGARPA (2015). Disponible en: <http://snics.sagarpa.gob.mx/paginas/hortalizas/camote/usos> producción nacional a spx. Consultado el 23 de enero del 2018.
- SAGARPA (2016). Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/camote-una-especie-de-papa-dulce>. Consultado el 19 de septiembre del 2018.
- Sarli AE (1958). Convolvuláceas, *Ipomoea batatas* Lam. En: Horticultura. Ed. ACME, SACI. 68: 178-182.
- Wang S; Nie S y Zhu F (2016). Chemical constituents and health effects of sweet potato. Food Res Int. 89:90– 116.

MANEJO DE *Neofusicoccum mangiferae* ASOCIADO A LA PUDRICIÓN DEL PÉNDULO EN MANGO (*Mangifera indica* L.)

Alicia Castañeda Moreno¹§; Alín Malpica Vázquez¹; Jacqueline del Carmen Luna Olivares¹

¹Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Carretera Xalapa-Veracruz km 88.5, Tepetates, municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. C.P. 91690. Autor responsable: castaneda.moreno@colpos.mx*

RESUMEN

La podredumbre de tallo, inflorescencias y frutos en mango está asociada a la presencia de hongos fitopatógenos de la familia Botryosphaeriaceae. Generan mermas en la producción del cultivo. Hay pocos estudios en el control de estas enfermedades. El presente trabajo tiene el objetivo describir aspectos claves para el control de *Neofusicoccum mangiferae* y proponer una estrategia de manejo integrado. México carece de manejo para esta enfermedad. La alternativa de manejo, considera la importancia del cultivo, enfermedades, daños asociados a *N. mangiferae* y el ciclo de la enfermedad. Así como, los métodos de control, que ayudan a definir el manejo integrado de la podredumbre del fruto, periodos preventivos y de inhibición de *N. mangiferae*.

Palabras clave: *Cultivo, enfermedad, fruto, postcosecha.*

SUMMARY

Stem rot, inflorescences and mango fruits is associated with the presence of phytopathogenic fungi of the Botryosphaeriaceae family. They generate losses in crop production. There are few studies in the control of these diseases. The present work aims to describe key aspects for the control of *Neofusicoccum mangiferae* and propose an integrated management strategy. Mexico lacks management for this disease. The management alternative considers the importance of the crop, diseases, damages associated with *N. mangiferae* and the disease cycle. As well as the control methods, which help define the integrated management of fruit rot, preventive periods and inhibition of *N. mangiferae*.

Key words: Cultivation, disease, fruit, post-harvest.

¿Cómo mejorar el malteo de la cebada?

¹J. Alfredo Guerrero Jiménez; J. Covarrubias-Prieto; J. Gabriel Ramírez-Pimentel; César L. Aguirre-Mancilla;
²Ramón Huerta-Zurita; ¹Juan Carlos Raya Pérez.

¹TecNM/Roque, Carretera Celaya-J. Rosas km 8. ²INIFAP, CARRETERA Celaya-San Miguel de Allende km 5.6.

juraya@troque.edu.mx

La cerveza es una bebida alcohólica milenaria de gran consumo mundial. Para su elaboración son necesarios 4 elementos: agua, malta de cebada (también se puede añadir en menor proporción malta de cereales como arroz, trigo, sorgo, entre otros), lúpulo y levadura. La malta es triturada para su correcta maceración, en este proceso los azúcares son extraídos por agua formando el mosto, el cual se somete a cocción para concentrar los azúcares, en este proceso se agregan los lúpulos que dan sabor y aroma a la cerveza, finalmente esta mezcla es fermentada por la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). A lo largo del tiempo se han realizado modificaciones en las etapas de elaboración, tipos de malta, dureza del agua, adjuntos para mejorar la cantidad de azúcares fermentables o dar sabor, temperatura y duración de los procesos, la variedad de lúpulo, la cepa de levadura empleada, temperatura de fermentación, lo que da como resultado la gran variedad de cervezas que existen. Actualmente se están incorporando granos sin maltear para bajar los costos, pero este proceso implica modificaciones en el proceso de elaboración.

CONTROL DEL MARCHITAMIENTO CAUSADO POR *Fusarium oxysporum* L. EN EL CULTIVO DE SORGO

J Covarrubias Prieto¹ §, P M Fernández Kvas², A Jiménez Camargo², JC Raya Pérez¹, G Iturriaga¹.

¹Investigador, Tecnológico Nacional de México/IT Roque; ²Estudiante, Tecnológico Nacional de México/IT Roque;

³Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México/IT Roque

§ Autor de correspondencia: jor_covarru-jrg@hotmail.com

RESUMEN

Los fungicidas sintéticos empleados para el control de hongos fitopatógenos sigue siendo la medida fitotécnica más importante para obtener rendimientos más elevados en los cultivos; han generado beneficios en la producción agrícola; sin embargo, el empleo inadecuado de los mismos, expresado en términos de tipo, toxicidad, número de aplicaciones y dosificación han producido contaminación que afectan al suelo, agua, aire y productos agrícolas. El control de patógenos con extractos vegetales es un campo poco explorado en nuestro país, desde hace varios años hay evidencia del conocimiento de las propiedades de las plantas aromáticas y sus múltiples usos. Se ha incrementado el interés por el uso de extractos vegetales con este fin, con prometedores resultados de investigaciones *in vitro* e *in vivo*. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de un fungicida ecológico producido con extractos vegetales de gobernadora y epazote de zorrillo para el control de *Fusarium oxysporum* L. en el cultivo del sorgo bajo condiciones protegidas. Se observaron diferencias significativas entre tratamientos para la variable escala de daño que nos refiere a la severidad de la citada enfermedad, lo que nos indicó que algún tratamiento presentó mayor severidad de la enfermedad o hubo mayor control sobre la misma por efecto de la aplicación del fungicida. No se observaron diferencias entre variedades. El tratamiento con menor severidad fue el testigo absoluto (T1); este resultado era esperado, ya que éste no fue inoculado; el tratamiento T2 fue el que mayor grado de severidad alcanzó, debido a que fue el tratamiento positivo a la enfermedad o susceptible a *F. oxysporum*.

Palabras clave: marchitamiento, fungicida ecológico, sorgo.

MÉTODO NO DESTRUCTIVO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE CARNE DE RES

Indira Guadalupe Rodríguez Cervantes¹, Magdalena Mendoza Sánchez¹ §, Aurora Femat Díaz¹

¹Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro. §Autor responsable: mendozasan.mag@gmail.com

RESUMEN

En el 2018 en México se consumieron más de 8.5 millones de toneladas de carne de res, cerdo y pollo. El país también figura como un importante productor de cárnicos, ocupando la séptima posición mundial, en el año 2018, con más de 6.7 M de toneladas producidas. La cuantificación de la calidad de la carne es un reto de mayor importancia en la industria cárnica. Se realizó el análisis de color y pH, así como el análisis de imágenes a muestras de carne obtenidas en cuatro puntos de venta de la capital queretana. Se examinó la eficiencia de las variables de textura obtenidas con la matriz de coocurrencia en escala de grises (GLCM) para indicar los parámetros color y pH. Aplicando métodos estadísticos, se calcularon los coeficientes de correlación entre las variables de textura y los parámetros medidos. Las mediciones extraídas de imágenes digitales fueron definidas como variables dependientes y las mediciones de los parámetros como variables independientes. La propuesta de un método no destructivo, poco laborioso y amigable con el ambiente, que permita predecir la calidad de la carne, es una oportunidad más para la industria de la carne tomando como impulsores las operaciones rápidas y mejoradas.

Palabras clave: *Método no destructivo, calidad carne, pH, color, análisis de imagen*

SUMMARY

More than 8.5 million tonnes of beef, pork and chicken were consumed in Mexico at 2018. The country is also a major producer of meat, occupying the seventh world position, in 2018, with more than 6.7 M of tonnes produced. Quantification of meat quality is a major challenge in the meat industry. Color, pH and image analysis were carried out at meat samples obtained from meat established stores of Querétaro city, México. The efficiency of texture variables obtained by GLCM was examined to indicate color and pH parameters. Using statistical methods, the correlation coefficients between the texture variables and the measured parameters were calculated; linear regression was also used to indicate color and pH characteristics. Data were evaluated by one-way analysis of variance (ANOVA) and significant differences were analyzed by the Tukey test ($p < 0.05$). The development of a non-destructive and environmentally friendly method that can predict meat quality is another option for the meat industry by performing rapid and improved operations.

Keywords: *Non-destructive method, meat quality, pH, color, image analysis*

INTRODUCCIÓN

La carne de res es un alimento de alto consumo en muchas partes del mundo, incluyendo México. Es por esto que la evaluación de la calidad es altamente importante (N. El Barbi et al., 2014). Desde siempre la determinación de los parámetros de calidad ha sido esencial durante los procesos de la industria alimentaria debido a que los consumidores demandan alta calidad en la carne y sus productos (Elmasry G. et al., 2012; McDonald K. et al., 2001). La calidad de la carne incluye muchos atributos, como son color, olor, textura, pH, jugosidad, frescura, entre otros (Huang L. et al., 2014). El pH es uno de los parámetros más importantes para verificar la calidad de la carne porque afecta varias de sus cualidades como son color, textura, capacidad de retención de agua entre otras (Braña et al., 2011). El color de la carne fresca es el principal atributo que influye en la decisión de compra, dado que el consumidor asocia el color con el grado de frescura y calidad (Brewer et al., 2002).

Las técnicas de procesamiento de imagen han tenido un gran avance, debido a su amplia aplicación ya que pueden caracterizar cuantitativamente características físicas como tamaño, morfología, color y propiedades de textura de cualquier imagen digital, han sido utilizadas en la industria de alimentos principalmente para la evaluación de calidad (Du & Sun, 2006; Mendoza et al., 2007; Quevedo et al., 2008). Estas técnicas tienen como ventaja que son no destructivas, exactas y rápidas (Mendoza y col., 2007). Estos métodos han sido estudiados en los últimos años para determinar indirectamente la composición química de la carne (Kandpal et al., 2019; Myhan et al., 2016), frescura de la carne (Taheri-Garavand et al., 2019; Asmara et al., 2018) grado de calidad comercial determinado por el nivel marmoleo, para la medición de este parámetro se ha utilizado el procesamiento de imágenes con la ayuda de cámaras y máquinas de visión, según han reportado diversos estudios (Cernadas et al., 2002; Giaretta et al., 2018; Jackman et al., 2008, 2009). Estas técnicas se han usado para medir el color de imágenes digitales de forma exacta y no invasiva a partir de los valores de los píxeles de la imagen (Du & Sun, 2004). Esta metodología se ha utilizado también para evaluar la población microbiana y clasificar el estado de la calidad de la carne con un sistema de visión (N. El barbi et al., 2014).

La cuantificación de la calidad de la carne es un reto de mayor importancia en la industria cárnica (Ahmed et al., 2017), es por lo que el desarrollo de un método preciso que pueda predecir calidad de la carne se ha convertido en una necesidad importante en la industria cárnica (Chen et al., 2020). El objetivo de este estudio fue implementar y probar un sistema de análisis de imágenes para evaluar la calidad de carne con un método no destructivo relacionándolo con las determinaciones de pH y color. Esto para generar una propuesta que elimine el uso de métodos tradicionales.

MATERIALES Y METODOS

Obtención de las muestras de carne.

Las muestras de carne usadas en los experimentos se compraron en puntos de venta donde la carne y/o sus productos son puestos a disposición de los consumidores de la ciudad de Querétaro, México. La compra se hizo en carnicerías, mercados locales y supermercados, establecidos como puntos de venta formales, autorizados, y adecuadamente acondicionados para comercializar carne. Específicamente, se muestreo en cuatro puntos de venta, que incluyó una carnicería local, un mercado y dos supermercados de la ciudad de Querétaro.

Preparación de las muestras y establecimiento de las condiciones experimentales.

Las muestras, para el análisis de imagen, fueron cortadas en 18 piezas de aproximadamente 3 cm x 2 cm x 2 cm (largo x ancho x grueso).

Para el análisis de color, pH y fuerza de corte las muestras fueron cortadas con medidas aproximadas de 7 cm x 7 cm x 2.5 cm (largo x ancho x grueso). Estas muestras fueron colocadas en cajas de unicel y refrigeradas a 4°C hasta su análisis.

Los muestreos se etiquetaron de acuerdo con el punto comercial dónde se tomaron las muestras: Supermercado 1, Supermercado 2, Mercado 1, Mercado 2 y Carnicería local.

El experimento se corrió de la siguiente manera. El muestreo en los cuatro puntos se realizó dos veces, cada uno de estos, en dos fechas diferentes. Las muestras obtenidas en la primera fecha se definieron como lote "a", de muestras, y estas fueron analizadas el mismo día. Las muestras obtenidas la segunda fecha, se definieron como el lote "b", de muestras, este lote se analizó tres días después de su compra, debido a que éste es el tiempo promedio de vida de anaquel que establecen los puntos de venta de este producto.

Medición del pH.

Las mediciones de pH se realizaron usando un potenciómetro calibrado de carne (Hanna instrument, Romania). Para la determinación, se hizo una incisión con un cuchillo de aproximadamente 2 cm y el electrodo fue insertado directamente en el músculo perpendicularmente. La medición se se realizó tres veces, en zonas diferentes de las muestras (Honikel, 1998).

Determinación del color.

El color de la superficie fue evaluado con un colorímetro (Konica Minolta, Chroma meter CR-410, Japón) se midieron los parámetros L^* , a^* , b^* , C^* y h^* como se indica en AMSA (1992).

Diseño del sistema de captura y toma de las imágenes.

Un aspecto importante en la adquisición de datos de calidad es tener un sistema estable de iluminación, para disminuir los posibles ruidos. Por esta razón se diseñó un sistema que permitiera el control de la iluminación. La Figura 1 muestra el diseño del sistema de visión, el cual se construyó a partir de una caja de madera de 35 cm por lado, con las paredes internas de color blanco. Se colocaron dos lámparas de halógeno de 3000 K (Adesi pro, 35 W/120 V, China) en la parte superior para la iluminación al momento de las capturas de imagen.

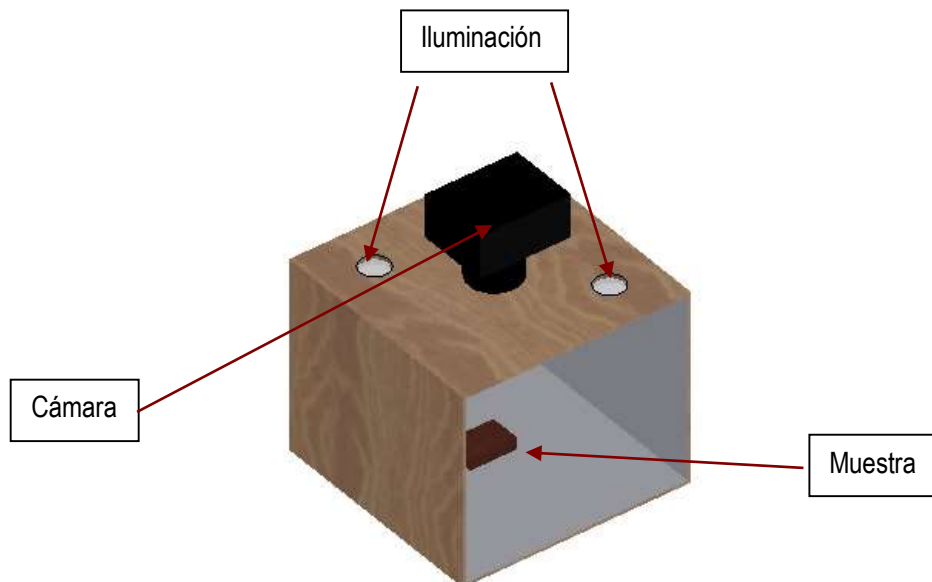


Figura 1. Diseño del sistema de visión para la adquisición de imágenes digitales de las muestras

Las imágenes fueron tomadas con una cámara digital (Nikon D7500, Lente Nikkor AF-S DX 35 mm f/1.8 G, China). La cámara se colocó en la parte superior de la caja en forma vertical, a 25 cm de la muestra. El instrumento se usó en modo manual sin zoom, ni flash. Las imágenes fueron procesadas posteriormente en una computadora personal.

Se tomaron 18 imágenes. Las imágenes fueron procesadas de acuerdo con lo reportado por Escamilla et al., 2018 usando el programa Image J 1.52a (Maryland, EUA), las imágenes fueron cambiadas a 8 bit (768 x 504 píxeles, formato TIFF) y se obtuvieron los parámetros de contraste, correlación, entropía, momento angular y dimensión fractal. Se usó la matriz de co-ocurrencia en escala de grises para evaluar la textura de la carne. La dimensión fractal se estimó contando los cambios en los espacios diferenciales en las imágenes en escala de grises. Los resultados son mostrados como las medias y desviaciones

estándar, se realizó el análisis de correlación entre los parámetros de color y pH con los obtenidos a partir de la matriz de co-ocurrencia en escala de grises. Las muestras fueron analizadas por triplicado y se efectuó el análisis de varianza (ANOVA) y las diferencias significativas fueron analizadas con la prueba de tukey ($p < 0.05$) (Minitab 18.1, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Párametros de pH y color en muestras de carne de res, obtenidas en puntos comerciales de la ciudad de Querétaro.

Los resultados de color se muestran en el Cuadro 1. y los resultados de pH en el Cuadro 2.

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de la medición del color, donde se pueden observar los valores L, a* y b* de la escala de Hunter, así como los valores C y h. En este sentido se puede observar que las carnes obtenidas de todos los puntos de venta tienen valores de L* significativamente similares, que se encuentran en un rango entre 35 y 42, lo que demuestra una alta luminosidad en el color para todas las muestras en los totes a y b de las dos fechas de muestreo. Por otro lado, se encontraron valores positivos de a* entre 21 y 32, lo cual indica que las muestras presentan un color rojo intenso, teniendo mayor significancia para todas las muestras obtenidas en ambos supermercados, para el primer muestreo, lote A.

Por lo anterior se pudo observar que las carnes del Supermercado 1 y el Supermercado 2, presentan valores altos de L*, a* y b*, C y h, lo cual es un indicativo de ser carnes que tiene un color rojo intenso y brillante, parámetros que son un indicativo de muy buena calidad. Estos parámetros se mantienen altos y estadísticamente significativos en el lote b solamente para las muestras del Supermercado 2.

Cuadro 1. Resultados de color de obtenidos de muestras de carne de res analizadas.

	L*	a*	b*	C	h
Carnicería Local^a	35.27 ± 0.78 _A	21.84 ± 2.69 _B	8.04 ± 0.88 _{BC}	27.95 ± 6.91 _{ABC}	21.14 ± 3.40 _A
Supermercado 1^a	46.24 ± 1.12 _A	31.80 ± 0.35 _A	16.13 ± 0.51 _{AB}	35.63 ± 0.54 _A	26.92 ± 0.49 _A
Supermercado 2^a	40.72 ± 2.25 _A	27.05 ± 0.57 _A	16.08 ± 7.33 _A	27.9 ± 2.66 _{AB}	19.65 ± 7.22 _A
Mercado 1^a	38.42 ± 1.88 _A	21.15 ± 0.39 _B	7.79 ± 0.30 _{ABC}	22.54 ± 0.47 _C	20.22 ± 0.38 _A
Mercado 2^a	41.26 ± 1.51 _A	23.85 ± 1.85 _B	10.12 ± 1.45 _C	25.91 ± 2.26 _{BC}	22.91 ± 1.42 _A
Carnicería Local^b	41.35 ± 1.68 _A	24.86 ± 1.44 _B	10.97 ± 0.57 _C	27.17 ± 1.54 _{ABC}	23.8 ± 0.30 _A
Supermercado 1^b	39.86 ± 3.41 _A	22.83 ± 2.92 _B	9.61 ± 1.41 _{AB}	24.77 ± 3.24 _A	22.9 ± 0.30 _A
Supermercado 2^b	40.24 ± 3.93 _A	27.19 ± 2.51 _A	11.87 ± 1.85 _A	29.67 ± 3.03 _B	23.49 ± 1.45 _A
Mercado 1^b	42.55 ± 0.77 _A	18.48 ± 0.44 _B	8.28 ± 0.48 _{ABC}	20.08 ± 0.69 _C	24.25 ± 1.58 _A
Mercado 2^b	41.16 ± 1.95 _A	21.57 ± 0.40 _B	9.38 ± 0.48 _C	23.53 ± 0.19 _{BC}	23.71 ± 1.80 _A

Valores (Promedio ± desviación estándar, n=3) en una columna con la misma letra no muestran diferencias significativas ($p > 0.05$), ^a es el lote de muestras que se obtuvieron en la primera fecha y se analizaron el mismo día del muestreo, ^b es el lote de muestras que se obtuvieron en la segunda fecha y se analizaron tres días después del muestreo.

Respecto a los valores de pH se pudo observar que no hubo diferencias estadísticamente significativas, los valores se encuentran en un rango entre 5.5 y 6.3. Valores adecuados para carnes de res. Estos valores se conservan incluso después de los tres días de compra. Estos valores de pH indican que no se presentan efectos de proteólisis, incluso después de tres días de almacenamiento en frío, después de la obtención de las muestras.

Cuadro 2. Resultados de pH obtenidos de muestras de carne de res. ^a Muestras analizadas el mismo día de compra, ^b Muestras analizadas 3 días después de la fecha de compra en los puntos de venta seleccionados.

	pH
Carnicería Local ^a	6.31 ± 0.08 _A
Supermercado 1 ^a	5.78 ± 0.19 _A
Supermercado 2 ^a	5.80 ± 0.07 _A
Mercado 1 ^a	5.84 ± 0.18 _A
Mercado 2 ^a	5.63 ± 0.04 _A
Carnicería Local ^b	5.5 ± 0.25 _A
Supermercado 1 ^b	5.53 ± 0.07 _A
Supermercado 2 ^b	5.74 ± 0.25 _A
Mercado 1 ^b	5.74 ± 0.08 _A
Mercado 2 ^b	5.67 ± 0.06 _A

1)Valores (Promedio ±desviación estándar, n=3) en una columna con la misma letra no muestran diferencias significativas (p>0.05)

Análisis de imágenes

Con el fin de evaluar cuantitativamente las imágenes obtenidas se utilizó la matriz de co-ocurrencia de escala de grises (GLCM, por sus siglas en inglés Gray Level Co-occurrence Matrix), que es una técnica ampliamente utilizada para analizar características de textura. Esta matriz especifica la cantidad de pares de píxeles que poseen ciertos valores de nivel de gris dentro de un área específica. Se calcula en función de una dirección y una distancia (Talavera- Martínez et al., 2019). Se utilizaron las ecuaciones mostradas en el Cuadro 3. para el análisis textural a partir de las imágenes en escala de grises con el algoritmo GLCM.

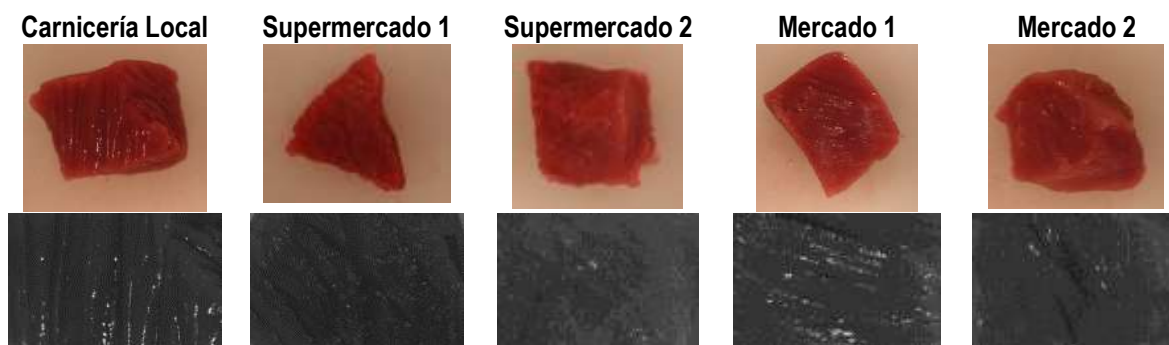
Cuadro 3. Ecuaciones para el cálculo de los parámetros de textura obtenidos de las imágenes digitales.

Parámetro textural	Ecuación
Contraste	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{ij} (i-j)^2$
Entropía	$\sum_{i,j=0}^{N-1} -\ln(P_{ij}) P_{ij}$
Segundo momento angular	$\sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \{P(i,j)\}^2$
Correlación	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{ij} \frac{(i-\mu)(j-\mu)}{\sigma^2}$
Inversa de la diferencia de momento	$\sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \frac{1}{1+(i-j)^2} P(i,j)$

En la Figura 2. se muestran las imágenes tomadas a las muestras de carne y su respectivo acercamiento con Image J. Así mismo los valores de parámetros de textura extraídos de las imágenes de la carne son resumidos en el Cuadro 4. Los valores no tuvieron diferencia significativa ($p>0.05$) entre ellos según lo observado, este hecho puede ser explicado considerando que las imágenes a este nivel de análisis son estructuralmente complejas. De las características evaluadas la entropía es un valor que representa una medida de la heterogeneidad de las imágenes. Se observó que el valor de entropía fue ligeramente mayor (5.38) en las muestras evaluadas el mismo día de la compra (Lote A) en comparación con las evaluadas a los tres días de compra (Lote B), sin mostrar diferencias significativas. Los valores menores de entropía en el Lote B (5.14) indica una imagen más homogénea con respecto al Lote A. En cuanto a los valores de segundo momento angular e inversa del segundo momento angular, muestran la homogeneidad de la imagen y permite diferenciar la textura superficial de las muestras de carne. No se observó diferencia significativa en el valor de segundo momento angular (0.01) que muestran la poca homogeneidad de la muestra. Sin embargo, en la inversa de momento angular si se observó diferencia significativa. Aunque esta medición está relacionada con la homogeneidad, la medición es local por lo que los valores obtenidos (0.59) pueden indicar la no homogeneidad de la imagen. El contraste es la medición de la variación de intensidad local los valores altos obtenidos 28.8 del lote A y 25.8 del lote B en las muestras pueden deberse a la estructura de las fibras musculares de las muestras de carne. En cuanto al valor de circularidad es un conteo automático de partículas con el programa Image J y el recuento se hace a partir del tamaño y la circularidad de las partículas detectadas, se miden los píxeles que cuentan con solo dos

valores posibles 0 ó 255. Los valores obtenidos (0.75) no fueron significativamente diferentes lo que indica que la distribución de partículas en las imágenes es similar entre los diferentes puntos de compra de las muestras.

Figura 2. Imágenes de muestras de carne y su acercamiento para el análisis de imagen con Image J.



Cuadro 4. Resultados de parámetros de textura obtenidos de las imágenes digitales de muestras de carne de res. ^a Muestras analizadas el mismo día de compra, ^b Muestras analizadas 3 días después de la fecha de compra en los puntos de venta seleccionados.

	Segundo momento angular	Contraste	Correlación	Inversa de la diferencia del momento	Entropía	Circularidad
Carnicería Local^a	0.01 ± 0.00 _B	25.65 ± 17.78 _B	0.01 ± 0.00 _A	0.59 ± 0.05 _A	5.38 ± 0.40 _A	0.75±0.00 _A
Supermercado 1^a	0.01 ± 0.00 _B	20.41 ± 11.19 _{BA}	0.01 ± 0.01 _A	0.59 ± 0.06 _A	5.38 ± 0.38 _A	0.75±0.00 _A
Supermercado 2^a	0.01 ± 0.00 _B	29.23 ± 16.36 _{BA}	0.01 ± 0.00 _A	0.57 ± 0.06 _A	5.49 ± 0.32 _{AB}	0.75±0.00 _A
Mercado 1^a	0.01 ± 0.01 _A	38.68 ± 29.10 _A	0.01 ± 0.01 _A	0.61 ± 0.04 _B	5.17 ± 0.49 _B	0.75±0.00 _A
Mercado 2^a	0.01 ± 0.01 _{AB}	25.96 ± 12.16 _{BA}	0.01 ± 0.00 _A	0.61 ± 0.05 _B	5.46 ± 0.48 _A	0.75±0.00 _A
Carnicería Local^b	0.01 ± 0.00 _B	18.45 ± 10.76 _B	0.01 ± 0.01 _A	0.62 ± 0.04 _A	5.10 ± 0.35 _A	0.75±0.00 _A
Supermercado^b	0.01 ± 0.00 _B	28.22 ± 9.53 _{BA}	0.01 ± 0.00 _A	0.48 ± 0.06 _A	5.38 ± 0.34 _A	0.75±0.00 _A
Supermercado^b	0.01 ± 0.00 _B	14.64 ± 10.91 _{BA}	0.01 ± 0.01 _A	0.64 ± 0.05 _A	4.95 ± 0.37 _{AB}	0.75±0.00 _A
Mercado 1^b	0.01 ± 0.01 _A	22.11 ± 19.57 _A	0.01 ± 0.01 _A	0.63 ± 0.06 _B	5.17 ± 0.49 _B	0.75±0.00 _A
Mercado 2^b	0.01 ± 0.01 _{AB}	12.85 ± 5.90 _{BA}	0.02 ± 0.01 _A	0.59 ± 0.07 _B	5.09±0.46 _A	0.75±0.00 _A

1)Valores (Promedio ±desviación estándar, n=18) en una columna con la misma letra no muestran diferencias significativas (p>0.05)

La correlación de los parámetros de pH y color con respecto a los parámetros de textura fueron correlacionados estadísticamente con el método de Pearson. No se observó correlación de los parámetros de textura medidos con relación al pH. Sin embargo, si se observó correlación (P value= 0.041) con el parámetro de segundo momento angular y el valor C^* obtenido en la determinación de color. El valor C^* (Croma o saturación) se obtiene a partir del cálculo con los valores a^* (rojo a verde) y b^* (azul

a amarillo). Esto puede representar que la saturación de color en las muestras es homogénea y este parámetro de textura puede relacionarse con esta medición.

Así también la circularidad mostró correlación con el valor a^* (P value= 0.034) y b^* (P value= 0.031) obtenidos en la determinación de color. Según lo obtenido con las mediciones de color el valor de a^* tiende al rojo y los valores de b^* lo que representa que el color con este parámetro tiende al azul. Por lo que los resultados obtenidos muestran que con el parámetro de circularidad se puede evaluar la distribución del color en la muestra.

CONCLUSIONES

La metodología propuesta requiere aumentar el tamaño de muestra, sin embargo, con los resultados obtenidos de la correlación de parámetros de textura con los valores de color a^* , b^* y C^* indican que la evaluación de calidad de la carne puede llevarse a cabo con la extracción de características texturales a partir de las imágenes digitales.

REFERENCIAS

Ahmed, I., Lin, H., Zou, L., Brody, A. L., Li, Z., Qazi, I. M., ... & Lv, L. (2017). A comprehensive review on the application of active packaging technologies to muscle foods. *Food control*, 82, 163-178.

AMSA. Guidelines for meat color evaluation American Meat Science. Chicago IL: Association National Live Stock and Meat Board.1992.

AMSA. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Savoy IL American Meat Science Association. 1995.

Asmara, R. A., Hasanah, Q., Rahutomo, F., Rohadi, E., Siradjuddin, I., Ronilaya, F., & Handayani, A. N. (2018, June). Chicken Meat Freshness Identification using Colors and Textures Feature. In 2018 Joint 7th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV) and 2018 2nd International Conference on Imaging, Vision & Pattern Recognition (icIVPR) (pp. 93-98). IEEE.

Braña-Varela D, Ramírez-Rodríguez E., Rubio-Lozano M., Sanchez-Escalante A., Torrescano-Urrutia G., Partida de la Peña J., Ponce-Alquicira E., Ríos- Rincón F. (2011). Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Folleto Técnico No.11. ISBN:978-607-425-612-3.

Brewer SJ, Wilson JE, McKeith F. The effect of pig genetics and palatability, colorant physical characteristics of fresh loin chops. *Meat Sci* 2002; 61: 249-256

Cernadas, E., Durán, M. L., & Antequera, T. (2002). Recognizing marbling in dry-cured Iberian ham by multiscale analysis. *Pattern Recognition Letters*, 23(11), 1311-1321.

Chen, Q., Zhang, Y., Guo, Y., Cheng, Y., Qian, H., Yao, W., & Ozaki, Y. (2020). Non-destructive prediction of texture of frozen/thaw raw beef by Raman spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 266, 109693.

- Du, C., & Sun, D. (2004). Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. *Trends in Food Science and Technology*, 15:230–249.
- Du, C., & Sun, D. (2006). Learning techniques used in computer vision for food quality evaluation: a review. *Journal of Food Engineering*, 72: 39–55.
- El Barbri, N., Halimi, A., & Rhofir, K. (2014). A nondestructive method based on an artificial vision for beef meat quality assessment. *Food Science and Technology*, 111-138.
- Elmasry G., D. F. Barbin, D. W. Sun, and P. Allen, "Meat quality evaluation by hyperspectral imaging technique: An overview," *Critical Review in Food Science and Nutrition*, vol. 52(8), pp. 689-711, 2012.
- Escamilla- García M., Rodríguez- Hernández M.J., Hernández- Hernández H., Delgado- Sanchez L., García- Almendárez B., Amaro- Reyes A., Regalado-González C. Effect of an Edible Coating Base on Chitosan and Oxidized Starch on shelf life of *Carica papaya* L., and its physicochemical and Antimicrobial properties. *Coatings*. 2018. 318;doi:10.3390/coatings8090318.
- Giaretta, E., Mordenti, A. L., Canestrari, G., Brogna, N., Palmonari, A., & Formigoni, A. (2018). Assessment of muscle *Longissimus thoracis et lumborum* marbling by image analysis and relationships between meat quality parameters. *PloS one*, 13(8), e0202535.
- Honikel KO. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci* 1998; 49:447-457.
- Huang L., J. Zhao, Q. Chen, and Y. Zhang, "Nondestructive measurement of total volatile basic nitrogen (TVB-N) in pork meat by integrating near infrared spectroscopy, computer vision and electronic nose techniques," *Food Chemistry*, vol. 145, pp. 228–236, 2014.
- Jackman, P., Sun, D.-W., Du, C.-J., Allen, P., Downey, G., 2008. Prediction of beef eating quality from colour, marbling and wavelet texture features. *Meat Science* 80 (4), 1273–1281.
- Jackman, P., Sun, D.-W., Du, C.-J., Allen, P., 2009. Prediction of beef eating qualities from colour, marbling and wavelet surface texture features using homogenous carcass treatment. *Pattern Recognition* 42 (5), 751–763.
- Kandpal, L. M., Lee, J., Bae, J., Lohumi, S., & Cho, B. K. (2019). Development of a Low-Cost Multi-Waveband LED Illumination Imaging Technique for Rapid Evaluation of Fresh Meat Quality. *Applied Sciences*, 9(5), 912.
- Mendoza, F., Dejmek, P., & Aguilera, J. (2007). Colour and image texture analysis in classification of commercial potato chips. *Food Research International*, 40: 1146–1154.
- McDonald K., D. W. Sun, and T. Kenny, "The effect of injection level on the quality of a rapid

vacuum cooled cooked beef product,” *Journal of Food Engineering*, vol. 47(2), pp. 139-147, 2001

Myhan, R., Markowski, M., Daszkiewicz, T., Korpusik, A., & Zapotoczny, P. (2016). Identification of the chemical composition of meat products based on their rheological properties. *Journal of Texture Studies*, 47(6), 504-513.

Quevedo, R., Mendoza, F., Aguilera, J., Chanona, J., & Gutierrez, G. (2008). Determination of senescent spotting in banana (*Musa cavendish*) using fractal texture Fourier image. *Journal of Food Engineering*, 84: 509–515.

Talavera- Martinez L, Biblioni P, González-Hidalgo M, Computational texture features of dermoscopic images an the link to the descriptive terminology: a survey. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 2019; 182-19.

Taheri-Garavand, A., Fatahi, S., Shahbazi, F., & de la Guardia, M. (2019). A nondestructive intelligent approach to real-time evaluation of chicken meat freshness based on computer vision technique. *Journal of Food Process Engineering*, e13039.

INDUCCIÓN DE EMBRIONES SOMÁTICOS A PARTIR DE EMBRIONES MADUROS DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum L.*).

Ángeles Velázquez Ordinola, Gabriel Iturriaga de la Fuente, Cesar Leobardo Aguirre Mancilla, Juan Gabriel Ramírez Pimentel, Juan Carlos Raya Pérez.

Instituto Tecnológico de Roque. Celaya Gto. Autor de correspondencia: juraya@itroque.edu.mx

Palabras clave: micropropagación, transformación, regeneración.

La técnica de regeneración de plantas a partir de células cultivadas in vitro se aplica cada vez más para la producción de plantas haploides homocigotas, micropropagación clonal o ingeniería genética económicamente importantes. Una de las opciones es a partir de embriones somáticos derivados directamente de tejido. Se extrajeron embriones de la semilla de chile previamente esterilizada con etanol al 70%, hipoclorito al 10% y tres enjuagues con agua destilada, se probaron diferentes tratamientos consistiendo en (3%, 6% y 10% de sacarosa combinados con 0.5 mg, 1mg y 2 mg de 2,4-D) y (3 mg, 5 mg y 6 mg combinados con 0.5 mg, 1 mg y 2 mg de NAA) generando 18 tratamientos para la inducción, crecimiento y maduración de los embriones, un segundo medio de cultivo basado en sales MS utilizado para la germinación de embriones y formación de plantas completas. El mejor tratamiento es 5 mg de Bap y 0.5 mg de NAA observando ochos días después de la inducción embriones en estado globular y regenerando a los 30 días después de la inducción; sin embargo; a pesar de que el 75% respondió a la formación de embriones de 25 explantes por tratamiento; la respuesta a la regeneración es muy baja obteniendo solo tres plantas completas. Sin embargo, este sistema puede ayudar a micropropagar el cultivo o generar plantas modificadas genéticamente ya que la regeneración de los embriones es muy rápida.

LA CALABAZA (CHAAY KUUM) UNA ALTERNATIVA DEL SUMINISTRO DE CALCIO Y MAGNESIO EN LA DIETA DEL MEXICANO

Erika Terrazas Patiño¹, Karen Lizeth Pozas Irineo¹, Carlos Eligio Hernández Navarrete¹, José Luis Cervantes Palacio¹, Brenda Guadalupe Girón Aguirre¹, Estéfana Alvarado Bárcenas², Francisco Chablé Moreno², email: estefana3@hotmail.com

¹Alumna (os) Industrias alimentarias TNM-Roque, ²Docentes del TNM-Roque

El decremento de la agrobiodiversidad es un serio problema en nuestros días. La FAO (2008), calcula que ha desaparecido el 90 % de las variedades cultivadas en las áreas rurales en los últimos 100 años. Se requiere incrementar un uso sostenible de la diversidad biológica para combatir la desnutrición y el hambre, preservar costumbres y tradiciones asociadas al consumo de estos cultivos. El calcio es fundamental en el humano, se requiere de 800 a 1200 mg en forma diaria, para el desarrollo y el mantenimiento del esqueleto óseo, para las funciones neuromuscular y el ritmo cardíaco; su deficiencia causa dolor de articulaciones, calambres, existe una fuerte asociación entre baja ingesta y disminución de la densidad mineral ósea (DMO), deterioro cerebral y convulsiones, mientras que el Magnesio regula la función de los músculos y el sistema nervioso, los niveles de azúcar en la sangre, y la presión sanguínea en valores que van desde los 30 a 460 mg, por lo tanto, la ingesta adecuada de este mineral reduce las fracturas originadas por osteoporosis. El trabajo experimental se realizó en el laboratorio del TNM-Roque, extensión Apaseo el Alto, Guanajuato, con cultivares de calabaza (Chaay Kuum) establecido en los invernaderos del TNM-Roque. La determinación fue el contenido de Calcio y Magnesio fueron cuantificados por espectrofotometría de absorción atómica (por triplicado). Los resultados obtenidos fueron 4281.64 mg/K para Calcio y 3156,52 mg/K de Magnesio, valores de 3156 mg/K. Es importante su contenido en minerales, además del establecimiento de nuevos materiales *ex situ*.

Palabras claves: *Calabaza, Chaay kuum, Fuente de calcio*

LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DEL CULTIVO DE CEREALES EN GUANAJUATO A PARTIR DE LA FOTODETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE NITRÓGENO DISPONIBLE.

López Vásquez Norma Elena¹, Pérez Castillo Ángel Sergio²

¹ Tecnológico Nacional de México/I T Roque. Celaya, Gto. ², Tecnológico Nacional de México/I T Celaya. Celaya, Gto.

³Autor responsable: nolopez@itroque.edu.mx

RESUMEN

El cultivo de cereales en México presenta una baja eficiencia y se busca conocer en que medida la determinación de los niveles de nitrógeno libre en la parcela por medio del análisis de imágenes aéreas llamado “fotodeterminación” puede actuar como agente de mejora en el proceso productivo.

El consumo anual de fertilizantes nitrogenados en México, asciende a más de 14 mil millones de pesos y la Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, A.C. afirma que es posible reducir el consumo de nitrógeno en un 55% usando técnicas de detección de niveles de nitrógeno libre en la parcela.

El propósito de la investigación fué determinar si la fotodeterminación de los niveles de nitrógeno disponible en la parcela es un factor en la elevación de la eficiencia productiva del cultivo de cereales; al identificar y dar a conocer los principales factores que influyen en la eficiencia productiva de los cultivos de cereales en el Estado de Guanajuato. Se definió una metodología de la fotodeterminación de los niveles de nitrógeno libre en la parcela a través de una investigación exploratoria, descriptiva, correlacional, no explicativa. La metodología se basa en análisis estadísticos a través de los que se determinó el impacto de los fertilizantes nitrogenados en el cultivo de los cereales y sirvió para establecer la plataforma tecnologica para dar soporte a un modelo de negocio.

Palabras Clave: *Eficiencia productiva, cultivo cereales, fotodeterminacion, niveles de nitrogeno.*

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y BIOQUÍMICAS DE BAYAS DE XOCONOSTLE CUARESMEÑO Y BURRERO EN APASEO EL ALTO GUANAJUATO

PHYSICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF XOCONOSTLE CUARESMEÑO AND BURRERO BERRIES FROM APASEO EL ALTO GUANAJUATO

Piña Bernal, A¹; Morales Paredes, S¹; Jiménez Hernández, Y.J¹; Alvarado Bárcenas E²; Chablé Moreno, Francisco².

¹Estudiante Industrias-Alimentarias TNM-Roque Ext. Apaseo el Alto; ²Prof-Investigador IT Roque Ext. Apaseo el Alto.

E-mail: estefana3@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar las características físicas y bioquímicas de bayas de Xoconostle en Apaseo el Alto en Guanajuato. El Xoconostle es un cultivo característico de áreas áridas y semiáridas, requieren de poca agua; se consumen en platillos regionales, dulces cristalizados con propiedades medicinales (diabetes, obesidad y enfermedades respiratorias). Existe una amplia variabilidad de plantas en esta familia; los frutos Xoconostle existe poca información. El presente trabajo se desarrolló en Laboratorio múltiple, el cual se ubica en el km 12 de Apaseo el alto a Jerécuaro. Las especies de nopal empleado fueron de tipo Xoconostle Cuaresmeño y Burrero los cuales se caracterizan por: ser plantas pequeñas erguidas de tamaño pequeño. La metodología consistió en realizar la selección de las muestras de las localidades del Terrero, Apaseo el Alto y Jiménez, Jerécuaro, ambos del estado de Guanajuato. El diseño experimental fue completamente al azar y estuvo constituido por 2 tratamientos donde las pruebas fueron por triplicados y de 6 repeticiones por unidad experimental: Las variables evaluadas fueron: Longitud, ancho, grosor, espinas del ecuador, peso, largo, ancho de fruto, peso de cáscara, peso de semilla y pulpa. La humedad, pH, °Bx y acidez. El análisis estadístico se realizó con el paquete SAS y los tratamientos estadísticamente diferentes se realizó una prueba de comparación de medias. Los resultados indican de las características de la LongCl presentó diferencia estadística ($P \leq 0.05$), y que el AnchCl, GroCl y EspEc no presentaron diferencias estadísticas (ns). En las características del fruto PeFr, LarFr, AncFr, PeCásca fueron no significativos (ns), solamente PeSem y PePul si presentaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$ y 0.05). La humedad, el pH y acidez fueron no significativas (ns) en grados Brix presentan diferencias estadísticas en los frutos de Xoconostle. En xoconostle cuaresmeño y Burrero existen diferencias entre ambos materiales genéticos.

Palabras clave: Xoconostle, Características físicas, químicas, Cuaresmeño, Burrero.

ABSTRACT

The objective of the work was to determine the physical and biochemical characteristics of Xoconostle berries in Apaseo el Alto in Guanajuato. Xoconostle is a characteristic crop in arid and semi-arid areas, requiring little water; They are consumed in regional dishes, crystallized sweets with medicinal properties (diabetes, obesity and respiratory diseases). There is a wide variability of plants in this family; Xoconostle fruits little information exists. The present work was developed in Multiple Laboratory, which is located at km 12 from Apaseo el Alto to Jerécuaro. The nopal species used were of the Xoconostle Cuaresmeño and Burrero type, which are characterized by: being small, upright small plants. The methodology consisted of selecting samples from the localities of Terrero, Apaseo el Alto and Jiménez, Jerécuaro, both from the state of Guanajuato. The experimental design was completely random and consisted of 2 treatments where the tests were in triplicates and 6 repetitions per experimental unit: The variables evaluated were: Length, width, thickness, spines of the equator, weight, length, fruit width, shell weight, seed and pulp weight. Humidity, pH, ° Bx and acidity. Statistical analysis was performed with the SAS package and

statistically different treatments were performed with a comparison test of means. The results indicate that the characteristics of the LongCl presented statistical difference ($P \leq 0.05$), and that the AnchCl, GroCl and EspEc did not present statistical differences (ns). In the characteristics of the fruit, PeFr, LarFr, AncFr, PeCásca were not significant (ns), only PeSem and PePul did show statistical differences ($P \leq 0.01$ and 0.05). The humidity, pH and acidity were not significant (ns) in degrees Brix, presenting statistical differences in the Xoconostle fruits. In Xoconostle Cuaresmeño and Burrero there are differences between both genetic materials.

Key words: Xoconostle, Physical, chemical characteristics, Lenten, Burrero

INTRODUCCIÓN

Dentro de la familia de las cactáceas, la subfamilia Opuntoideae destacan el género *Opuntia*, y dentro de ellas se encuentra es el xoconostle (del náhuatl xoco: agrio y nochtli: tuna), es decir tuna acida. (Canuto-Chávez, 2010). La *Opuntia* es una planta que se adapta a condiciones restringidas de suelo e hídricas, por lo que sobreviven en regiones áridas y semiáridas del planeta (Gorostiola-Espinosa, 2015). Los Xoconostles se consideran valiosos alimentos vegetales en América Latina. La baya contiene un mesocarpio comestible ácido espeso y fresco y las semillas que se consideran subproductos, tiene una importante composición química detallada y compuestos bioactivos (Morales, Ramírez-Moreno, Sánchez-Mata, Carvalho, & Ferreira, 2012).

A la fecha, a pesar de que los xoconostles son un recurso fitogenético con grandes potencialidades, existen pocos trabajos que permitan conocer su diversidad o su existencia misma, puesto que solamente se tienen registradas cerca de 600 hectáreas de plantaciones comerciales de xoconostle 'Cuaresmeño' (*O. matudae Scheinvar*) y una superficie notablemente menor de xoconostle 'Manzano o burrero' (*O. joconostle Weber*), concentradas en los estados de México e Hidalgo, en la región central del país (Gallegos-Vazquez, Martínez-González, Hernández-Fuentes, & Gallegos-Luevano, 2018)

La planta de Xoconostle es arbustiva de 2 m a 5 m de alto, morfológicamente, el fruto se caracteriza por tener una forma ovoide o esférica, además son frutos que poseen las paredes anchas derivadas del pericarpelo de la flor, jugosas y acidas (la mayoría); las semillas se encuentran circunscritas al centro, con funículos secos; sus cladodios contienen gran cantidad de fibra y mucílago. Las bayas maduras quedan adheridos a las pencas de un año para el otro, durante 6 a 8 meses y como son producidos en México dos veces por año pueden ser cosechados durante casi todo el año, inclusive en los meses en los que no hay tuna (Canuto-Chávez, 2010).

En México, las estructuras vegetativas y reproductivas de los nopales (*Opuntia* spp.) han sido usadas con fines medicinales desde la época precolombina, se ha extendido a otros países como parte de la medicina alternativa para el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 (Pimienta-Barrios *et al.*, 2008). Tradicionalmente estos frutos se han utilizado como remedio natural para tratar enfermedades estomacales y resfriados, además, se dice que son una excelente opción para personas diabéticas debido a su bajo aporte en grasas y azúcares, fortalecen el sistema inmunológico, ayudan a reducir los niveles de azúcar en la sangre, contienen antioxidantes y funcionan como antibacterial (Gobierno de Mexico, 2017).

El Xoconostle (*Opuntia joconostle weber*) presenta gran potencial económico debido a sus múltiples usos: verdura, fruta fresca, condimento, dulces cristalizados, mermeladas y bebidas. Se le atribuye propiedad anticancerígena, por la alta cantidad de pigmentos y antioxidantes que posee, hipoglucémicas, control del colesterol y reductor del peso corporal. También se le atribuyen propiedades medicinales y es conocido como antigripal por su alto contenido de ácido ascórbico (3.8 a 6.5 mg/100 g pulpa fresca). Algunas especies de xoconostles, son poco aprovechadas y no se comercializan, se desconocen sus propiedades nutricionales, por lo que se hace necesario caracterizar los

frutos de xoconostles con base en su actividad antioxidante para generar conocimiento de las diferentes alternativas económicas productivas (Hernández-Fuentes *et al.*, 2015). El xoconostle, se usa en la cocina mexicana ya sea como bebida, dulce o condimento, diversos estudios han demostrado que es un fruto con un alto contenido de proteínas, azúcares solubles, fibra y una baja cantidad de lípidos.

Es utilizado en la medicina alternativa por sus efectos hipoglucémicos en el control de la diabetes, ayudan en la pérdida de peso corporal por medio de la disminución del colesterol, se utiliza en problemas de colitis y es un buen laxante natural. Algunos componentes de este fruto como las pectinas, un grupo de azúcares, proporcionan la capacidad de ser un buen humectante dando lugar a la elaboración de shampoos y cremas corporales (Rangel, s.a). El objetivo es identificar las diferencias físicas y bioquímicas de dos especies de xoconostle

MATERIALES Y MÉTODOS

El establecimiento de la investigación se realizó en el laboratorio de usos múltiples del TNM-Roque Campus Apaseo. Las principales características de las localidades de colecta de la baya de xoconostle: 1) El terrero, ubicado en el km 11.6 carretera Apaseo el Alto Jerécuaro. Clima; semiseco, suelo de tipo vertisol, a una altura de 2040 msnm., temperatura 14 20 °C 2) Jiménez, km 19.9 al sur de Jerécuaro. con clima Templado a subhúmedo, suelo, vertisol, altura de 2050 msnm, y temperatura de 10 a 20 °C.

El material biológico utilizado fueron frutos de xoconostle colectados de la comunidad El Terrero municipio de Apaseo el Alto Guanajuato. La variedad colectada en esta comunidad es conocida como xoconostle “cuaresmeño” (*Opuntia matudae scheinvar*), mientras que la segunda variedad conocida como xoconostle “burrero” (*Opuntia joconostle weber*) colectado en la comunidad de Jiménez municipio de Jerécuaro Guanajuato.

Para la colecta se tomaron dos pencas y 6 frutos de 4 plantas de nopal, en ambas localidades de las bayas maduras. Se tomaron datos de las pencas como longitud (LongCl), ancho (AnchCl), grosor (GroCl) en centímetros con el apoyo de un vernier y Espinas del cladodio en la parte diagonal de las paleta de la penca (EspCl), las variables de las bayas de ambas variedades fueron: largo (LarFr), ancho (AncFr), ambas en cm: Peso del fruto (PeFr), peso de la cascara (PeCásca), peso de la semilla (PeSem) y Peso de la pulpa (PePul), en gramos. Las pruebas de calidad de los frutos xoconostle cuaresmeño y burrero fueron: Humedad (Hum), pH, °Bx, acidez (Ac).

La determinación de humedad se basó en el Codex alimentarius, el menciona de colocar una muestra de 2 gr en una capsula previamente tarada en el horno de secado a 100°C por 4 horas para posteriormente pasar al desecador cinco minutos y pesar.

Aplicando la siguiente formula:

$$\% \text{ humedad} = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

P1 = Peso de la muestra húmeda

P2 = Peso de la muestra seca

Ácido Cítrico. El contenido de ácido cítrico (%) se realizó la determinación en valor porcentual mediante la fórmula:

$$\% \text{ ácido cítrico} = \frac{N \text{ NaOH} * \text{Meq. Acido} * V}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

N = normalidad del NaOH

Meq Acido = miliequivalentes del ácido presente en mayor proporción (0.064 para el ácido cítrico)

V = volumen de NaOH gastados

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANAVA de la longitud del cladodio (LongCl), se obtuvo diferencia estadística significativa, mientras que para el AnchCl, GroCl y EspCl no presentaron diferencias estadísticas (ns). Los resultados de Pérez (2007), menciona que en la variedad *O. joconostle*, encontró valores de longitud de 21.0 a 50.0 cm; mientras que en el ancho reporta valores promedios de 15.0 a 40.0 cm, con un grosor de 1.5 a 3.0 cm, para *O. joconostle* y donde se obtuvo valores similares en esta investigación. El tamaño, además de la apariencia, es el carácter principal en el que los productores en nopal de verdura, la selección a simple vista con una longitud aproximada de 20 cm son del mercado internacional y los de tamaño mayor son asignados al mercado nacional en nopales de verdura. Los productores indicaron su preferencia por los nopales de tamaño mayor, ya que el contenedor se llena con menos unidades; sin embargo, pero los consumidores son los que determinan las preferencias del mercado. El tamaño homogéneo de los nopales de cada clase de grupos de productores (anchura y grosor basal); pero se considera que estos tengan influencia sobre el tamaño de la baya de Xoconostle, los resultados de esta investigación como la longitud y anchura coincidieron con los obtenidos por Aguilar-Sánchez *et al.* (2007) en nopales del cultivar Atlixco, de 30 d de edad, con alrededor de 20 y 11 cm de longitud y anchura (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de medias de las características fenológicas de cladodios en nopal de Xoconostle Cuaresmeño y Burrero.

Descripción	Tratamiento	LongCl	AnchCl	GroCl	EspEc
Cuaresmeño	1	28.4 a	20.1 a	2.44 a	7.2 a
Burrero	2	25.9 b	19.2 a	2.52 a	6.4 a

Los valores de la misma columna con la misma letra, son estadísticamente iguales; LongCl = Longitud de cladodio; AnchCl = Ancho de cladodio; GroCl = Grosor de cladodio; EspEc = Número de espinas en el ecuador del cladodio.

Las variables de las características del fruto en Xoconostle de los tipos Cuaresmeño y Burrero, no presentaron diferencias significativas en el peso, largo y ancho de fruto, mientras que peso de semillas y pulpa son altamente significativas ($P \leq 0.01$) y significativamente ($P \leq 0.05$) respectivamente (Cuadro 2). Los resultados de acuerdo con Trejo *et al.* (2019) quienes encontraron en xoconostle Rosa un valor de 58.63 % y 51.13%, peso de semillas un valor de 0.45% y 6.22 y peso de pulpa un valor de 9.35% y 7.48 para xoconostle blanco y para xoconostle rosa un valor de en el peso de la cascara, respectivamente, el peso del fruto se muestra con un valor inferior, que se puede atribuir al tipo de suelo y las condiciones en que se encuentran las plantas.

Cuadro 2. Comparación de medias de las características de frutos de Xoconostle Cuaresmeño y Burrero.

Descripción	Tratamiento	PeFr	LarFr	AncFr	PeCásca	PeSem	PePul
Cuaresmeño	1	83.40 a	5.95 a	4.81 a	12.06 a	09.55 b	60.31 a
Burrero	2	80.92 a	5.81 a	4.40 a	12.43 a	13.88 a	51.50 b

Los valores de la misma columna con la misma letra, son estadísticamente iguales; PeFr = Peso de fruto (g); AncFr = Ancho de fruto (cm); PeCásca = Peso de Cáscara (g); PeSem = Peso de semilla (g); PePul = Peso de pulpa (g).

En el estudio de las características químicas de la Baya de Xoconostle de tipo Cuaresmeño y Burrero, se obtuvo que la humedad, pH y acidez no presentaron diferencias estadísticas (ns), en grados brix presentó diferencias estadística significativa ($P \leq 0.05$) en investigaciones realizadas por Trejo, (2019), para xoconostle Blanco y Rosa obtuvo valores de pH y obtuvieron valores de 3.95 y 7.42%, mientras que fue de 3.35 y 3.63 respectivamente los cuales son superiores en los xoconostles cuaresmeño y burrero de esta investigación. En las variables Ácido Cítrico y humedad estadísticamente fueron no significativos, sin embargo, Trejo obtuvo un valor de 3.35, y Gorostiola (2015) obtuvo un valor de 95.08 siendo un valor superior al obtenido en esta investigación. Se considera que el nopal debe contener una humedad arriba del 90% dentro de la especificación de la NMX-FF-068-SCFI-2006, la humedad de los nopales reportada por otros autores parece variar en algunos cultivares

evaluados por Betancourt-Domínguez *et al.* (2006) tuvieron 91.5 a 94.2 % de humedad, Rodríguez-Félix y Cantwell (1988) señalaron 92.0 %. Sin embargo, la cantidad de humedad es este estudio es contrastante dado que las muestras provienen de provenían de áreas de temporal y su desecación en función de la condición de precipitación, de la región de muestreo, pero debido a que la importancia aquí es el fruto de Xoconostle entonces podría sugerirse que las características del fruto son de mayor importancia.

Cuadro 3. Análisis de varianza para variables químicas de pH, Bx, Acidez y humedad en bayas de nopal de Xoconostle Cuaresmeño y burrero.

Descripción	Tratamiento	Hum	pH	° Bx	Ac
Cuaresmeño	1	78.09 a	0.28 a	0.82 b	15.96 a
Burrero	2	78.35 a	0.16 a	1.10 a	15.20 a

Los valores de la misma columna con la misma letra, son estadísticamente iguales; Hum = Humedad (%); pH = (...); °Bx = Grados Brix (°Bx); Ác = Ácido cítrico (%).

CONCLUSIONES

La evaluación física de cladodios de Xoconostle de tipo Cuaresmeño y Burrero solamente se encontró que para longitud del cladodio existe diferencia estadística significativa, mientras que las variables ancho, espesor y número de semillas no presentaron diferencias significativas.

En el estudio de las bayas se determinó que el largo del fruto, ancho de fruto y peso de cáscara no presentan diferencias estadísticas, que las variables peso de semillas y peso de pulpa presentaron diferencias estadísticas, esto debe a características del suelo, clima y las condiciones donde se encuentran las plantas.

Que las variables químicas del Xoconostle Cuaresmeño y Burrero en pH, acidez y humedad no presentaron diferencias estadísticas, en el grado Brix fue donde logró determinar que existe diferencias significativas, esto se puede observar por que las muestras presentaban valores similares en contenido de ácido cítrico es elevado, pero sin embargo el contenido de sólidos solubles es bajo, característicos de estos frutos y atractivos para su consumo en platillos poco convencionales.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Sánchez, L., M. A. Martínez-Damián, A. F. BarrientosPriego, N. Aguilar-Gallegos, y C. Gallegos-Vásquez. 2007. Potencial de oscurecimiento enzimático de variedades de nopalito. J. Prof. Assoc. Cactus Develop. 9: 165-184.
- Betancourt-Domínguez, M. A., T. Hernández-Pérez, P. GarcíaSaucedo, A. Cruz-Hernández, and O. Paredes-López. 2006. Physico-chemical changes in cladodes (nopalitos) from cultivated and wild cacti (*Opuntia* spp.). Plant Foods Hum. Nutr. 61: 115-119
- Canuto-Chávez, P. (2010). Evaluación de las características físico-químicas de dos especies de xoconostle (*Opuntia oligacantha* y *joconostle*) para evidenciar sus cualidades nutritivas. Retrieved Febrero 20, 2020, from Evaluación de las características físico-químicas de dos especies de xoconostle (*Opuntia oligacantha* y *joconostle*) para evidenciar sus cualidades nutritivas.: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/427/61232s.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>
- Gallegos-Vazquez, C., Martínez-González, C. R., Hernández-Fuentes, A. D.-M., & Gallegos-Luevano, N. A. (2018, febrero 14). 'Borrogo': nueva variedad de xoconostle con valor nutricional y funcional para la región Mesa

- Central de México. Retrieved febrero 22, 2020, from 'Borrego': nueva variedad de xoconostle con valor nutricional y funcional para la región Mesa Central de México.: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9n1/2007-0934-remexca-9-01-259.pdf>
- Gobierno de Mexico. (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Retrieved febrero 20, 2020, from Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: <https://www.gob.mx/siap/articulos/en-2017-la-produccion-nacional-de-tuna-y-xoconostle-fue-superior-a-470-mil-toneladas>
- Gorostiola-Espinosa, H. (2015, diciembre). Efecto del secado por aspersion en la actividad antigluce miantedel jugo de xoconostle (*Opuntia joconostle*). Retrieved febrero 21, 2020, from Efecto del secado por aspersion en la actividad antigluce miantedel jugo de xoconostle (*Opuntia joconostle*): <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/24114/Gorostiola%20Espinosa%2C%20Heidi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández-Fuentes, A. D., Franco-Bañuelos, A., Gallegos-Vazquez, C., Campos-Montiel, R. G., & Pinedo-Espinoza, J. M. (2015). Actividad antioxidante de genotipos de xoconostle (*Opuntia joconostle*) del estado de zacatecas, México. retrieved febrero 22, 2020, from actividad antioxidante de genotipos de xoconostle (*Opuntia joconostle*) del estado de Zacatecas, México: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81339864012>
- Morales, P., Ramírez-Moreno, E., Sánchez-Mata, M. d., Carvalho, A. M., & Ferreira, I. (2012, Abril). Propiedades nutricionales y antioxidantes de pulpa y semillas de dos cultivares de xoconostle (*Opuntia joconostle* FAC Weber ex Diguey y *Opuntia matudae* Scheinvar) de alto consumo en México. Retrieved Febrero 20, 2020, from Propiedades nutricionales y antioxidantes de pulpa y semillas de dos cultivares de xoconostle (*Opuntia joconostle* FAC Weber ex Diguey y *Opuntia matudae* Scheinvar) de alto consumo en México: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996912000166>
- Pérez, C. E. (2007). Caracterización fisicoquímica de semillas de *Cylindropuntia imbricata*, *Opuntia elibravoana*; *O. joconostle* y *O. ficus.indica* cultivados en el estado de Hidalgo. Tesis. Pachuca Hidalgo.
- Pimienta-Barrios, E., Méndez-Morán, L., Ramírez-Hernández, B. C., García de Alba-García, J. E., & Domínguez-Arias, R. M. (2008, Septiembre). Efecto de la ingestión del fruto de xoconostle (*Opuntia joconostle* Web.) sobre la glucosa y lípidos séricos. Retrieved febrero 21, 2020, from Efecto de la ingestión del fruto de xoconostle (*Opuntia joconostle* Web.) Sobre la glucosa y lípidos séricos: <https://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2008/ago-sep/art-5.pdf>
- Rangel, A. (s.a). Usos y beneficios del xoconostle. Retrieved febrero 22, 2020, from Usos y beneficios del xoconostle: <http://www.renemey.org/conect/06/06/assets/downloads/page0005.pdf>
- Rodríguez-Félix, A., and M. Cantwell. 1988. Developmental changes in composition and quality of prickly pear cactus cladodes (nopalitos). *Plant Food Hum. Nutr.* 38: 83-93.
- Trejo-Trejo E; Trejo-Trejo; Zúñiga-Morales J; Ocampo-Hernández A. y Ramírez-González MC. (2019). Propiedades físicas y químicas del fruto de xoconostle (*Opuntia joconostle*) c.v. blanco y rosa. *Ingeniería y Tecnologías para el Desarrollo Sustentable* 5 (2019) 18 - 26

APROVECHAMIENTO DE FIBRA DIETARÍA A PARTIR DE PLÁTANO CUADRADO (*MUSA BALBISIANA COLLA*)

José Luis Cervantes Palacio¹, Carlos Eligio Hernández Navarrete¹, Karen Lizeth Pozas Irineo¹, Erika Terrazas Patiño¹, Estéfana Alvarado Bárcenas², Francisco Chablé Moreno²
email: estefana3@hotmail.com

¹Alumnos de Industrias Alimentarias TNM-Roque, ²Docentes del TNM-Roque

Después de China, México es el segundo país donde la población tiene un mayor riesgo cardiovascular, producto de una combinación de factores: "Influye desde luego la parte genética, la diferencia en el metabolismo del colesterol. Cuando hay sobrepeso, y obesidad, se alteran las grasas y la forma de eliminación en el organismo y hacen que otras grasas que también van asociadas, como los triglicéridos. El plátano cuadrado (*Musa balbisiana Colla*) es un material biológico adaptado como biodiversidad en el estado de Guanajuato, con alto contenido en fibra dietaría cuantificada de manera integral. El plátano fue adquirido del invernadero de cactáceas del TNM- Roque, los análisis fueron realizados en TNM-Roque, extensión Apaseo el Alto, en estado verde, se dejó madurar sin alcanzar un completo estado de maduración, para poder cuantificar el contenido de fibra dietaría en función de la funcionalidad tecnológica con las variables que están relacionadas con el tamaño de la partícula, la estructura química del componente fibrosos, temperatura y pH. Las determinaciones fueron Capacidad de absorción de agua (CAAG) y Aceite (CAAC), así la capacidad de retención de agua (CRAG) y Capacidad de absorción de moléculas orgánicas (CAMO) medidas en g de agua/g de Fuente de fibra de plátano (FFFT). Los resultados en las tres primeras variables fueron bajos, sin embargo, para la capacidad de absorción de moléculas orgánicas fueron valores de 1.1668 g de aceite/g de FFP. Lo cual significa que FFP podría tener la capacidad de interactuar con compuestos no solo grasos sino también carcinogénicos y tóxicos, permitiendo que este tipo de moléculas sean excretadas.

RESPUESTA DEL GOLDENBERRY A LA APLICACIÓN DE RIZOBACTERIAS EN AMBIENTES PROTEGIDOS

Isaac Guajardo Paz¹; Valentín Robledo Torres^{1*}; Rosalinda Mendoza Villarreal¹;
Marcelino Cabrera de la Fuente¹; Manuel Sandoval Villa².

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah. ²Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Texcoco, México. *Autor responsable: robledo3031@gmail.com

RESUMEN

El Goldenberry (*Physalis peruviana* L.) presenta frutos de alta calidad nutricional y medicinal, por ello tiene alto valor en el mercado de exportación, además se adapta a diversas condiciones ambientales, por lo que resulta un cultivo potencial y alternativo. El uso de rizobacterias y ambientes protegidos es una gran opción para incrementar el rendimiento y calidad de fruto con una reducción de hasta 50% en la fertilización química, por lo que éste trabajo tiene como objetivo conocer el efecto de las rizobacterias en el rendimiento y calidad de Goldenberry en dos ambientes protegidos. El estudio se realizó en invernadero y malla sombra en Saltillo, Coahuila, México. El Goldenberry fue manejado a 4 tallos y riego por goteo. Se aplicaron dos cepas de rizobacterias nativas de General Cepeda, Coahuila (A1 y A2) aplicadas en dosis de 1×10^6 , y una cepa comercial (CC) *Azospirillum brasilense*, en combinación con distintas concentraciones de fertilización química en base a Steiner (FQ), 0, 50, y 100%, un testigo absoluto y un testigo con solo FQ. En invernadero el peso de fruto fue 35% mayor al obtenido en malla sombra, sin embargo en ésta se presentaron frutos con 30% más vitamina C; las plantas con la cepa A2+100% FQ, y A1+50% FQ produjeron 34% más peso de fruto y 12% más vitamina C con respecto a los testigos. Por lo que se recomienda la aplicación de rizobacterias y reducir la fertilización química para lograr una producción más sustentable.

Palabras clave: *Physalis peruviana*, *Azospirillum*, agricultura protegida, cultivos alternativ

BLOQUES MULTINUTRICIONALES, UNA ESTRATEGIA DE SUPLEMENTACIÓN EN OVINOS

¹Luis Francisco García Camarena, ¹Francisco García Rodríguez², J. Guadalupe García Rodríguez

¹ Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo (UANH); Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; Av. Acueducto esq. Tzintzúntzan s/n Col. Matamoros. mvzpanchogr@hotmail.com

² TecNM-Roque; garcia_2956@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de este ensayo tuvo como objetivo a comparar la ganancia diaria de peso que con el grupo (G1), suplementado con BMN, y determinar el consumo diario por animal. La estacionalidad de la lluvia en temporal, hace que los pastos sean una fuente de nutrientes y proteínas muy pobre. La disminución del forraje y el poco aporte energético, proteico y mineral, nos obliga a implementar estrategias para tener una mayor productividad. Esta investigación se desarrolló en el municipio de Uriangato, Guanajuato; en el “En el rancho los Días”. Para ello se utilizaron 14 borregos macho de la raza Dorper –Katahdin; de 3 meses de edad con un peso aproximado de 2.58 k; Se realizó dos grupos y se colocaron en dos corrales distintos; el primero G1 con BMN y grupo dos Con G2 el testigo: el G1 con BMN estuvo con una dieta a base de: garbanzo, maíz rolado, pasta de soya. Durante 8 semanas se les otorgó el BMN como un suplemento alimenticio diariamente a base de 20 % de maleza de caña de azúcar. 5 k de minerales, 1.5 k de sal común, 2 k de cemento, 3 k de cal, 5.5 k de salvado de trigo, 6 k de maíz amarillo y 7 k de soya. A la primera semana de iniciado el estudio se evaluó los semovientes para ver su ganancia en peso. En la primera semana de haber iniciado el estudio, se pesaron para ver si se tenía ganancia en peso y posteriormente se realizó cada dos semanas hasta concluir el período de engorda. Por lo que nos muestra que el tratamiento G1 BNM suministrado en borregos en engorda de raza Dorpe Katahdin alcanzo un incremento de 10.43 k a las ocho semanas, mientras que el grupo testigo (G2) ganó 5.045 kg, teniendo una ganancia extra de 5.382 kg. Los borregos machos de la cruce dorper-katahdin consumen en promedio 17.294gr de BMN al día.

Palabras clave: *Raza, Dorpe- katahdine, BMN*

EVALUACION POSTRATAMIENTO BACTERICIDA EN ALMACENAMIENTO DE AJO EN CELAYA, GTO., MÉXICO.

Carlo I. Gutiérrez-Vázquez¹; Martha J. Navarro-León²; Juan G. Ramírez-Pimentel²; Juan C. Raya-Pérez²; Juan C. Ramírez-Granados¹; Luis Pérez-Moreno³; César L. Aguirre-Mancilla^{2§}.

¹Universidad de Guanajuato, Sede Mutualismo, Campus Celaya-Salvatierra, ²Tecnológico Nacional de México/I. T. Roque. Celaya, Gto. ³División de Ciencias de la Vida (DICIVA-CIS-UG). Irapuato, Gto. [§]Autor responsable: ceaguirre@itroque.edu.mx

RESUMEN

La importancia del cultivo a nivel mundial y nacional se debe entre otras razones a la superficie que se siembra, la demanda de mano de obra y divisas que genera, así como, a sus amplios usos en la alimentación. Recientemente en el ciclo 2016-2017 se identificaron agentes bióticos emergentes por nuestro equipo de trabajo, tales como bacterias. Por lo que se planteó el objetivo de evaluar dos materiales de ajo postratamiento bactericida en almacén. Los materiales se obtuvieron del ciclo O-I 2018-2019 en el campo Experimental del Tecnológico Nacional de México/I T Roque, en Celaya, Gto. Se analizó la severidad de síntomas por bacterias en semilla de los dos materiales de ajo a los doce meses después de su cosecha, para lo cual se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones en macetas de 9x9x8. Para el análisis estadístico se consideraron las medias de las dos variables en 17 tratamientos químicos; la media de severidad para el material 1 (Tingüindin) fue 2.5 y 1.6 en el material 2 (Tacátzcuaro) en 4 bulbillos muestreados con 3 repeticiones cada uno por tratamiento, considerando una escala de 1 a 5 (donde 1 son bulbillos sanos, 2 son bulbillos con 25% de daño, 3 son bulbillos con 50% de daño, 4 son bulbillos con 75% de daño y 5 son bulbillos con 100% de daño); para la incidencia de bacteriosis la media fue del 48.1% y 34.5% para material 1 y 2, respectivamente. El peso promedio de los minibulbillos sanos fue de 0.9 g y 0.99 g; con daño intermedio 0.64 g y 0.8 g; con daño severo 0.28 g y 0.95 g, respectivamente para el material 1 y 2. Con base en los resultados obtenidos el mejor tratamiento fue el 13 (Gentamicina 2%+oxitetraciclina 6% PH) en el material 1 y el 3 (Oxitetraciclina 5%) para Material 2 para controlar las bacterias presentes.

Palabras clave: *Allium sativum*, bactericidas, enfermedades en semilla de ajo.

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE MIJO (*Panicum miliaceum* L.) EN CONDICIONES DE SEQUÍA Y SALINIDAD FERTILIZADO CON SILICIO

Adriana Basilio-Apolinar¹; J. Gabriel Ramírez-Pimentel¹; Luis Eugenio González de la Vara²; Cesar L. Aguirre Mancilla¹; Gabriel Iturriaga¹; Jorge Covarrubias-Prieto¹; Juan Carlos Raya-Pérez^{1*}

¹Tecnológico Nacional de México/IT Roque, División de Estudios de Posgrado e Investigación. Celaya, Gto.

²Departamento de Biotecnología y Bioquímica. Cinvestav, Unidad Irapuato. Irapuato, Gto.

e-mail: *juraya@itroque.edu.mx

RESUMEN

El mijo (*Panicum miliaceum* L.) es un cereal rico en fibra, vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales, capaz de crecer en zonas marginales. Este trabajo tuvo por objetivo investigar el efecto de silicio en la producción de semillas de mijo expuesto a sequía y salinidad (350 mM NaCl) a través de la cuantificación de número y peso de semillas por planta, peso de mil semillas, porcentaje de germinación y vigor de semillas. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial de 2x3. Se manejaron dos dosis de silicio (0 y 1.8 mM Na₂SiO₃) y tres condiciones de crecimiento (sequía, salinidad y sin estrés) en primavera-verano 2019. El silicio tuvo un efecto positivo en el número y peso de semillas por planta, así como la germinación. El estrés afectó negativamente el número de semillas por planta y la germinación. El silicio en plantas testigo mejoró el número y peso de semillas por planta, así como la germinación. En condiciones de sequía el silicio mejoró el peso de semilla por planta y en condiciones de salinidad aumentó el porcentaje de germinación. La aplicación de silicio en plantas de mijo con o sin estrés mostró resultados significativos por lo que se recomendaría en la fertilización.

Palabras clave: Silicio, mijo, sequía y salinidad

ALMACENAJE HERMETICO DE SEMILLAS Y GRANOS A TRAVÉS DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO (SEMITIVA)

Oscar Rafael García-Ramírez; José Luis Camargo-Orduño; Mariana Rojas-Delgado; Blanca Cecilia-López Ramírez, Saúl Armando-Cerca -Vázquez.

Tecnológico Nacional de México/IT Roque. Celaya, Gto. Carretera Juventino Rosas - Celaya Km.8, 38110, Celaya, Gto

RESUMEN

Se realizó una investigación a fondo acerca de algún método de almacenamiento que sirva para poder conservar de una manera adecuada y alargar el tiempo de vida de los diversos granos y semillas que se producen en el estado de Guanajuato y en general en todo el país, por medio de una investigación se encontraron los métodos actuales de almacenamiento, arrojando como el mejor el tipo hermético, esta técnica es la mejor opción que deber ser utilizada por los agricultores y empresas para que logren la conservación perfecta de su producto. Un buen almacenamiento lleva de la mano un control del producto resguardado, para ello se tiene en cuenta el desarrollo de un sistema web capaz de llevar el control de temperaturas de almacenes, monitoreo del producto resguardado, manteniendo vivos los granos y semillas, aplicando metodologías ágiles para el desarrollo de software se trabajó en simultaneo con la parte encargada de almacenes para la implementación del sistema.

Objetivo General

Optimizar el manejo y almacenamiento de las semillas y granos en el área de ciencias agropecuarias del TecNM campus Roque.

Objetivos específicos

- Implementar una base de datos capaz de albergar registros de las características de los granos y semillas almacenados.
- Acondicionar espacios en desuso del TecNM campus Roque.
- Evitar las pérdidas generadas por el mal almacenamiento de las semillas y granos a través de la aplicación web propuesta.
- Determinar la característica ambiental para el manejo de los diferentes tipos de granos y semillas.

ABSTRACT

An in-depth investigation was made about some storage method that serves to be able to conserve in a suitable way and to extend the time of life of the diverse grains and seeds that are produced in the state of Guanajuato and in general in the whole country, by means of an investigation the current methods of storage were found, throwing as the best the hermetic type, this technique is the best option that should be used by the farmers and

companies so that they achieve the perfect conservation of their product. A good storage takes of the hand a control of the protected product, for it the development of a system is taken into account web capable of taking the control of temperatures of stores, monitoring of the protected product, supporting alive the grains and seeds, applying agile methodologies for the development of software was worked in simultaneous with the part in charge of stores for the implementation of the system.

INTRODUCCIÓN

Problemática:

Los cálculos más conservadores según la Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (**FAO**) sostienen que el pequeño agricultor perteneciente a la región laja-bajío pierde por lo menos el 30 por ciento de su maíz o su frijol cuando los almacena de forma inadecuada. En muchos casos, las pérdidas suelen ser mayores. Almacenar de forma inadecuada puede obedecer a por lo menos tres factores que el agricultor no controla correctamente.

El primero cuando se guarda la cosecha con altos niveles de humedad, los cuales devienen en la proliferación de hongos que resultan ser nocivos para la salud.

El segundo factor sucede cuando el agricultor no elimina los granos en descomposición.

El tercer factor deriva de que el agricultor tiene un nulo conocimiento respecto al tipo de almacenamiento hermético.

Justificación:

Aunque las aplicaciones web son un campo que es poco utilizado para algunos procesos de la institución se ha demostrado que son una herramienta valiosa para las diversas áreas que conforman la institución. Por esta razón es conveniente analizar las ventajas que tiene este medio en áreas de oportunidad del tecnológico de Roque. De igual manera es importante estudiar el uso de estas nuevas tecnologías aplicadas a diversas áreas de la institución para mejorar el desempeño y agilizar procesos de la misma.

Ventajas de un almacenamiento hermético

- Permite mantener el control físico de los granos, lo que sin duda permite a los productores principales tener una mayor seguridad y un mayor control en sus productos.
- mejorar la calidad de los granos en procedencia, elemento importante para obtener mejores productos finales.
- mayor anticipación en la cosecha, elemento vital cuando ya se tienen pactados los frutos finales de la misma.
- reducir los costes de intermediarios, lo cual representa beneficios para los consumidores finales, y por supuesto para los productores.

Ventajas de sistema SEMITIVA

- Alargar tiempo de vida de granos y semillas resguardados.
- Monitorear en tiempo real las temperaturas de los almacenes.
- Realizar altas, bajas y cambios del estatus de los productos almacenados.
- Configurar vía web las temperaturas óptimas de los almacenes.
- Compartir información útil para alumnos y docentes de ciencias agropecuarias de los granos y semillas producidos en el Tecnológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El tratado y conservación de las semillas se lleva a cabo por el método de almacenamiento, se divide en tipos de almacenamientos, tanto para semillas como para granos, ambos llevan un proceso diferente para ser conservados, se conservan en un almacenamiento Hermético el cual consiste en mantener las semillas y granos en recipientes metálicos que evitan la entrada de aire y humedad al producto, la temperatura es controlada, teniendo un 9% de humedad límite para el producto, en sitios destinados y modificados de una manera moderna.

Propuesta de valor

Dentro de la región laja-bajío, mas específico en los alrededores de la ciudad de Celaya Gto. Los pequeños agricultores aún conservan sus productos de maneras inapropiadas, deteriorando su producto y obteniendo perdidas, SEMITIVA como sistema funcional es el único sistema en la región capaz de resguardar sin perdidas y con tecnología de monitoreo de por medio, actualmente los silos ya son utilizados para la conservación en muchas empresas productoras, sin embargo no garantizan la efectividad que un sistema automatizado propone.

Análisis de requerimiento

Eta 1:

Destinar áreas en desuso para la implementación del sistema, se busca contar con diversas herramientas y conocimiento para desarrollar el sistema.

- Laptop para realizar desarrollo web.
- Editor de código (Visual studio code)
- Servidor dedicado (Xampp)
- Servicio de Internet
- Red local
- Dominio de página web
- Impresora
- Pizarra para realizar diagramas

- Gestor de base de datos (PostgresSql)
- Software para enmaquetar diseño de aplicaciones (ilustrator)
- Curso de diseño web.
- Software para desarrollar programas en placa (ARDUINO)
- Sensores para controlar temperatura y humedad.
- Conocimientos de buen almacenamiento para granos y semillas.
- Conocimiento del grano y semilla que se genera en el TecNM Roque
- Espacios destinados para acondicionar un almacén de tipo hermético

Las herramientas sirven para el desarrollo del sistema.

Etapa 2:

Un punto a considerar es el contrato de un proveedor de servicios de cámaras frías, para el acondicionamiento de las áreas destinadas, contacto con el ISP (**Proveedor de Servicios de Internet**), para pedir requerimiento de servicio más extenso de comunicación.

Etapa 3:

La instalación física se encuentra terminada, procede la instalación del sistema SEMITIVA para el control lógico de los almacenes.

Análisis de riesgos

Riesgos dentro del TecNM campus Roque, dentro del tecnológico encontramos con diversos problemas

Factor 1: la inversión inicial, puesto que se proyecta el capital inicial a una cifra (X), no se cuenta con socios clave o no se asegura totalmente el apoyo por parte de la institución.

Factor 2: retoma en los desarrolladores del sistema, puede llegar a ocurrir que no culminen el sistema en tiempo y forma, o bien se logre terminar, pero no cuente con las funciones establecidas para satisfacer las necesidades.

Procedimiento y descripción de actividades

Análisis del sistema: en base a la solicitud realizada por parte de nuestra institución y a las previas entrevistas no formales que se realizaron con algunas personas que estarán involucradas con el sistema y con los departamentos que utilizarán la aplicación empezamos a visualizar lo que se requiere. Es importante que este previo procedimiento denominado también investigación preliminar es utilizado para evaluar la solicitud y que el equipo en general este enterado de la razón de nuestra intervención y poder solicitar la cooperación de nuestros procedimientos.

Es importante mencionar que el proyecto servirá para mejorar las condiciones de vida de los granos y semillas producidas por el tecnológico de Roque.

Personas interesadas

- Encargados del almacenamiento actual
- Alumnos de las carreras de (Agronomía e Innovación Agrícola Sustentable)
- Docentes de las carreras de (Agronomía e Innovación Agrícola Sustentable)
- Jefes de las carreras de (Agronomía e Innovación Agrícola Sustentable)

Requerimientos funcionales

- El sistema debe contar con la verificación de acceso a usuarios.
- El sistema debe validar los datos introducidos.
- Los usuarios podrán consultar información de las semillas y granos que se encuentran dentro de los almacenes.
- El sistema automatizado contara con sensores que calcularan la temperatura y humedad óptima para las semillas y granos almacenados y dará lecturas a los encargados vía página web.
- El sistema solo permitirá la modificación de campos específicos, nombres de los granos almacenados, usuarios etc.

Requisitos no funcionales

- El sistema debe estar disponible en cualquier momento y proporcionar la información adecuada, siempre y cuando el usuario ingrese los parámetros esperados por el sistema.
- El sistema se desarrolló en PHP5 y Java Script como lenguajes de programación, Visual Studio Code como editor e intérprete de páginas web y PostgreSQL 11 como gestor de base de datos.
- El sistema debe poder ejecutarse en cualquier plataforma, solo debe contar con un navegador web.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de haber estudiado los procedimientos actuales del proyecto ahora denominado “Almacenaje hermético de semillas y granos a través de un sistema automatizado (SEMITIVA)”. Analizaremos los casos de uso que se muestran en la siguiente imagen. Se muestra el uso del sistema funcional.

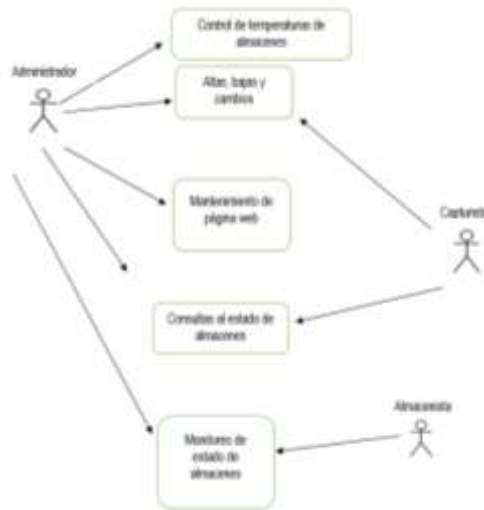


Figura 1: Diagrama de caso de uso, en donde se muestran los actores y las clases que estarán involucradas en el sistema (UML).

Prototipos visuales

Se muestran algunas imágenes del sistema SEMITIVA. En la siguiente imagen se muestra el inicio de sesión para ingresar a la página.



Figura 2: Login

Usuarios (**Docentes, alumnos, encargados de almacén**) no registrados tienen la opción de poder registrarse para poder iniciar sesión, se muestra el registro en la siguiente imagen.



Figura 3: Ventana de registro

Para tener seguridad en los usuarios registrados se manejan tres diferentes roles para cada usuario, (**administrador, alumnos, docentes, Almacenistas**), como se muestra a continuación.



Figura 4 Catalogo de los roles

ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances:

- A través del sistema se podrá llevar un control de existencia de los productos almacenados.
- Contar con un control de acceso al sistema.

- Agilizar la búsqueda de los productos almacenados en una base de datos mediante el diseño de páginas dinámicas.
- Generar nota impresa cuando se entregue y registre algún nuevo usuario o un nuevo producto.
- Se podrá acceder desde cualquier computadora como único requisito es contar con un navegador.

Delimitaciones:

- Los usuarios no podrán registrar, editar o eliminar algún producto existente en almacén.
- El desarrollo del proyecto solo contempla un periodo máximo de 4 meses.
- El proyecto no contempla el mantenimiento del producto final.
- Solo se implementará en el Tecnológico de Roque.
- La configuración del servidor solo contempla el servicio web.

CONCLUSIONES

Hasta este punto podemos recordar el objetivo general “Optimizar el manejo y almacenamiento de las semillas nativas en el área de ciencias agropecuarias del TecNM Roque”.

Con el resultado obtenido podemos decir que estábamos cumpliendo los objetivos tal cual como se plantearon desde el principio, pero ¿Por qué existía tal inquietud por parte de los usuarios y decir que la aplicación solo causaría un poco de confusión? Cuando en realidad lo que hacía falta es tener un lugar óptimo para que ellos puedan resguardar su producto con el 100% de eficacia y conocer todo respecto a esos productos. Ese era uno de los factores negativos que afectaban al proyecto, la falta de un lugar adecuado para el almacenamiento y la ausencia de un control del producto almacenado. No se podía implantar el sistema sino se tiene apoyo del departamento de ciencias agropecuarias, así como del de sistemas y si no se seguía algún tipo de metodología. Después de implantar el sistema y proporcionar la capacitación a los usuarios finales y encargados de almacenes, el éxito del sistema dependerá del buen uso y de la coordinación de departamentos.

Cabe mencionar que falto dedicarle más atención al departamento de ciencias agropecuarias ya que es uno de los más beneficiados por el proyecto, pero por la falta de espacio disponible de dicho departamento no se cubrió tal necesidad. Sin embargo, recordar que el proyecto relacionaba los almacenes actuales con el cambio a un mejor tipo de almacén.

Es importante también mencionar que el sistema SEMITIVA cumplió con una parte del objetivo de optimizar el manejo de los productos que se producen en el Tecnológico, consultando la página web ayudando a los alumnos y docentes con información útil de cada grano y semilla producido, una primera necesidad es cumplida satisfactoriamente, sin embargo, por falta de capital para una inversión mayor no se logró el acondicionamiento de un cuarto frío para alargar aún más los productos

REFERENCIAS

Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y de la Agricultura. (s. f.). *FAO en México*. Recuperado 20 de octubre de 2019, de <http://www.fao.org/mexico/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s. f.). *Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe*. Recuperado 9 de septiembre de 2019, de <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/507721/>

issuu. (2015, 21 mayo). *Agenda Técnica Agrícola - Guanajuato*. https://issuu.com/senasica/docs/11_guanajuato_2015_sin

Visual Studio. (2005). *Código de Visual Studio*. Download Visual Studio Code - Mac, Linux, Windows. <https://code.visualstudio.com/download>

GNU General Public License. (2002). *XAMPP Apache + MariaDB + PHP + Perl*. XAMPP Apache + MariaDB + PHP + Perl. <https://www.apachefriends.org/es/index.html>

Criotec. (2019). *Cámaras frías de conservación*. Cámaras frías de conservación. <https://www.criotec.com.mx/cuartos-frios/>

Arduino UNO. (2013). *Aprendiendo Arduino*. Aprendiendo Arduino. <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/06/24/ejemplo-sensor-de-temperatura/>

GRAINPRO. (2012). *Todo lo que necesitas saber sobre almacenamiento hermético*. Todo lo que necesita saber sobre almacenamiento hermético. <https://news.grainpro.com/es/todo-lo-que-necesita-saber-sobre-almacenamiento-hermetico>

semillas y Cereales Benatia. (2015). *Granos y semillas en Guanajuato*. Granos y semillas en Guanajuato. <https://directoriosvito.com.mx/listing/semillas-y-cereales-betania/>

eni Networks. (2005). *Enlaces LAN to LAN y su utilidad para tu empresa*. Enlaces LAN to LAN y su utilidad para tu empresa. <https://www.eninetworks.com/blog-enlaces-lan-to-lan-y-su-utilidad-para-tu-empresa/>

Engormix. (1999). *Refrigeración de Granos y Semillas*. Refrigeración de Granos y Semillas. <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/refrigeracion-granos-semillas-esta-t40970.ht>

MEPROSA. (2015). *LA IMPORTANCIA DEL SILO Y SUS BENEFICIOS*. La importancia del silo y sus beneficios | Meprosa. <https://meprosa.mx/la-importancia-del-silo-beneficios/>

