



CONGRESO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

PRIMERA EDICIÓN

2019

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

Dr. Gabriel Iturriaga de la Fuente

Revisores

M.C. Abraham Jiménez Camargo

M.C. Francisco Chablé Moreno

Dr. Jorge Covarrubias Prieto



Figura 1. Bordo para retención de agua (Dolores, Guanajuato).

Contenido

Dafne M. Arellano Mendoza; Selene Pascual Bustamante; Alma A. Lira Vargas; Carolina Moreno Ramos¹; Ma. Andrea Trejo Márquez. **APROVECHAMIENTO DE HUAUZONTLE (*Chenopodium nuttalliae*) EN LA ELABORACIÓN DE PASTAS ALIMENTICIAS LIBRES DE GLUTEN** 1

Stephanie Melo Cruz; Ma. Andrea Trejo Márquez; Adela Lira Vargas; Selene Pascual Bustamante. **DESARROLLO DE BOTANA DE JÍCAMA, CHAYOTE Y QUELITE QUE DIVERSIFIQUE EL CONSUMO DE PRODUCTOS HORTÍCOLAS** 2

Elizabeth Granados Becerril, Pablo Andrés Busti, Nértor Jorge Delorenzi, Germán David Báez, Emilce Elina Llopart. **ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE APLICACIÓN DE TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA EL ESTUDIO DE VINOS** 3

- Elizabeth Granados Becerril, Pablo Andrés Busti, Nértor Jorge Delorenzi, Germán David Báez, 4
Emilce Elina Llopart. **ANÁLISIS SENSORIAL DE FRUTAS LIOFILIZADAS REHIDRATADAS**
- Elizabeth Granados Becerril, Jorge Guerra González, María A. Trejo Márquez, Selene Pascual
Bustamante, Alma A. Lira Vargas **EFECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE DESINFECCIÓN EN
EPAZOTE Y VERDOLAGA MÍNIMAMENTE PROCESADOS** 5
- Gabriela Islas Pizano, Jorge Covarrubias Prieto, Abraham Jiménez Camargo, Davino Pérez 6
Mendoza y Juan C. Raya Pérez. **CONTROL DEL MARCHITAMIENTO EN EL CULTIVO DE MAÍZ
CAUSADO POR *Fusarium oxysporum* L. BAJO CONDICIONES PROTEGIDAS**
- José M. Díaz Campo, Ramiro L. Silvestre Rodríguez, Mari C. Quevedo Jimenez, Wendy Alcoser 7
Sandoval, Francisco Perdomo Roldan, José F. Romero Portillo. **SELECIÓN DE MATERIAL NATIVO
DE LA RAZA ANCHO POZOLERO DEL ESTADO DE MORELOS.**
- Jorge Anrubio Tlazola, Ramiro Anrubio Tlazola, Javier Anrubio Tlazola, Eustorgio Miranda Anacleto, 8
Hector Vargas Bello, José F. Romero Portillo. **MEJORAMIENTO PARTICIPATIVO CON
PRODUCTORES DE MAÍZ NATIVO ANCHO POZOLERO DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO**
- José Francisco Romero Portillo; Francisco Perdomo Roldan; Alberto Trujillo Campos, Henry 9
González Rodríguez. **MANEJO AGRONÓMICO CON COLECTAS DE MAIZ NATIVO ANCHO
POZOLERO DEL ESTADO DE MORELOS, MEXICO**
- Daniel Ávila Martínez, Mariano Mendoza Elos, Luis P. Guevara Acevedo. **DINÁMICA POBLACIONAL 10
Y TOLERANCIA A GUSANO COGOLLERO EN LÍNEAS ELITE DE MAÍZ**
- Silvia N. García Venegas; María G. Mandujano Zermeño; Gilberto Rodríguez Pérez; Francisco 11
Cervantes Ortiz, Mariano Mendoza Elos. **CALIDAD FISICOQUÍMICA EN GRANOS DE MAÍCES
EXPERIMENTALES CON DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA**
- María G. Mandujano Zermeño; Silvia N. García Venegas ; Gilberto Rodríguez Pérez; Francisco 12
Cervantes Ortiz; Gerónimo Arambula Villa; Mariano Mendoza Elos; **COMPONENTES DE
RENDIMIENTO Y GRADOS BRX DE MAÍCES CRIOLLOS PIGMENTADOS**

- Jairo Z. Santamaría Torres; Selene Pascual Bustamante; Carolina Moreno Ramos; María A. Trejo Márquez. **13**
APLICACIÓN DE PECTINA DE TEJOCOTE COMO ESTABILIZANTE EN LA ELABORACIÓN DE UN HELADO DE MAMEY
- Irma Ledesma Caballero, Jorge Covarrubias Prieto², Ricardo E. Preciado Ortiz, Juan G. Ramírez Pimentel y Juan C. Raya Pérez. **14**
COMPORTAMIENTO DE HÍBRIDOS DOBLE HAPLOIDES DE MAÍZ CON ALTO CONTENIDO DE ACEITE
- Manuel Jerónimo Arriaga; Ernesto Solís Moya; Luis A. Mariscal Amaro; Oscar A. Grageda Cabrera; Lourdes Ledesma Ramírez y María del Pilar Suaste Franco **15**
CALIDAD EN GRANO EN GENOTIPOS DE TRIGO CON TRES CALENDARIOS DE RIEGOS
- Alma N. Camacho Franco; Selene Pascual Bustamante; Alma A. Lira Vargas María A. Trejo Márquez **16**
DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BOTANA TIPO CHIP A BASE DE BETABEL (*Beta vulgaris L.*) APLICANDO DIFERENTES MÉTODOS DE SECADO
- Josefina Jiménez Muñoz Ledo; Wendy Mondragón Moreno; María G. Figueroa Rivera Mabel Reyes Fuentes y Julio César Pérez Saavedra **17**
ELABORACIÓN DE CEREAL DE MAÍZ Y SOYA CON SABOR A ALMENDRA
- Paola Gallardo Rodríguez; Ana L. Chávez-Arroyo; María E. Gallardo Rodríguez; Francisco Cervantes Ortiz; Claudia M. Fuentes Gallardo; Mayolo Juárez Goiz **18**
EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS COLORANTES DE MAÍCES CRIOLLOS
- Mariano Díaz Ruiz; Ernesto Solís Moya; Luis A. Mariscal Amaro; Oscar A. Grageda Cabrera; Sarahyt S. Gonzalez Figueroa y Lourdes Ledesma Ramírez. **19**
EVALUACIÓN DE CALIDAD INDUSTRIAL DE GENOTIPOS DE TRIGO EN CINCO FECHAS DE SIEMBRA
- Brenda K. Mendoza Gamez; Ernesto Solís Moya; Luis A. Mariscal Amaro Oscar A. Grageda Cabrera; Sarahyt S. Gonzalez Figueroa y María del P. Suaste Franco. **20**
EVALUACION DE LA CALIDAD INDUSTRIAL DE LAS VARIEDADES Y LINEAS SOBRESALIENTES
- Norma E. Barrón Avila; Anahí Piña Bernal; Perla Jiménez Girón; Diego A. Zúñiga Vázquez; **21**

Estéfana Alvarado Bárcenas **PARÁMETROS CUANTITATIVO DE CAPSAICINA EN SEIS
VARIETADES DE CHILE HABANERO**

Carlos Piña Hurtado; Mariano Mendoza Elos; Jesús Frías Pizano;Guadalupe J. García Rodríguez²;
Francisco Cervantes Ortiz; Francisco Chablé Moreno **COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE 22
HÍBRIDOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) CULTIVADOS EN AGRICULTURA
BIODINÁMICA**

Manuel Jeronimo Arriaga; Ernesto Solís Moya; Luis A. Mariscal Amaro; Oscar A. Grageda Cabrera;
Sarahyt S. Gonzalez Figueroa; Lourdes Ledesma Ramírez ,**COMPORTEAMIENTO AGRONÓMICO EN 23
GENOTIPOS DE TRIGO CON TRES CALENDARIOS DE RIEGOS**

María R. Rendón Reyes; Ernesto Solís Moya; Luis A. Mariscal Amaro¹; Oscar A. Grageda Cabrera;
Lourdes Ledesma Ramírez; María del Pilar Suaste Franco **DETERMINACIÓN DE GENES DE 24
RESISTENCIA DE PLANTA ADULTA A ROYA DE LA HOJA (*Puccinia triticina* E.) EN GENOTIPOS
DE TRIGO A TRAVÉS DE MARCADORES MOLECULARES**

Elias Ubias Serafin; Jorge Covarrubias Prieto; Juan C. Raya Perez;Guadalupe J. García Rodríguez;
Jesús Frías Pizano **GANANCIA GENÉTICA POR SELECCIÓN MASAL ESTRATIFICADA PARA 25
RENDIMIENTO EN MAÍZ (*Zea mays* L.) DE TEMPORAL EN EL BAJÍO**

Alejandra Juárez Galván , Benigno Leonel de la Cruz Tierrablanca; Francisco Chablé Moreno; Blanca
C. López Ramírez **VARIABILIDAD FENOLÓGICA Y MORFOMETRÍA DE FRUTOS DE PLANTAS 26
ENDOGÁMICAS AVANZADAS DE TOMATE TIPO SALADETTE**

Lidia A. Rodríguez Zermeño; Ernesto Solís Moya; Luis A. Mariscal Amaro; Oscar A. Grageda Cabrera¹;
Lourdes Ledesma Ramírez; María del Pilar Suaste Franco **27
INCREMENTO DEL RENDIMIENTO POTENCIAL DEL TRIGO EN MÉXICO**

Diana A. Quiroz Segoviano; Anareli Quintero Jiménez; Gabriel Iturriaga de la Fuente **28
REGENERACIÓN IN VITRO DE *Stevia rebaudiana* BERTONI**

Anareli Quintero Jiménez; César L. Aguirre Mancilla; Juan C. Raya Pérez; Juan G. Ramírez Pimentel;
Jorge Covarrubias Prieto; Elena Heredia García; Gabriel Iturriaga de la Fuente. **TRANSFORMACIÓN 29
DE MASAS EMBRIOGÉNICAS Y CALLOS DE AGUACATE CRIOLLO (*Persea americana* var.
Drymifolia) con el gen reportero *GUS*.**

Ana E. Rangel Castillo Cesar L. Aguirre Mancilla Juan G. Ramírez Pimentel Gabriel Iturriaga de la
Fuente **EFEECTO DE LA RADIACIÓN GAMMA CON ⁶⁰Co SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLA 30
MUTANTE M3 DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annum* L.)**

Brenda Tovar Suaste Anareli Quintero Jiménez; Gabriel Iturriaga de la Fuente MICROPROPAGACIÓN DE FRESA (<i>Fragaria</i> spp.)	31
José Honorato Arreguín Centeno; Enrique Andrio Enríquez; Juan Ángel Quijano Carranza; Francisco Cervantes Ortiz; Mariano Mendoza Elos; Ricardo Yañez López. EVALUACIÓN ANALISIS DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE CULTIVOS ALTERNATIVOS PARA GUANAJUATO	32
Lourdes Ledesma Ramírez; Ernesto Solís Moya; Gabriel Iturriaga de la Fuente Luis A. Mariscal Amaro; Cesar L. Aguirre Mancilla; Juan G. Ramírez Pimentel INCREMENTO DEL RENDIMIENTO DEL TRIGO EN MÉXICO EN VIVEROS DE RASGOS ADAPTADOS AL ESTRÉS (SATYN)	33
Itzury Y. Hernández Vázquez; Hugo C. Cisneros López ; Bertha M. Sánchez García Daniel Rodríguez Mercado; Luis P. Guevara Acevedo FERTILIZACION FOLIAR EN ORQUÍDEAS ENDEMICAS DEL ESTADO DE GUERRERO (<i>Encyclia cochleata</i>)	34
Juan A. Valadez Vargas; Mariano Mendoza Elos; Sergio A. Rodríguez Herrera; Jesús Frías Pizano; Enrique Andrio Enríquez; Covarrubias Prieto Jorge; Blanca C. López Ramírez CARACTERES AGRONÓMICOS EN LÍNEAS DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) CON ALTO CONTENIDO DE PROTEÍNA DE GRANO BLANCO Y AMARILLO	35
María G. Mandujano Zermeño; Silvia N. García Venegas; Gilberto Rodríguez Pérez; Francisco Cervantes Ortiz; Gerónimo Arambula Villa; Mariano Mendoza Elos COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y GRADOS BRIX DE MAÍCES CRIOLLOS PIGMENTADOS	36
María K. V. Cabrera Becerra; César L. Aguirre Mancilla; Juan G. Ramírez Pimentel; Juan C. Raya Pérez; Gerardo Acosta García; Gabriel Iturriaga de la Fuente SÍNTESIS DE UN GEN BIFUNCIONAL PARA LA BIOSÍNTESIS DE GLICÍN BETAÍNA	37
María R. Rendón Reyes; Ernesto Solís Moya; Luis A. Mariscal Amaro; Oscar A. Grageda Cabrera; Lourdes Ledesma Ramírez; María del P. Suaste Franco DETERMINACIÓN DE GENES DE RESISTENCIA DE PLANTA ADULTA A ROYA DE LA HOJA (<i>Puccinia triticina</i> E.) EN GENOTIPOS DE TRIGO A TRAVÉS DE MARCADORES MOLECULARES	38
Adriana Torres Salgado , Juan C. Raya Pérez; Marco A. García Perea; Cesar L. Aguirre Mancilla- Ricardo Preciado Ortiz; Juan G. Ramírez Pimentel EXPRESIÓN DEL GEN Lox 9 EN MAÍZ TUXPEÑO Y MAÍZ BLANCO EN RESPUESTA A <i>FUSARIUM VERTICILLIODES</i>	39
Martha J. Navarro León; Juan G. Ramírez Pimentel; Bertha M. Sánchez García;	

Cesar L. Aguirre Mancilla; Luis Pérez Moreno; Jorge Covarrubias Prieto; Juan C. Raya Pérez CONTROL DE BACTERIOSIS EN NOPAL CON ACTINOMICETOS	40
Abraham Jiménez Camargo; Ana E. Rangel Castillo; Rubén Paredes Uribe; Cesar L. Aguirre Mancilla ^{1§} IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE LA MUERTE DE FICUS DE LA ÍNDIA (<i>Ficus benjamina</i>) EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ROQUE	41
Ángeles Velázquez Ordinola; Gabriel Iturriaga de la Fuente; César L. Aguirre Mancilla Juan G. Ramírez Pimentel; Juan C. Raya Pérez AISLAMIENTO Y CLONACION DEL GEN TRANSPORTADOR DE SILICIO <i>ZmLsi1</i> DE MAÍZ.	42
Erika Cañada Coyote; Juan G. Ramírez Pimentel; César L. Aguirre Mancilla; Juan C. Raya Pérez; Gabriel Iturriaga de la Fuente CAPACIDAD ANTAGÓNICA DE MUTANTES QUÍMICAS DE <i>Trichoderma harzianum</i> CONTRA <i>Sclerotium rolfsii</i> y <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	43
Guadalupe López Buenabad ; Abraham Jiménez Camargo; Eva M. Licea de Anda Cesar L. Aguirre Mancilla ¹ ; Juan C. Raya Pérez ¹ ; Juan G. Ramírez Pimentel EVALUACIÓN DE LA PATOGENICIDAD DE UN AISLAMIENTO DE <i>Fusarium oxysporum</i> EN VARIEDADES DE GARBANZO (<i>Cicer arietinum</i> L.)	44
María del P. Suaste Franco; Ernesto Solís Moya; Luis A. Mariscal Amaro Gabriel Iturriaga de la Fuente; Juan C. Raya Pérez; Juan G. Ramírez Pimentel CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE GERMOPLASMA PREMEJORADO DE TRIGO HARINERO PARA TOLERANCIA A PUDRICIONES DE RAÍZ Y CORONA (<i>Fusarium proliferatum</i>)	45
Felipe J. Piña Tapia ¹ ; Adriana Ángeles Santos; G. D. Guani Sánchez; M. G. González Bravo; Cesar L. Aguirre Mancilla CULTIVO E IDENTIFICACIÓN DE UN CONSORCIO DE MICROALGAS (<i>Nannochloropsis</i> sp.) DEL RIO LAJA EN CELAYA, GUANAJUATO	46
Berta M. Sánchez García; Luis P. Guevara Acevedo; M. A. Mora Avilés; Juan C. Raya Pérez; Jorge Covarrubias Prieto; Juan G. Ramírez Pimentel ACTINOBACTERIAS EN EL CONTROL DE LA CENICILLA POLVORIENTA (<i>Leveillula taurica</i>) EN CHILE (<i>Capsicum annum</i> L.)	47
Antonio Vásquez Ortega; Juan A. Quijano Carranza; Enrique Andrio Enriquez; Ricardo Yáñez López ¹ ; Francisco Cervantes Ortiz ¹ ANÁLISIS DEL RIESGO FITOSANITARIO PARA FRIJOL DE TEMPORAL EN GUANAJUATO	48
Nancy A. Godínez Garrido ¹ ; Cesar L. Aguirre Mancilla ¹ ; Juan G. Ramírez Pimentel ¹ ; Jorge Covarrubias Prieto ¹ ; Francisco Cervantes Ortiz ¹ ; Jorge A. Torres Castillo ^{2§} . EFFECTO DE GERMINACIÓN EN SEMILLAS DE MAÍZ RECUBIERTAS CON UN BIOPOLÍMERO Y FUNGICIDA SOMETIDAS ALMACENAMIENTO	49
Nancy A. Godínez Garrido ¹ ; Cesar L. Aguirre Mancilla ^{1§} ; María K. V. Cabrera Becerra ¹ ; Verónica Alberto Tovar EFFECTO DE GERMINACIÓN EN SEMILLAS DE AMARANTO (<i>Amaranthus spp.</i>) RECUBIERTAS CON UN BIOPOLÍMERO	50

Maricela Morales Pérez; Juan G. Ramírez Pimentel ¹ ; Jorge Covarrubias Prieto ¹ ; Gabriel Iturriaga de la Fuente RESPUESTA AL ESTRÉS SALINO EN ETAPA DE GERMINACIÓN EN SEIS VARIEDADES DE ALFALFA (<i>Medicago sativa</i> L.)	51
Martha J. Navarro León María T. Maldonado Mancera Juan G. Ramírez Pimentel Cesar L. Aguirre Mancilla Luis Pérez-Moreno M. F. León Galván Jorge Covarrubias Prieto Nancy A. Godínez Garrido Juan C. Raya Pérez RECUBRIMIENTOS DE SEMILLA DE AJO PARA PRESERVAR LA VIABILIDAD	52
María G. López Bedolla; Saúl Ramírez Rojas ² ; María del S. Ríos Castro ¹ ; Blanca C. López Ramírez ANÁLISIS DE DATOS CON LENGUAJE R	53
Leticia Rodríguez Zárate ¹ ; Jacqueline Sierra Celedon ¹ ; Francisco Cervantes Ortiz ² ; J. G. García Rodríguez ² ; Gilberto Rodríguez Pérez ² ; Ricardo Yañez López TEMPERATURA OPTIMA PARA LA PRUEBA DE GERMINACION ESTANDAR EN SEMILLA DE JICAMA (<i>Pachyrhizus erosus</i>)	54
Vanessa Olalde Llanos ¹ ; Cristina Bueno Lara ¹ ; Guadalupe del R. Peña De la Rosa ¹ ; María E. Gallardo Rodríguez ² ; María del S. Ríos Castro ^{2*} SEED SELECTION (DISPOSITIVO PARA LA SELECCIÓN DE GRANOS DE MAÍZ CON CALIDAD)	55
Adriana Ángeles Santos; A. D. Hernández Fuentes; Felipe J. PiñaTapia; Juan G. Ramírez Pimentel; Juan C. Raya Pérez; Cesar L. Aguirre Mancilla EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN DE INHIBIDOR DE PROTEASAS DE LAS SEMILLAS DE TUNA	56
María J. Mendoza Sánchez ,Juan G. Ramírez Pimentel ; Juan C. Raya Pérez; Ahuitzolt Joaquín Ramos EFFECTO DE LA SONICACIÓN SOBRE LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE AVENA (<i>Avena sativa</i> L.)	57
Jessica W. Rodríguez Lara; Francisco Cervantes Ortiz; Gerónimo Arámbula Villa; Luis A. Mariscal Amaro ³ ; César L. Aguirre Mancilla ¹ ; Enrique Andrio Enríquez DESCRIPCIÓN DE CARACTERES AGRONÓMICOS EN POBLACIONES DE LIRIO ACUÁTICO (<i>Eichhornia crassipes</i>)	58
Jacqueline Sierra Celedon; Leticia Rodríguez Zárate; Francisco Cervantes Ortiz Guadalupe García Rodríguez; Gilberto Rodríguez Pérez; Ricardo Yañez López PRUEBA TOPOGRAFICA DE TETRAZOLIO EN SEMILLA DE JICAMA (<i>Pachyrhizus erosus</i>)	59
Carlos O. Padilla Ramírez; Silvia N. García Venegas ¹ ; Mariano Mendoza Elos ,Francisco Cervantes Ortiz ¹ ; Gilberto Rodríguez Perez; Sergio A. Rodríguez Herrera EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE GENOTIPOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ BLANCO Y AMARILLO	60

- Adriana Ángeles Santos¹; Alma D. Hernández Fuentes²; Felipe J. Piña Tapia; Juan G. Ramírez Pimentel¹; Juan C. Raya Pérez¹; Cesar L. Aguirre Mancilla **EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN DE INHIBIDOR DE PROTEASAS DE LAS SEMILLAS DE TUNA** 61
- Elizabeth Granados Becerril¹; Jorge Guerra González¹; María A. Trejo Márquez^{1§}; Selene Pascual Bustamante¹; Alma A. Lira Vargas **EFFECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE DESINFECCIÓN EN EPAZOTE Y VERDOLAGA MÍNIMAMENTE PROCESADOS** 67
- Miriam M. Bravo Monjaraz¹; Marlen Cuevas Vázquez^{1§}; Ricardo Yáñez López²; Daniel Mercado Rodríguez; Luis P. Guevara Acevedo²; Antonio Vásquez ortega **RENDIMIENTO DE MAÍZ DE TEMPORAL Y SU RELACIÓN CON LA PRECIPITACIÓN EN GUANAJUATO** 75
- María J. Sánchez Mejía¹; Jaqueline Cuevas Vázquez^{1§}; Ricardo Yáñez López²; Antonio Vásquez Ortega²; Hugo C. Cisneros López²; Alejandro Hernández Zazueta **DETECCIÓN DE MODIFICACIONES EN LA DURACIÓN EN EL PERÍODO HÚMEDO EN GUANAJUATO UTILIZANDO DATOS HISTÓRICOS DE CLIMA** 80
- Rosario M. Hernández Bárcenas¹; Juan G. Ramírez Pimentel¹; Violeta Herrera Enciso¹; Cesar L. Aguirre Mancilla **PURIFICACIÓN DE INHIBIDORES DE PROTEASAS EN SEMILLAS DE CHAN (*Hyptis suaveolens* L.) VARIEDAD BLANCA** 87
- Luis Mendoza Estrada¹; Gabriel Iturriaga de la Fuente¹; Cesar L. Aguirre Mancilla¹; Gerardo Acosta Garcia²; Juan G. Ramírez Pimente **EXPRESIÓN DEL GEN *NOZZLE* DURANTE EL DESARROLLO DEL MEGAGAMETOFITO EN *Ricinus communis* L.** 92
- Benigno L. de la Cruz Tierrablanca¹; Francisco Chablé Moreno^{2§}; Davino Pérez-Mendoza²; Blanca C. López-Ramírez²; Juan C. Raya-Pérez **PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICA DEL FRUTO Y RENDIMIENTO COMPARATIVO ENTRE PLANTAS F2 Y F4 DE JITOMATE TIPO SALADATTE** 99
- Juan C. Muños Mondragón¹; Jesús Frías Pizano²; Davino Pérez Mendoza²; José E. Frías Ramírez³; J. Guadalupe García Rodríguez²; Francisco Chablé Moreno **MORFOLOGÍA DE FRUTOS EN LA PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO EN PROGENIES ENDOGÁMICAS DE POBLACIONES DE TOMATE S₂ Y F₂** 107
- Daniel Huerta-Santoyo^{1§}; Francisco Chablé-Moreno¹; J. Gabriel Ramírez-Pimentel¹; Estéfana Alvarado-Bárcenas **EVALUACIÓN DE LÍNEAS ENDOGÁMICAS DE MAÍZ DERIVADAS DE HÍBRIDOS COMERCIALES** 115

María E. Rojo García¹; Ricardo Yáñez Lopez²; Luis P. Guevara Acebedo²; Daniel Rodríguez Mercado²; Hugo C. Cisneros López, Marlen Cuevas Vázquez^{1*} **INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE EN EL CULTIVO DE MAÍZ UTILIZANDO MODELOS DINÁMICOS** **120**

Hernández P.M.*¹, Soto R.J.M.¹, Medina M.J.¹; Martínez G.D²; Felizardo T.J **VARIEDADES DE SOYA PARA EL ESTADO DE CAMPECHE** **126**

Juan Carlos Raya Pérez. **SOS CAMBIO CLIMÁTICO** **136**

APROVECHAMIENTO DE HUAUZONTLE (*Chenopodium nuttalliae*) EN LA ELABORACIÓN DE PASTAS ALIMENTICIAS LIBRES DE GLUTEN

Dafne M. Arellano Mendoza¹; Selene Pascual Bustamente¹; Alma A. Lira Vargas¹; Carolina Moreno Ramos¹; Ma. Andrea Trejo Márquez^{1*}

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica. Jiménez Cantú s/n, San Juan Atlamica, C. P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, México.

*correo-e: andreatrejo@unam.mx

RESUMEN

En los últimos años se ha incrementado el porcentaje de personas mexicanas diagnosticadas con celiaquía, imposibilitando el consumo del gluten que es la principal proteína de los cereales; por lo que el objetivo del presente trabajo es elaborar una pastas alimenticias libres de gluten a base de harina de tallo y flores de huauzontle fresco, arroz y amaranto, que contribuyan a diversificar la dieta para celíacos. El huauzontle se seleccionó y limpio para la obtención de harina y se evaluaron las propiedades químicas (proteína, fibra y capacidad antioxidante) y calidad microbiológica, después cocción. Posteriormente se realizaron las formulaciones para la obtención de las masas, primero para seleccionar la cantidad de harina de tallo y hoja de huauzontle (50:50%,65:35% y 80:20%) evaluando la textura (TPA), apariencia y resistencia; la segunda para seleccionar la cantidad de aditivos que mejoran las propiedades funcionales: CMC (0.5, 1 y 1.5g), evaluando la textura en crudo (dureza y friabilidad) y cocidas (TPA), color, apariencia, resistencia y pruebas sensoriales. Los resultados mostraron que el huauzontle contiene un 3.65% de proteína y que la mejor mezcla fue utilizando 80% de flor y 20% de tallo; adicionada con 1.5g de CMC; ya que presentó una apariencia uniforme libre de puntos blancos, además una resistencia de cocción de 15 minutos, sin pérdidas durante la misma, con un ΔE^* de 10.3 durante la cocción, dureza de 42g, elasticidad de 2.38g y fracturabilidad 9.3g, además la aceptabilidad fue 5 en una escala de 1 a 7 según los panelistas.

Palabras Clave: *Chenopodium nuttalliae*, pastas, gluten

DESARROLLO DE BOTANA DE JÍCAMA, CHAYOTE Y QUELITE QUE DIVERSIFIQUE EL CONSUMO DE PRODUCTOS HORTÍCOLAS

Stephanie Melo Cruz¹; Ma. Andrea Trejo Márquez*¹; Adela Lira Vargas¹; Selene Pascual Bustamante¹.

¹ Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica. Jiménez Cantú s/n, San Juan Atlamica, C. P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, México. *correo-e: andreatrejo@unam.mx

RESUMEN

En la actualidad han surgido botanas de tercera generación enriquecidas con frutas y vegetales. El objetivo del presente trabajo fue elaborar una botana adicionada con quelite, chayote y jícama para incrementar el consumo de estos productos hortofrutícolas. La materia prima se caracterizó mediante un análisis químico proximal (AQP), posteriormente se formularon las botanas mezclando 50% harina de maíz con 50% producto hortofrutícola, realizando una extrusión y posteriormente la cocción por dos métodos horneado a 160°C por 30 minutos y freído 160°C por 6 minutos; se determinó aceptación sensorial (olor, color, sabor y textura) y parámetros químicos (fenoles totales, capacidad antioxidante y capacidad de absorción de grasa). En la caracterización química de la materia prima el quelite presentó el mayor contenido de proteínas ($22.12 \pm 1.73\%$) y fibra ($2.14 \pm 0.42\%$), mientras que la jícama mostró el mayor contenido de azúcares ($3.48 \pm 0.12\%$). Las botanas freídas fueron las de mayor aceptación sensorial, mientras que las botanas horneadas de quelite presentaron la mayor capacidad antioxidante (4.99 ± 0.52 μ moles Trolox/g); las botanas fritas de jícama presentaron mayor contenido de fenoles (4.99 ± 0.23 mg ácido gálico/g). La capacidad de absorción de grasa en las botanas con productos hortofrutícolas fue menor en comparación con una botana patrón (100% maíz). Los resultados obtenidos indican que es posible mejorar las características nutrimentales de los alimentos tipo botana si son enriquecidos con este tipo de materias primas, fomentando así el consumo de dichos productos hortofrutícola.

Palabras clave: Snacks, jícama, chayote, quelite

ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE APLICACIÓN DE TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA EL ESTUDIO DE VINOS

Elizabeth Granados Becerril¹, María A. Trejo Márquez¹, Selene Pascual Bustamante¹. David R. López Soto¹

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica, Jiménez Cantú s/n, San Juan Atlamica, C.P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. De México, México. Correo-e: andreatrejo2009@unam.mx

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue recopilar diversas técnicas analíticas para el estudio de los vinos tinto, blanco y rosado, con el cual poder elaborar un manual de uso que pueda ser empleado tanto en la industria como a nivel investigación. Para el desarrollo del manual se realizó una revisión bibliográfica de las Normas Mexicanas y técnicas analíticas desarrolladas en el laboratorio. Las técnicas que contiene el manual se dividen en dos secciones, la primera se refiere a los parámetros fisicoquímicos como la determinación de pH, sólidos solubles, azúcares reductores, acidez total, acidez volátil, acidez fija, dióxido de azufre libre, dióxido de azufre total, y contenido alcohólico; mientras que la segunda sección contempla los parámetros químicos del vino, abarcando las técnicas de determinación de concentración de antocianinas, fenoles totales, taninos y capacidad antioxidante. Para el desarrollo de las técnicas se evaluaron diferentes tipos de vino, dos tintos uno joven y uno crianza, así como un vino rosado y un vino blanco. En donde se encontró que hay una mayor acidez en los vinos tintos, esto obviamente está relacionado tanto con el proceso como con los tipos de uvas que se emplean, es importante señalar del mismo modo que los vinos tintos tienen mayor contenido de compuestos fenólicos. Con los resultados obtenidos y la búsqueda realizada se puede concluir que la aplicación del manual es posible para el análisis de vinos.

Palabras clave: vinos, fenoles, antocianinas, taninos, capacidad antioxidante

ANÁLISIS SENSORIAL DE FRUTAS LIOFILIZADAS REHIDRATADAS

Elizabeth Granados Becerril¹, Pablo Andrés Busti², Nértor Jorge Delorenzi², Germán David Báez²,
Emilce Elina Llopert³

¹ Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica. elii.granados@hotmail.com

² Área Tecnología de los Alimentos, Departamento de Tecnología, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario, Argentina, ndeloren@fbioyf.unr.edu.ar

³ Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario, CONICET, Argentina, gbáez@fbioyf.unr.edu.ar

RESUMEN

En el presente trabajo se propuso evaluar sensorialmente el efecto de la liofilización y posterior rehidratación de las frutas seleccionadas. Se adquirieron en el mercado de la ciudad de Rosario (Argentina) banana, kiwi y manzana, se lavaron, escurrieron y secaron con papel. Se conservaron en refrigeración (4 °C) la mitad de la muestra, mientras que la otra mitad fue liofilizada en un equipo Liofilizador L101 (Liotop, Brasil) durante un ciclo de 24 horas (50 µHg, -56 °C). Posterior a este tratamiento se rehidrataron las frutas liofilizadas por inmersión en agua a 25 °C durante 3 segundos, inmediatamente antes de realizar el análisis sensorial. El perfil sensorial de las frutas naturales y liofilizadas rehidratadas se determinó con un panel semientrenado de cinco miembros de acuerdo con la metodología del análisis descriptivo cuantitativo (QDA), sobre los atributos color, aspecto, olor, sabor, turgencia y calidad general. Se usó una escala no estructurada de 10 puntos anclada en 1 (menos favorable) y 9 (más favorable). Se observó que los atributos color, aspecto, olor y sabor no fueron diferentes estadísticamente ($p > 0,05$), es decir que la liofilización y posterior hidratación no modificaron estos atributos respecto a la fruta natural. Sin embargo, la turgencia fue significativamente diferente, siendo en todos los casos mayor para las frutas naturales (banana natural: 6,8, banana liofilizada rehidratada: 3,6; kiwi natural: 7,1, kiwi liofilizado rehidratado: 4,6; manzana natural: 7,6, manzana liofilizada rehidratada: 5,2), con lo cual, las frutas liofilizadas y rehidratadas fueron más tiernas que las naturales. Respecto a la calidad general evaluada, no presentaron diferencias significativas. En conclusión, es posible afirmar que las frutas liofilizadas rehidratadas fueron sensorialmente aceptables como las naturales.

Palabras clave: liofilización, frutas, evaluación sensorial.

EFFECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE DESINFECCIÓN EN EPAZOTE Y VERDOLAGA MÍNIMAMENTE PROCESADOS

Elizabeth Granados Becerril¹, Jorge Guerra González¹, María A. Trejo Márquez¹, Selene Pascual Bustamante¹, Alma A. Lira Vargas¹.

¹ Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica, Jiménez Cantú s/n, San Juan Atlamica, C.P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. De México, México. Correo-e: andreatrejo@unam.mx

RESUMEN

La verdolaga y epazote son hortalizas endémicas de México con un amplio volumen de producción, existen pocos o nulos productos industrializados y su consumo es limitado debido a la alta carga microbiana y su complejidad de su preparación como un platillo cotidiano. Por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de métodos de desinfección en combinación con ozonificación en agua sobre los parámetros de calidad, microbiológicos y químicos de verdolaga y epazote mínimamente procesados. La verdolaga y el epazote fueron sometidos a las operaciones de: selección, limpieza, lavado, desinfección, pesado, envasado y almacenamiento. Los tiempos de desinfección con radiación UV-C, método químico (Microdyn), ultrasonido y ozono en gas fueron 15, 25 y 35 minutos, su influencia se evaluó en los parámetros microbiológicos (coliformes totales, mesófilos aerobios, mohos y levaduras) y químicos (fenoles totales, capacidad antioxidante y cuantificación de clorofila). El método de desinfección por radiación UV-C fue el que mostró tener mayor efectividad en el control de microorganismos con una disminución de dos escalas logarítmicas de estos, además de que preservó la calidad del producto, mientras que el tiempo no mostró tener algún efecto por lo que se estableció el mínimo.

Palabras clave: radiación UV-C, ozono, ultrasonido, desinfección

CONTROL DEL MARCHITAMIENTO EN EL CULTIVO DE MAÍZ CAUSADO POR *Fusarium oxysporum* L. BAJO CONDICIONES PROTEGIDAS

Gabriela Islas Pizano¹, Jorge Covarrubias Prieto², Abraham Jiménez Camargo³, Davino Pérez Mendoza⁴ y Juan C. Raya Pérez²

Tecnológico Nacional de México/ I T Roque. ¹ estudiante ITRoque, ² profesor-investigador DEPI-ITRoque, ³ estudiante de doctorado, DEPI_ITRoque.

RESUMEN

En maíz, la pudrición de la mazorca y el tallo son uno de los principales problemas a los que se enfrentan los productores de este cultivo. La pudrición de mazorca ha causado reducción del rendimiento hasta un 50%, mientras que la pudrición del tallo puede ocurrir con una incidencia de hasta 75% y causar pérdidas de 57%. Las especies más frecuentes reportadas como causantes de estas enfermedades en México corresponden al género *Fusarium*. Por lo cual el objetivo fue evaluar el efecto de un fungicida ecológico para el control de *Fusarium oxysporum* L. en el cultivo de maíz bajo condiciones protegidas (invernadero). En el análisis de varianza general del experimento se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos para la variable escala de daño causado por *Fusarium*, lo que nos indica que algún tratamiento presentó mayor incidencia de la enfermedad o hubo mayor control sobre la misma por efecto de la aplicación del fungicida. Las variedades no presentaron diferencias en la escala de daño por *Fusarium*, lo que significa que tuvieron el mismo grado de tolerancia o susceptibilidad. La interacción variedad*tratamiento no fue significativa, lo que nos indica que ambas variedades tuvieron respuestas similares a la aplicación de los tratamientos. También se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (al nivel 0.06 de probabilidad) para la variable altura de planta, lo que nos indica que los tratamientos si influyeron en el desarrollo de la planta y algún tratamiento fue más afectado en su desarrollo por la presencia de *Fusarium*; hubo diferencias estadísticas significativas entre variedades, lo que nos indica que aunque no presentaron diferencias en la resistencia a *Fusarium*, si fueron diferentes en cuanto a la altura de planta; nuevamente, la interacción no fue significativa, lo que nos indica que las variedades tuvieron respuestas similares a los tratamientos.

Palabras clave: Zea mays, pudrición de tallo, fungicida ecológico, F. oxysporum.

SELECCION DE MATERIAL NATIVO DE LA RAZA ANCHO POZOLERO DEL ESTADO DE MORELOS

José M. Díaz Campos¹, Ramiro L. Silvestre Rodríguez¹, Mari C. Quevedo Jiménez¹, Wendy Alcoser Sandoval¹, Francisco Perdomo Roldán², José F. Romero Portillo².

¹Alumno de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, ²Profesor investigador de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México,

*correo-e: joserompoy@hotmail.com

RESUMEN

La manera en que se comercializa la Raza de maíz Ancho pozolero en el estado de Morelos, México, ha permitido que la evolución del germoplasma impuesto por los productores, debido a la manera de seleccionar sus características para mejorar y obtener granos con mayor tamaño de ancho, así como aumento del rendimiento, al mismo tiempo se incrementa el valor comercial y estimula el interés de los productores quien juegan un papel muy importante para que actualmente se tengan granos de mayor tamaño y adaptabilidad en la parte norte del estado; esto ha contribuido en la conservación de la diversidad genética y el mejoramiento como especie; los productores seleccionan mazorcas por hileras para favorecer la variable de ancho de grano. Los maíces Anchos poseen mazorcas cónicas de 8 a 12 hileras con olotes delgados y flexibles (Benz, 2009). La calidad del maíz Ancho del estado de Morelos en cuanto a su nivel de expansión tiene muy buena aceptación en la región del Bajío de la República Mexicana, hoy en día es apreciado fuera del país para la elaboración de pozole, en Morelos es comercializado los días domingos en la zona de venta conocida como MOR-MEX lugar en donde los productores desde muy temprano acuden para su comercialización y el precio lo rige el tamaño del grano por lo que los productores lo clasifican en tres tamaños chico, mediano y grande, algunos productores practican la comercialización del grano descabezado el cual incrementa el valor agregado en el precio.

Palabras clave: Maíz, Raza, Germoplasma

MEJORAMIENTO PARTICIPATIVO CON PRODUCTORES DE MAÍZ NATIVO ANCHO POZOLERO DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO

Jorge Anrubio Tlazola^{*1}, Ramiro Anrubio Tlazola², Javier Anrubio Tlazola², Eustorgio Miranda Anacleto²,
Hector Vargas Bello², José F. Romero Portillo².

¹Comercializadora investigador de agroquímicos la Huerta, Xalostoc Morelos México, ²Profesor Investigador de la escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, Universidad Autónoma del Estado de Morelos,
*correo-e: joserompoy@hotmail.com

RESUMEN

Actualmente México no es autosuficiente en la producción de maíz, por lo cual se tiene que recurrir a la importación de éste cereal para satisfacer la demanda nacional. El 80% de la superficie dedicada a maíz es de temporal con germoplasma nativo. La productividad de los agro-ecosistemas está condicionada por la variación topográfica que existe en México y se ha considerado el centro mundial de origen de maíz (Benz, 2001; Benz, 2006; Doebley, 1987; Kato, 1976, 1986;). La superficie sembrada con maíces criollos en Morelos es del 82%. En las localidades del estado de Morelos se busco la adopción de transferencia de nuevas tecnologías con productores cooperantes que se dedican al cultivando las poblaciones de maíz Ancho pozolero por medio de talleres, seleccionando plantas cultivadas desde la parcela y no en la troje. En el estado de Morelos dedican a la siembra de maíz para temporal alrededor de 30,517 ha, cosechándose rendimiento promedio de 3.6 t ha⁻¹. En tanto que en condiciones de riego se destinan cerca de 2,894 ha, con rendimiento de 3.9 t ha⁻¹. (SIAP-SAGARPA, 2017). Las localidades fueron; Totolapan, Atlatlahucan, Temoac, Ocuituco y Yecapixtla. Morelos ocupa el segundo lugar a nivel nacional en superficie sembrada con 3,814 ha, con un rendimiento promedio de 2940 kg ha⁻¹. En Morelos se cultiva en los municipios de Totolapan, Atlatlahucan, Yecapixtla, Ocuituco, Tetela del Volcan y Tlayacapan con superficies de siembra de 900, 1124, 1200, 390, 100, y 100 ha, respectivamente. (SIAP-SAGARPA, 2017).

Palabras clave: Maíz, Criollo, Germoplasma

MANEJO AGRONÓMICO CON COLECTAS DE MAÍZ NATIVO ANCHO POZOLERO DEL ESTADO DE MORELOS, MEXICO

José Francisco Romero Portillo*¹; Francisco Perdomo Roldan¹; Alberto Trujillo Campos²;
Henry González Rodríguez³

Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, ¹Profesor investigador de la UAEM EESuX, ²INIFAP-Campo Experimental Zacatepec, Morelos. ³DGTA 39 Temoac, Morelos
*correo-e:joserompoy@hotmail.com

RESUMEN

En la República de México se dedican a la siembra de maíz de temporal, sembrando alrededor de 5.9 millones de hectáreas, cosechando un rendimiento promedio de 3.8 t ha⁻¹ de grano. En tanto que bajo condiciones de riego se destinan cerca de 1.6 millones de hectáreas, con un rendimiento medio de 8.3 t ha⁻¹. (SIAP-SAGARPA, 2017). En el estado de Morelos la superficie sembrada con maíces criollos es del 82% en temporal, lo que representa la importancia de los maíces nativos en la agricultura morelense. Los maíces criollos son poblaciones que poseen amplia diversidad genética, lo cual favorecen seleccionar poblaciones a programas de mejoramiento genético para la formación de nuevas variedades con características agronómicas impuestas por los fitomejoradores como son mayor rendimiento y una buena adaptación local. El manejo agronómico de las colectas de maíz nativo Ancho pozolero del estado de Morelos, permiten evaluar en el comportamiento agronómico con fines de observar a materiales sobresalientes a plagas agrícolas, buena adaptabilidad ambiental y rendimiento de grana; el experimento fue llevado a cabo en el municipio de Temoac con altitud de 1592 msnm. El experimento fue un diseño en Bloques completos al azar Las poblaciones con resultados favorables fueron la base para incorporarlas al programa de mejoramiento genético de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc UAEM. Además se realizó una demostración dirigida a productores y técnicos agropecuarios de maíz criollo del estado de Morelos.

Palabras clave: Maíz, Criollo, Colectas.

DINÁMICA POBLACIONAL Y TOLERANCIA A GUSANO COGOLLERO EN LÍNEAS ELITE DE MAÍZ

Daniel Ávila Martínez¹, Mariano Mendoza Elos¹ Luis P. Guevara Acevedo²

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

RESUMEN

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), es una plaga que ha adquirido gran importancia a nivel mundial como una de las principales causas de pérdidas parciales o totales en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). La alimentación de este insecto ocasiona defoliaciones los cual ocasiona un bajo rendimiento de las plantas. La presencia de poblaciones de *S. frugiperda* durante el establecimiento del cultivo afecta significativamente la producción de maíz, en México bajo condiciones favorables, puede causar pérdidas de rendimiento de un 20 % hasta la pérdida total del cultivo si no toman las medidas correctas a tiempo; en el estado de Guanajuato a causa de esta problemática la producción de maíz se ha reducido hasta en un 50 %. Actualmente, con el fin de evitar pérdidas considerables en el cultivo es necesaria la evaluación de líneas de maíz que presenten tolerancia al insecto. La presente investigación se realizara con el objetivo de determinar en condiciones de campo, el efecto de *S. frugiperda* en líneas avanzadas de maíz, su dinámica poblacional y estimar su nivel de tolerancia.

Palabras clave: *Spodoptera frugiperda*, Dinámica poblacional, Tolerancia.

CALIDAD FISICOQUIMICA EN GRANOS DE MAÍCES EXPERIMENTALES CON DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA

Silvia N. García Venegas^{1§}; María G. Mandujano Zermeño¹; Gilberto Rodríguez Pérez²;
Francisco Cervantes Ortiz², Mariano Mendoza Elos².

¹ Alumno de posgrado del Instituto Nacional de México - Roque, ² Instituto Nacional de México - Roque.
§correo-e: nayely.garcia.venegas@outlook.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta de la calidad del grano de maíces experimentales en tres densidades de siembra. El experimento se estableció en el Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Guanajuato en 2018. Se utilizaron tres variedades de polinización abierta y tres híbridos con tres densidades de población (80, 90 y 100 mil plantas ha⁻¹), el diseño experimental fue parcelas divididas con tres repeticiones. Las variables evaluadas y analizadas fueron: peso de mil granos, peso hectolítrico, humedad, índice de flotación y grados Brix. Los genotipos que presentaron mayor peso de mil granos fueron CML264xCML311 y CML486xCML451 (422.99 y 418.47 g, respectivamente). Para peso hectolítrico, índice de flotación, humedad y grados brix, Cobra y Willy obtuvieron en promedio los mayores valores seguido de Anaconda y Gorrión. La mejor densidad para peso de mil granos fue de 80 mil plantas ha⁻¹, sin embargo, en peso hectolítrico e índice de flotación fueron superiores a las 90 mil plantas ha⁻¹, La densidad de 100 mil plantas ha⁻¹ influyó para que Cobra presentará mayor cantidad de grados brix con un valor de 5.07. Las variables que presentaron asociación fueron índices de flotación con grados brix y humedad con peso hectolitrico, peso de mil semillas obtuvo mayor peso dentro de los componentes principales.

Palabras clave: maíz, calidad, fisicoquímica

COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y GRADOS BRIX DE MAÍCES CRIOLLOS PIGMENTADOS

María G. Mandujano Zermeño^{1§}; Silvia N. García Venegas¹; Gilberto Rodríguez Pérez²;
Francisco Cervantes Ortiz²; Gerónimo Arambula Villa³; Mariano Mendoza Elos²;

¹ Estudiante de posgrado del Tecnológico Nacional de México-Roque, ² Instituto Tecnológico de Roque. CINVESTAV³,
§correo-e: lupitamandu25@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue caracterizar la calidad del grano de maíces criollos pigmentados. El experimento se estableció en 2018 en el Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Guanajuato. Se utilizaron ocho criollos de color, el diseño experimental fue de bloques completos con tres repeticiones. Las variables evaluadas y analizadas fueron: peso de mil granos, peso hectolítrico, humedad, índice de flotación y grados Brix, altura de mazorca, diámetro de mazorca, granos por hilera e hileras por mazorca. Los genotipos que presentaron mayor peso de mil granos fueron Biformal y Pozo, para peso hectolítrico y mayor grano por hilera fue Cerrado, en índice de flotación, humedad e hileras por mazorca Espiral presentó mayores promedios, en grados brix y diámetro de mazorca el genotipo Único contribuyó con mayores valores, quien presentó menor promedio en humedad fue Espiral. Las variables que presentaron asociación y valores positivos en los componentes principales fueron altura de mazorca, índice de flotación, granos por hilera, grados brix, peso hectolítrico y peso de mil semillas. Quienes presentaron valores negativos fueron hileras y diámetro por mazorca. El biplot determinó que peso de mil semillas y el genotipo Biformal presentaron mayor variación; sin embargo, Pozo y Único fueron más cercanos al origen pero con menor variación e interacción.

Palabras clave: maíz, calidad, pigmentos.

APLICACIÓN DE PECTINA DE TEJOCOTE COMO ESTABILIZANTE EN LA ELABORACIÓN DE UN HELADO DE MAMEY

Jairo Z. Santamaría Torres¹; Selene Pascual Bustamante^{1*}; Carolina Moreno Ramos¹;

María A. Trejo Márquez¹

¹ Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán,
Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales.

*correo-e:spluna27@gmail.com

RESUMEN

El tejocote es un fruto originario de México, consumido en la tradicional bebida de ponche, por lo que se considera un fruto subutilizado; sin embargo presenta un alto contenido de pectina que lo hace ser atractivo desde el punto de vista tecnológico. El objetivo del presente trabajo fue la extracción de pectina de tejocote por método enzimático y su posterior aplicación en un helado de mamey, evaluando el efecto sobre la cristalización y recristalización del producto. Para realizar la extracción de pectina se empleó el complejo enzimático Macerex usando 3 μ L. Posteriormente se elaboró el helado de mamey empleando diferentes concentraciones de pectina (0.5, 1.0 y 1.5 %), para después caracterizar el producto en overrun y estabilidad, así como la cristalización y recristalización del mismo. El valor máximo de overrun obtenido fue de 4.19% en el helado adicionado con pectina al 1.5%, siendo el más estable ya que presentó una pérdida de peso de 2.34%. En la cristalización del helado se obtuvieron tamaños de cristal de 1.241mm, en cambio en la recristalización el tamaño de cristal del helado de mamey fue menor con 0.670 mm, por lo que se observó que la pectina de tejocote se puede emplear como un buen estabilizante, ya que retrasa la cristalización en la estructura del helado.

Palabras clave: Cristalización, complejo enzimático, overrun, esterificación.

COMPORTAMIENTO DE HIBRIDOS DOBLE HAPLOIDES DE MAIZ CON ALTO CONTENIDO DE ACEITE

Irma Ledesma Caballero¹, Jorge Covarrubias Prieto², Ricardo E. Preciado Ortiz³,
Juan G. Ramírez Pimentel² y Juan C. Raya Pérez².

Tecnológico Nacional de México/I T Roque. ¹ estudiante MCPTS IT Roque, ² profesor-investigador DEPI-IT Roque, ³ investigador CAEB-INIFAP.

RESUMEN

El maíz es el cultivo más importante en México, donde el maíz de grano blanco es utilizado para la alimentación y el maíz de grano amarillo se destina a la industria principalmente. Una estrategia empleada para el mejoramiento genético es la tecnología de los dobles haploides (DH), la cual permite obtener líneas homocigotas a corto plazo. El objetivo de este trabajo fue analizar el perfil de ácidos grasos y el contenido de aceite en cruza simples de híbridos de maíz con LDH derivadas de poblaciones de maíz de grano amarillo y blanco con alto contenido de aceite. En base al rendimiento y contenido de aceite se seleccionaron los 20 híbridos LDH más destacables por su contenido de aceite (>6.4% para grano amarillo y >7.0% para grano blanco) y rendimiento (>6,451 kg para grano amarillo y >6,206 kg para grano blanco). El contenido de aceite de los híbridos LDH de grano blanco vario entre 6.2 a 7.7% y para los de grano amarillo fue de 5.5 a 7.9%. En cuanto al perfil de ácidos grasos se encontró que el ácido oleico represento entre 39.1 a 68.2% del total de ácidos grasos para híbridos de grano blanco y 32.2 a 63.2 % para híbridos de grano amarillo. Estos resultados indican variabilidad en el perfil de ácidos grasos entre los diversos genotipos estudiados. Los mejores híbridos tuvieron rendimientos similares a algunos de los testigos comerciales. Los híbridos de cruza simple formados por LDH de alto contenido de aceite evaluados en campo obtuvieron rendimientos de hasta 11.57 ton ha⁻¹ grano blanco y 12.71 ton ha⁻¹ grano amarillo.

Palabras clave: *líneas doble haploides, ácidos grasos, híbridos de maíz*

CALIDAD EN GRANO EN GENOTIPOS DE TRIGO CON TRES CALENDARIOS DE RIEGOS

Manuel Jerónimo Arriaga¹; Ernesto Solís Moya*¹; Luis A. Mariscal Amaro¹; Oscar A. Grageda Cabrera¹;
Lourdes Ledesma Ramírez¹⁻² y María del Pilar Suaste Franco¹⁻²

¹ INIFAP - CEBAJ, km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Gto. C.P. 38010.

² Tecnológico Nacional de México/IT Roque, Celaya, Guanajuato, México.

km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C. P. 38110.

*Autor responsable: solis.ernesto@inifap.gob.mx

RESUMEN

Los factores bióticos y abióticos que llegan a presentar los cultivos en alguna etapa del desarrollo fenológico puede afectar la respuesta final en la producción ya sea en rendimiento de grano o calidad final de semilla para la industria, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad industrial de grano de 20 genotipos de trigo del INIFAP-CEBAJ del ciclo otoño - invierno (17-18) sometido a tres calendarios de riegos: i (00,55 dds); ii (00,45,75 dds); iii (00,45,75,105 dds); las variables en calidad de grano fueron: Peso hectolítrico (PHL); Dureza de grano (DG); Proteína de grano (PG); Proteína de harina (PH); Fuerza de la masa (W); Relación tenacidad-extensibilidad (RTE). A los caracteres evaluados se les realizó una prueba de Kruskal-Wallis; en la estadística de prueba para el factor de riegos ($\alpha \leq 0.05$) se pudo inferir en la calidad final de grano, siendo que en PHL y PG con iii riegos el porcentaje fue mejor; para DG en los tres riegos el comportamiento fue similar; sin embargo en W y RTE con la aplicación de i riego fue superior a ii y iii riegos; El análisis estadístico para los genotipos ($\alpha \leq 0.05$) se obtuvo diferencias en la calidad final de grano; los genotipos 14, 19, 21, 22 y 29 en PHL; 10, 14, 22 y 21 en DG; 6, 35 en PG; en 6, 35 y 36 en PH; en 18, 19 y 21 en W y 10, 19, 21 en PL, igualaron o superaron a los testigos. Existen genotipos que presentan mejores caracteres de respuesta a los riegos en la calidad final de grano que pueden ser seleccionados.

Palabras clave: Fitomejoramiento, Asimilación de nutrimentos, Selección de genotipos.

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BOTANA TIPO CHIP A BASE DE BETABEL (*Beta vulgaris* L.) APLICANDO DIFERENTES MÉTODOS DE SECADO

Alma N. Camacho Franco¹; Selene Pascual Bustamante¹; Alma A. Lira Vargas¹;
María A. Trejo Márquez^{1*}

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación y Tecnología.

Jiménez Cantú, San Juan Atlamica C.P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, México.

*Autor responsable: andreatrejo@unam.mx

RESUMEN

El betabel (*Beta vulgaris* L.) con tiene alto contenido de vitamina C, fibra y minerales esenciales; sin embargo, su uso se reduce principalmente a jugos y ensaladas. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue el desarrollo de una botana baja en grasa aplicando diferentes métodos de secado, que permita la diversificación del uso del betabel. Se trabajó con betabel previamente lavado y pelado; cortándose en rebanadas y aplicando un secado por convección de aire caliente a 90 °C por 2 horas o por microondas a 1200W por 4.5 de minutos. Posteriormente las rodajas se frieron a 180 °C por 15 segundos para evaluar si el secado permitía una menor absorción de cantidad de aceite. Los parámetros físicos (color y textura), químicos (humedad y sólidos solubles), microbiológicos (coliformes, mohos y levaduras) y sensoriales (olor, color, sabor, textura y aceptabilidad) fueron evaluadas en las botanas. Los resultados mostraron que el secado por aire caliente permitió 47.5% menor absorción de aceite debido a que se llegaba a un valor de humedad menor aumentando así, el valor de sólidos solubles presentes a 63 °brix, dando una textura crujiente y un color de mayor luminosidad, así como valores microbiológicos menores a 100UFC/g debajo de los límites permisibles de coliformes, mohos y levaduras; y tuvo mayor aceptación. Se concluye que la aplicación del secado antes del proceso de fritura permitió obtener un producto con menor cantidad de aceite haciendo una botana más saludable para los consumidores.

Palabras clave: *secado, botana, absorción de aceite*

ELABORACIÓN DE CEREAL DE MAÍZ Y SOYA CON SABOR A ALMENDRA

Josefina Jiménez Muñoz Ledo¹; Wendy Mondragón Moreno¹; María G. Figueroa Rivera¹;
Mabiel Reyes Fuentes¹ y Julio César Pérez Saavedra¹

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque
Autor responsable: josefinaclara1800@hotmail.com

RESUMEN

Para mejorar la alimentación nutritiva en diferentes países de Latinoamérica incluyendo a México, se ha llevado un programa a través de la FAO, para incluir el consumo de la soya porque contiene un alto nivel proteínico y bajo costo en contraste con la carne. Los frijoles de soya proveen una variedad de fitoquímicos que pueden tener una función importante en la reducción del riesgo de desarrollar enfermedades crónicas. A partir de varios estudios se encontró que la soya contiene isoflavonas, que son un grupo de sustancias que poseen una estructura similar a los estrógenos humanos, por eso actúan como tales sobre el organismo, proporcionando beneficios a la mujer en la menopausia y actúan como antioxidante en el organismo. Así mismo se considera la importancia del consumo de maíz en la dieta ya que posee un rico contenido nutricional, constituido por vitaminas como la E, K y vitaminas B-6, ácidos fólico y pantoténico, riboflavina, niacina y tiamina, minerales como el magnesio, manganeso, selenio, hierro, fósforo, zinc y potasio. Este cereal será una combinación muy completa de nutrientes para una dieta más sana, además de con el sabor almendrado permitira una mejor aceptación. La investigación se realizó en el Instituto Tecnológico de Roque, en el laboratorio de suelo, planta y agua. El objetivo de la investigación fue identificar el manejo de la okara (Soya) combinado con maíz que al hornearse conserve sus propiedades nutricionales. Se determinó proteína, grasa, ceniza, fibra cruda y húmeda; Se realizó un análisis sensorial. Los resultados mostraron que el 60% de las personas evaluadas en análisis sensorial mostraron aceptabilidad al producto.

Palabras clave: Soya, maíz proteínas, salud.

EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS COLORANTES DE MAÍCES CRIOLLOS

Paola Gallardo Rodríguez¹; Ana L. Chávez-Arroyo¹; María E. Gallardo Rodríguez^{3§};
Francisco Cervantes Ortiz⁴; Claudia M. Fuentes Gallardo^{2,3}; Mayolo Juárez Goiz⁵

¹Estudiante del CBTis 198, ²Docente, CBTis 198, ³Docente, Tecnológico Nacional de México-Roque, ⁴Profesor- Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque, ⁵Profesor- Investigador, Tecnológico Nacional de México-Celaya.

§Autor responsable: magallardo@itroque.edu.mx

RESUMEN

“El maíz, (*Zea mays L.*), es una planta de la familia de las gramíneas y probablemente el cereal más antiguo cultivado en el continente americano (Inglett, 1970). En la actualidad existe una demanda considerable de colorantes naturales alternativos a los colorantes sintéticos; como el rojo No. 40, debido a su toxicidad en alimentos, cosméticos y productos farmacéuticos. Existen dos técnicas para la extracción de pigmentos; las clásicas y las nuevas o alternas. Las clásicas consisten en la maceración y cocción. Por otro lado, las técnicas modernas conjuntan nuevas formas para la extracción (ondas de ultrasonido, microondas o calor ohímico). El objetivo de este trabajo fue extraer pigmentos del maíz mediante técnicas de maceración, cocción, método soxhlet y en pigmento crudo; así mismo, determinar el tipo de pigmento extraído. Se utilizaron dos tipos de maíces de color que fueron un rojo y un morado, los cuales se comportaron diferentes en cada una de las pruebas realizadas (fitoquímicas y humedad)”. Los resultados obtenidos en el método de maceración en cuanto al maíz rojo, éste se almidono al agregarle el KOH y dejarse en remojo por 18 horas; y en la técnica de cocción tanto en grano entero como en molido ninguna de las variedades mostro el resultado esperado, gracias a los resultados obtenidos podemos concluir que la mejor técnica para la extracción del colorante es el método de extracción soxhlet. En cuanto al tipo de pigmento obtenido fue la antocianina.

Palabras claves: *Zea Mays*, extracción, pigmentos colorantes.

EVALUACIÓN DE CALIDAD INDUSTRIAL DE GENOTIPOS DE TRIGO EN CINCO FECHAS DE SIEMBRA

Mariano Díaz Ruiz; Ernesto Solís Moya*¹; Luis A. Mariscal Amaro¹; Oscar A. Grageda Cabrera¹;
Sarahyt S. Gonzalez Figueroa¹⁻² y Lourdes Ledesma Ramírez¹⁻²

¹ INIFAP - CEBAJ, 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.

*Autor responsable: solis.ernesto@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las variedades de trigo harinero que se siembran en México deben cumplir con los estándares de calidad de uso final que se requieren en la industria y está regida por la variedad que se cultiva; pero las características son afectadas por condiciones de manejo agronómico y climatológico durante el ciclo de cultivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad industrial de genotipos sobresalientes en cinco fechas de siembra (FSA, FSB, FSC, FSD y FSE) del INIFAP CEBAJ del ciclo OI 16-17. Las variedades y líneas se caracterizaron con base en: peso hectolítrico, porcentaje de dureza, contenido de proteína, rendimiento de harina, fuerza de gluten, relación entre la tenacidad y la extensibilidad (P/G), volumen de pan y volumen de sedimentación (mL). El PHL del grano de trigo es mayor en fechas de siembra (FS) tempranas 16 de noviembre al 16 de diciembre y menor en las FS tardías 31 de diciembre a 15 de enero. La dureza del grano también fue afectada por la FS se obtienen granos más duros en FS tempranas 16 de noviembre a 16 de diciembre y más blandos en fechas tardías del 31 de diciembre al 15 de enero. El volumen de sedimentación se incrementa con la fecha de siembra lo cual indica que las fechas de siembra tardías presentan mayor fuerza de gluten. La proteína del grano se incrementó con la FS con una diferencia de hasta 2.5% entre la FS temprana, 16 de noviembre, con la tardía sembrada el 15 de enero. La fuerza del gluten se incrementa con la FS, las FS de noviembre y la primera quincena de diciembre presentan harinas con menor fuerza que las de finales de diciembre y 15 de enero. Conforme se incrementó la fuerza del gluten se incrementó la tenacidad de las harinas, lo que indica que las harinas obtenidas de trigos sembrados en FS tardías (31 de diciembre y 15 de enero), presentan mayores niveles de proteína, mayor fuerza de gluten y mayor volumen de pan. El volumen de pan registró alta asociación con el porcentaje de proteína y registró mayores valores en las FS donde se obtuvieron valores altos de proteína.

Palabras clave: fechas tardías, fechas tempranas, harinero, proteína.

EVALUACION DE LA CALIDAD INDUSTRIAL DE LAS VARIETADES Y LINEAS SOBRESALIENTES DE TRIGO

Brenda K. Mendoza Gamez¹⁻²; Ernesto Solís Moya^{*1}; Luis A. Mariscal Amaro¹;
Oscar A. Grageda Cabrera¹; Sarahyt S. Gonzalez Figueroa¹⁻² y María del P. Suaste Franco¹⁻²

¹ INIFAP - CEBAJ, km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Gto. C.P. 38010.

² Tecnológico Nacional de México/IT Roque, Celaya, Guanajuato, México, km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C. P. 38110.

*Autor responsable: solis.ernesto@inifap.gob.mx

RESUMEN

La calidad harino-panadera es un concepto amplio, debido a que hay una gran variedad de productos que se obtienen a partir de la harina de trigo en la industria panadera; además la industria molinera está implicada en su obtención y evaluación, así como el consumidor, cuyos criterios de calidad son diferentes. Se puede relacionar la calidad panadera con la obtención de un pan de alta relación volumen/peso de harina, una miga uniformemente alveolada, buena textura de la corteza y buenas características organolépticas. La fuerza de la masa y su extensibilidad son dos parámetros de gran importancia para estimar la calidad panadera de la harina. Las variedades y líneas fueron validadas con los siguientes caracteres: Peso Hectolítrico, Dureza de grano, Tiempo de amasado, Proteína en grano, Proteína en harina, Fuerza de la masa, Relación tenacidad-extensibilidad, volumen de pan, Color de miga, Tipo de miga y Calidad galletera. Se determinó la calidad industrial de las líneas seleccionadas y testigos de trigo harinero provenientes de los experimentos 1R, 2R y pruebas preliminares de rendimiento (PPR). En experimento 1R las líneas seleccionadas 10, 14, 21, 22 fueron caracterizadas como trigos de gluten débil. De las cuatro líneas tres de ellas la 10, 21 y 22 registraron mayores porcentajes de dureza que la 14, además el factor galletero de las líneas 21 y 22 fue mayor e igual o superior al del mejor testigo galletero, y su peso hectolítrico fue igual o superior a 80 kg hL⁻¹. En el experimento 2R se determinó la calidad de ocho genotipos de los cuales cuatro resultaron de gluten fuerte, dos de gluten medio fuerte y dos de gluten débil. Del experimento PPR se evaluó la calidad de 79 líneas sobresalientes por rendimiento de grano. 73 de los genotipos evaluados registraron valores de dureza menores de 50% lo cual indica que son de gluten fuerte o medio fuerte. De ellos 33 son trigos de gluten fuerte con excelente calidad industrial.

Palabras clave: Peso Hectolítrico, Proteína en grano, Proteína en harina, Fuerza de la masa.

PARÁMETROS CUANTITATIVO DE CAPSAICINA EN SEIS VARIEDADES DE CHILE HABANERO

Norma E. Barrón Avila¹; Anahí Piña Bernal¹; Perla Jiménez Girón¹; Diego A. Zúñiga Vázquez;
Estéfana Alvarado Bárcenas².

¹Estudiante IIA, Tecnológico Nacional de México/ IT Roque.

²Prof-Investigador, Tecnológico Nacional de México/ IT Roque ext. Apaseo el Alto.

RESUMEN

El chile habanero (*Capsicum Chinense* Jacq.) es una hortaliza importante en el sur y sureste de México; en Guanajuato es un cultivo alternativo. Su denominación de origen es la península de Yucatán, aunque se cultiva ampliamente en Campeche, Tabasco, Chiapas y Veracruz. Es el tipo de chile más picoso del mundo, su calidad fisiológica de la semilla y del fruto, dependen del lugar de producción, la alta rentabilidad y demanda del mercado, es importante por su uso culinario, industrial y medicinal; el principal compuesto es la capsaicina que es utilizada como analgésico aplicado directamente en la piel, agente anticancerígeno, en temas de cuestiones de seguridad, en formas de defensa no mortal. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, se realizó un análisis de varianza, teniendo como objetivo principal determinar los niveles de capsaicina en seis variedades de chile habanero: Alnitak1 17Yc; Rigel1 17CaTab; Rigel2 17CaTab; Rigel3 17CaTab; Betelgeuse1 17EC; Betelgeuse2 17EC. Las variables estudiadas fueron: longitud, diámetro ecuatorial, peso fresco y seco, °Bx, pH, acidez, humedad y contenido de capsaicina. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS ver.9.2. Los mejores tratamientos para las variables longitud y diámetro ecuatorial, peso fresco y seco fueron 5, 6, 4 y 1 con valores de 55.107mm, 33.308mm, 16.976g y 11.68g, en pH y Acidez, los tratamientos (2 y 4) con valores de 4.58 y 5.75, °Bx 5.6 en el tratamiento 6, humedad 92.548% para el tratamiento 6, y en el contenido de capsaicina, tratamiento 2 con 4.196%. Por su contenido de capsaicina las variedades 2 y 3 son las mejores para la elaboración de la crema analgésica.

Palabras clave: Capsaicina, chile habanero, *Capsicum Chinense*.

**COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE TOMATE
(*Solanum lycopersicum* L.) CULTIVADOS EN AGRICULTURA BIODINÁMICA**

Carlos Piña Hurtado^{1§}; Mariano Mendoza Elos²; Jesús Frías Pizano²;
Guadalupe J. García Rodríguez²; Francisco Cervantes Ortiz²; Francisco Chablé Moreno²

¹Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México / I T Roque.

²Docente Tecnológico Nacional de México / I T Roque. Km. 8 Carretera Celaya-J. Rosas.. Roque, Celaya, Guanajuato, México. C.P. 38110

[§]Autor responsable: carlospinna.cp@gmail.com

RESUMEN

El tomate es la hortaliza con mayor producción en México, convirtiéndose en la hortaliza más importante por la superficie sembrada y su volumen de producción en el mercado nacional. El objetivo de la presente investigación fue evaluar los componentes de rendimiento de 15 híbridos de tomate de la empresa Pandia Seeds. El experimento se realiza en la empresa SierraPack ubicada en la ciudad de Acámbaro Guanajuato. Se usó un diseño de bloques completos al azar con 15 tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluó el número de frutos por racimo, este carácter se analizó usando el paquete estadístico SAS ver 9.2 y la prueba de medias se realizó de acuerdo a Duncan ($P \leq 0.05$). Los resultados estadísticos mostraron diferencias significativas entre la variable número de frutos por racimo. Los híbridos Santorini, 443961 y PDS4321 mostraron el mejor valor de número de frutos por racimo, el híbrido 226 presentó el valor más bajo en número de frutos por racimo.

Palabras clave: *Solanum Lycopersicum*, híbridos, agricultura biodinámica, componentes de rendimiento.

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO EN GENOTIPOS DE TRIGO CON TRES CALENDARIOS DE RIEGOS

Manuel Jeronimo Arriaga¹; Ernesto Solís Moya*¹; Luis A. Mariscal Amaro¹; Oscar A. Grageda Cabrera¹; Sarahyt S. Gonzalez Figueroa¹⁻²; Lourdes Ledesma Ramirez¹⁻²

¹ INIFAP - CEBAJ, km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Gto. C.P. 38010.

² Tecnológico Nacional de México/IT Roque, Celaya, Guanajuato, México. km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. C. P. 38110.

*Autor responsable: solis.ernesto@inifap.gob.mx

RESUMEN

La eficiencia del uso del agua en las plantas es un objetivo óptimo en el aprovechamiento del recurso, con el propósito de seleccionar materiales de trigo eficientes con el aprovechamiento del agua se evaluó 36 genotipos en el ciclo otoño invierno (17-18) el cual se aplicaron tres calendarios de riegos: i (00,55 dds); ii (00,45,75 dds); iii (00,45,75,105 dds), el ensayo se estableció en los campos experimentales del INIFAP-CEBAJ, se utilizó un diseño experimental alfa látice con tres repeticiones, las variables agronómicas evaluadas fueron: Biomasa (B); Días de espigamiento (DE); Días de madurez (DM); Altura (A) y Rendimiento de grano (REN). Con los datos agronómicos se realizó un análisis de componentes principales, análisis de varianza y pruebas de comparaciones de medias para cada uno de los caracteres evaluados, el ANOVA mostró que en genotipos y en los calendarios de riego las diferencias son altamente significativas para cada variables; la aplicación de ii y iii riegos en B y DE fueron estadísticamente iguales; sin embargo en DM, A y REN la aplicación de iii riegos fue superior estadísticamente a i y ii riegos; de acuerdo a la gráfica AMMI en REN el CP1 explica el 81.85% de la variabilidad de la interacción genotipo*ambiente, por lo que en los tres riegos presentan inestabilidad; sin embargo los genotipos 11, 14, 26 y 30 presentan estabilidad favorable con el rendimiento. Con el trabajo se logró ubicar materiales que logran tener un comportamiento equilibrado con respecto a la distribución de los riegos.

Palabras clave: *Fitomejoramiento, uso eficiente de agua, fisiología vegetal.*

DETERMINACIÓN DE GENES DE RESISTENCIA DE PLANTA ADULTA A ROYA DE LA HOJA (*Puccinia triticina* E.) EN GENOTIPOS DE TRIGO A TRAVÉS DE MARCADORES MOLECULARES

María R. Rendón Reyes*¹; Ernesto Solís Moya¹; Luis A. Mariscal Amaro¹; Oscar A. Grageda Cabrera¹;
Lourdes Ledesma Ramírez¹⁻²; María del Pilar Suaste Franco¹⁻²

¹ INIFAP - CEBAJ, km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Gto. C.P. 38010.

² Tecnológico Nacional de México / IT Roque, Celaya, Guanajuato, México. km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas.
C. P. 38110.

*Autor responsable: rebeca.rendon@hotmail.com

RESUMEN

La roya de la hoja (*Puccinia triticina* E.) es una enfermedad que ocasiona disminuciones en el área foliar fotosintéticamente activa del cultivo, aumenta la tasa de transpiración por ruptura de la epidermis y reduce la translocación de asimilados dentro de la planta. La presencia de dicha enfermedad puede afectar la falta de concentración de proteínas en el grano. Esta investigación se realizó en el Campo Experimental Bajío del INIFAP durante el ciclo OI 16-17 con el propósito de identificar los genes resistentes a roya de la hoja de 1000 genotipos de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) evaluados. De los 67 genes de resistencia a la roya de la hoja causada por *P. triticina* E., solo *Lr34*, *Lr46*, *Lr67* y *Lr68* confieren resistencia parcial o resistencia del tipo de desarrollo lento de la roya. Se extrajo ADN siguiendo el protocolo de aislamiento de ADN genómico basado en el método de Saghai-Marooof solución amortiguadora con CTAB. Los productos de PCR obtenidos se separaron por medio de electroforesis de geles de poliacrilamida al 14% se tiñeron en nitrato de plata, se destiñeron. Para los marcadores CSLV46G22, CSLV46 y 7BLNRR, se realizó una digestión con las enzimas de restricción BspEI, BSA y HAE III, respectivamente, finalmente se encubieron durante una hora a 37 °C. De los 1000 genotipos 466 presentaron el gen *Lr68* en forma única. Este gen protege a los genotipos que lo poseen un 20% mientras que el *Lr67* no se detectó en ninguno de los genotipos evaluados. En 48 genotipos se identificó el gen *Lr34* en forma única y 68 en combinación con el gen *Lr68*. El *Lr34* protege a los genotipos con un 40% y en combinación con *Lr68* un 60%.

Palabras clave: ADN, Marcadores Moleculares.

GANANCIA GENÉTICA POR SELECCIÓN MASAL ESTRATIFICADA PARA RENDIMIENTO EN MAÍZ (*Zea mays* L.) DE TEMPORAL EN EL BAJÍO

Elias Ubias Serafin¹; Jorge Covarrubias Prieto¹; Juan C. Raya Perez¹;
Guadalupe J. García Rodríguez¹; Jesús Frías Pizano¹

¹Tecnologico Nacional de México / IT Roque. Km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Celaya, Gto. C.P. 38110

RESUMEN

México es uno de los principales centros de origen, diversificación y domesticación de cultivos con importancia mundial. El maíz es uno de ellos, cuyo centro de origen es México y uno de los más importantes a nivel nacional. El maíz es resultado de la cuidadosa selección realizada por agricultores desde hace más de 10,000 años. Debido a las diferentes condiciones agroecológicas en la cual se cultiva, diferentes usos y tradiciones asociadas se ha originado una amplia diversidad intraespecífica agrupada en más de 62 razas. En un trabajo previo a esta investigación se ha sugerido y desarrollado la selección masal estratificada como un procedimiento para controlar el efecto ambiental en el rendimiento individual de las plantas. Numerosos estudios han sido realizados utilizando la selección masal estratificada como método para mejorar el rendimiento y sus componentes, para modificar caracteres agronómicos de importancia económica, así como en la adaptación de poblaciones exóticas a áreas específicas. El incremento de los caracteres de importancia económica se logra en cada ciclo de selección y está en función de la variabilidad genética de la población bajo mejoramiento. La ganancia en rendimiento de la selección masal estratificada es del 3 % por ciclo; por lo tanto, a mayor número de ciclos la ganancia se incrementa. La variabilidad que existe entre los materiales genéticos fue útil para analizar y estimar los parámetros de la ganancia genética en las poblaciones. Las estimaciones de dichos parámetros fueron importantes, ya que las poblaciones utilizadas se han sometido a un proceso continuo de selección y se deseaba saber que tan efectiva había sido la ganancia genética en cada ciclo de selección.

Palabras clave: Ganancia Genética, Variabilidad Genética, Selección Masal Estratificada, Ciclo de Selección.

VARIABILIDAD FENOLÓGICA Y MORFOMETRÍA DE FRUTOS DE PLANTAS ENDOGÁMICAS AVANZADAS DE TOMATE TIPO SALADETTE

Alejandra Juárez Galván ^{1§}; Benigno Leonel de la Cruz Tierrablanca²; Francisco Chablé Moreno³;
Blanca C. López Ramírez⁴

^{1,2}Estudiante del Tecnológico Nacional de México / IT Roque.

^{3,4}Docente del Tecnológico Nacional de México / IT Roque.

[§]Autor responsable: ingalejuarez@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar variabilidad y características físicas del fruto de tomate endogámico tipo saladette. En México se cultivan invernaderos con semillas híbridas, pero una alternativa es evaluar plantas endogámicas originadas de híbridos. Existen evidencias de plantas F2 que presentan mayor producción a las F1, fenómeno llamado herencia transgresiva. Sin embargo, la variabilidad de forma, peso, color y rendimiento se ven afectadas al establecerse plantas endogámicas, aunque esta variación puede ser diferentes entre genotipos. En México el consumo per cápita es de 15 kg anual, menor al consumo per cápita mundial, hortaliza que contiene vitamina y licopenos (antioxidantes). Este proyecto se desarrolló en el Tecnológico Nacional de México en Roque, en invernadero, con una altura de 1765 msnm y temperatura media de 21°C. Se evaluaron 6 genotipos endogámicos: Córdoba, Romana, Garras, Top, Pai-pai, Romana Endogámica. Se cultivó en camas biointensivas, de 50 cm de ancho por 11 m largo. Con incorporación de 32 tha⁻¹ de estiércol composteado, el riego fue por goteo. El diseño experimental fue completamente al azar, con 6 tratamientos y 6 repeticiones, las variables evaluadas fueron: altura de planta, número de hojas y frutos. En frutos se evaluó su longitud, diámetro y peso, los datos se analizaron con el paquete SAS, y la prueba de medias (Tukey). Los resultados fueron: en la fenología todas las variables resultaron altamente significativas, en altura de planta predominó el genotipo Garras, mientras el de menor altura fue Romana, ambos F4. En número de hojas fue Córdoba y Garras los de mayor y menor tamaño, respectivamente. En número de frutos Pai-Pai presentó la mayor cantidad. En calidad, la mayor longitud y diámetro de fruto fueron Top2219 y Pai-Pai, respectivamente. En peso de fruto Top2219 fue el de mayor valor promedio.

Palabras clave: Morfometría, Endogamia, Fenología

INCREMENTO DEL RENDIMIENTO POTENCIAL DEL TRIGO EN MÉXICO

Lidia A. Rodríguez Zermeño¹; Ernesto Solís Moya*¹; Luis A. Mariscal Amaro¹;
Oscar A. Grageda Cabrera¹; Lourdes Ledesma Ramírez¹⁻²; María del Pilar Suaste Franco¹⁻²

¹ INIFAP - CEBAJ, km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Gto. C.P. 38010.

² Tecnológico Nacional de México / IT Roque, Celaya, Guanajuato, México. km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas.
C. P. 38110.

*Autor responsable: solis.ernesto@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se pronostica para el año 2050 la población mundial alcanzará los nueve mil cien millones de habitantes; lo cual requerirá incrementar la producción mundial de alimentos en 70%. Para garantizar la seguridad alimentaria mundial se evaluó la población 5th WYCYT (Wheat Yield Consortium Yield Trial) durante el ciclo 2017-2018 conformado por 30 accesiones y dos repeticiones. El experimento se desarrolló en seis localidades, con diferentes fechas de siembra y distinto manejo agronómico. Se midieron nueve variables que se sometió a un análisis de varianza por localidad y combinado para cada variable. Los análisis de varianza a través de localidades tuvieron diferencias notables para localidades y genotipos en todos los caracteres medidos. Se observaron resultados significativos en días floración, altura de planta, días a madures, rendimiento en kilogramo por hectárea, biomasa, granos por metro cuadrado, espigas por metro cuadrado en la interacción de primer orden de localidad por genotipo. Como resultados los ciclos más cortos en floración se registraron en Jalisco con 70 días y los más largos en Coahuila, Sonora y Guanajuato con 89 días. En días a madurez hubo una diferencia de 22 días entre las localidades de Guanajuato, que fue mayor a Sinaloa que fue menor. Para rendimiento de grano la diferencia fue 3796 kg ha⁻¹ entre Baja California y Sinaloa siendo la primera mayor. El peso de mil granos fluctuó entre 58 y 35 g, Jalisco y Coahuila fueron mayor valor, y Sonora la menor. El índice de cosecha fluctuó entre 0.40 y 0.51. En granos por metro cuadrado y espigas por metro cuadrado los mayores resultados estuvieron en Baja California y los menores en Sinaloa. Nueve genotipos tuvieron 0.9 al 10.7 % de rendimiento más de grano con respecto al testigo. Los mejores genotipos fueron el 11 y 12.

Palabras clave: seguridad alimentaria, trigo, granos m², espigas m².

REGENERACIÓN IN VITRO DE *Stevia rebaudiana* BERTONI

Diana A. Quiroz Segoviano¹; Anareli Quintero Jiménez²; Gabriel Iturriaga de la Fuente^{2§}

¹Universidad de Guanajuato. Celaya, Guanajuato.

²Tecnológico Nacional de México / I T Roque, Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya, Guanajuato,
C. P. 38110.

§Autor responsable: gaiturriaga@itroque.edu.mx

RESUMEN

La planta *Stevia rebaudiana* Bertoni es nativa de Paraguay y actualmente su cultivo se ha extendido a países como Brasil y México; ya que de esta especie se extrae el esteviósido que es un edulcorante que ha sido autorizado por la FDA y la COFEPRIS como un sustituto del azúcar. Se ha demostrado que el esteviósido es 300 veces más dulce que la sacarosa y no contiene el aporte calórico de este azúcar. Debido a la gran demanda en la industria y sus limitantes para la producción del cultivo de *S. rebaudiana*, es importante el empleo de cultivo de tejidos. El proyecto tuvo como objetivo desarrollar un sistema de regeneración *in vitro* de *S. rebaudiana*. El trabajo se realizó en el Instituto Tecnológico de Roque; donde se logró evaluando las respuestas de diferentes concentraciones de hormonas en explantes de *S. rebaudiana*, estableciendo periodos idóneos para cada etapa de desarrollo de la regeneración *in vitro*. Actualmente se han obtenido plantas totalmente regeneradas a partir de hojas y peciolo de la planta de *S. rebaudiana*, pasando de la fase de micropropagación, a callogenesis, organogénesis y enraizamiento de la planta. Los resultados obtenidos se han basado en diferentes medios de regeneración teniendo como base el medio MS y distintos fitorreguladores.

Palabras clave: regeneración *in vitro*, *Stevia*, cultivo de tejidos.

TRANSFORMACIÓN DE MASAS EMBRIOGÉNICAS Y CALLOS DE AGUACATE CRIOLLO (*Persea americana* var. *Drymifolia*) con el gen reportero *GUS*

Anareli Quintero Jiménez¹; César L. Aguirre Mancilla¹; Juan C. Raya Pérez¹; Juan G. Ramírez Pimentel¹; Jorge Covarrubias Prieto¹; Elena Heredia García²; Gabriel Iturriaga de la Fuente^{1§}.

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Apartado Postal 508. Celaya, Guanajuato, 38110, México.

²Campo Experimental Bajío, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 6.5 Carretera Celaya – San Miguel de Allende. Apartado Postal 112. Celaya, Guanajuato, 38110, México.

§Autor responsable: gaiturriaga@itroque.edu.mx

RESUMEN

El aguacate criollo (*Persea americana* var. *Drymifolia*) es una especie perteneciente a la familia de las lauráceas, muy importante por su alto contenido nutrimental y su papel en la dieta diaria. Es una especie muy susceptible a factores bióticos y abióticos, que dañan su integridad. El mejoramiento genético del aguacate por métodos convencionales tiene desventajas, ya que esta especie es altamente heterocigótica y tiene un periodo vegetativo muy amplio. La transformación genética permite generar líneas para obtener portainjertos con características superiores. En el caso del aguacate, esta tecnología se ve obstaculizada por la falta de sistemas eficientes para este fin. Por lo que se requiere diseñar uno que facilitaría el proceso. Para identificar las condiciones óptimas de transformación, se han utilizado diversos genes reporteros en plantas, incluyendo los que codifican para, luciferasa, proteína verde fluorescente y β -glucuronidasa (*GUS*). El gen marcador *GUS* muestra ventajas tales como ser cuantificable usando cantidades muy pequeñas de tejido vegetal transformado. El gen *GUS* muestra también estabilidad y los tejidos continúan mostrando altos niveles de actividad aun después de un almacenamiento prolongado. El establecimiento de un sistema de transformación eficaz de aguacate facilitaría la transformación genética, abriendo paso a la generación de portainjertos de calidad.

Palabras clave: *Agrobacterium tumefaciens*, Acetociringona, β -glucuronidasa.

EFFECTO DE LA RADIACIÓN GAMMA CON ^{60}Co SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLA MUTANTE M3 DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.)

Ana E. Rangel Castillo¹; Cesar L. Aguirre Mancilla¹; Juan G. Ramírez Pimentel¹;
Gabriel Iturriaga de la Fuente^{1§}

¹Tecnológico Nacional de México / IT Roque, Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya, Guanajuato, México.
C. P. 38110.

[§]Autor responsable: gaiturriaga@itroque.edu.mx

RESUMEN

La mutagénesis física con ^{60}Co , es un tipo de radiación no ionizante que se utiliza ampliamente en el mejoramiento de especies vegetales, debido a que produce mutaciones favorables en el material genético, lo que se ve reflejado en el fenotipo de la especie alterada. Cuando una especie es sometida a algún tratamiento de mutagénesis, es importante evaluar los efectos mutagénicos durante su ciclo de vida, ya que estos eventos son al azar. Pero, además, se deben de repetir las evaluaciones en la progenie de al menos tres generaciones para verificar que las alteraciones fueron “fijadas” y seguirán heredándose sin tener problemas de segregación. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la germinación de la semilla M3 de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) irradiada con ^{60}Co . La semilla de chile jalapeño M3 provenía de plantas que fueron irradiadas con 100 y 200 Grays, las cuales fueron sembradas en charolas de 200 cavidades, previamente llenadas con sustrato vermiculita. Se registró el inicio de la germinación, porcentaje de germinación y plantas muertas. Los resultados mostraron diferencias en cada una de las variables evaluadas.

Palabras clave: Mutagénesis física, radiación no ionizante, fenotipo, progenie.

MICROPROPAGACIÓN DE FRESA (*Fragaria* spp.)

Brenda Tovar Suaste¹; Anareli Quintero Jiménez²; Gabriel Iturriaga de la Fuente^{2§}

¹Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra.

²Tecnológico Nacional de México / I T Roque. Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya, Guanajuato, C. P. 38110.

[§]Autor responsable: gaiturriaga@itroque.edu.mx

RESUMEN

La fresa (*Fragaria* spp.) perteneciente a la familia de las Rosaceae es una de las frutas más consumidas a nivel mundial ya que es apreciada tanto fresca como procesada por la industria alimenticia. México es el segundo exportador más importante a nivel internacional. El cultivo se propaga de forma asexual lo que facilita la transmisión de enfermedades a los descendientes. En el Instituto Tecnológico de Roque, se está trabajando en establecer un protocolo eficiente para la micropropagación de la fresa. Esta técnica permite obtener cultivos axenicos, además de conservar las características deseadas. Para poder llevar a cabo este objetivo, lo primero fue obtener plántulas a partir de semillas para posteriormente llevar a cabo la micropropagación mediante yemas axilares. Se evaluaron 3 temperaturas de germinación (32 °C, 28 °C y 4 °C), obteniendo el mayor porcentaje de germinación a 28°C. Se ha reportado que para la micropropagación de la fresa, BAP (bencilaminopurina) es la hormona más eficiente, por lo que en este trabajo se evaluaron 3 concentraciones de BAP 0.5 mg/ L, 1 mg/L y 2 BAP mg/L en medio MS.

Palabras clave: *Micropropagacion, MS, BAP*

EVALUACIÓN ANALISIS DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE CULTIVOS ALTERNATIVOS PARA GUANAJUATO

José Honorato Arreguín Centeno*; Enrique Andrio Enriquez¹; Juan Ángel Quijano Carranza^{2§}; Francisco Cervantes Ortiz¹; Mariano Mendoza Elos¹; Ricardo Yañez López¹.

¹Tecnológico nacional de México / I T Roque, *Alumno Posgrado del Instituto Tecnológico de Roque;

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.

[§]Autor responsable: jangelquijanoc@gmail.com

RESUMEN

Se analizó el potencial productivo de tres especies consideradas como cultivos alternativos para el estado de Guanajuato: Girasol (*Helianthus annuus*), Higuierilla (*Recinus communis*) y Stevia (*Stevia rebaudiana*). El análisis consistió delimitar requerimientos edafo-climáticos de estas especies y contrastarlos con las condiciones de suelo y clima del estado. Se utilizó el enfoque propuesto por FAO para calcular dos niveles estimados de producción: Producción Potencial, corresponde al rendimiento esperado bajo condiciones de riego, depende de la Radiación Solar y Temperatura; y la Producción Alcanzable que incluye los dos anteriores, Disponibilidad de Humedad, corresponde al rendimiento esperado bajo condiciones de temporal. Se utilizó información climática al nivel diario de 120 estaciones de la red de CONAGUA, con al menos 10 años de información histórica. Referente a condiciones de suelo se utilizó la base de datos de descripciones de los perfiles representativos de las Unidades de Suelo reportadas por INEGI. Para ambos niveles productivos se construyó la distribución de probabilidades ubicándose el nivel de 80% de probabilidad de excedencia. Respecto a los requerimientos edafo-climáticos de las especies consideradas se utilizaron datos reportados por INIFAP y parámetros reportados al nivel de especie en la literatura. Los resultados se presentan en formato de mapas y muestran que para Girasol e Higuierilla, existen diversas zonas de riego y temporal del estado, aptas para su establecimiento, mientras que para Stevia solo existen áreas para el establecimiento bajo condiciones de riego.

Palabras clave: *Producción potencial, producción alcanzable, Radiación Solar, Disponibilidad de humedad.*

INCREMENTO DEL RENDIMIENTO DEL TRIGO EN MÉXICO EN VIVEROS DE RASGOS ADAPTADOS AL ESTRÉS (SATYN)

Lourdes Ledesma Ramírez¹; Ernesto Solís Moya^{2§}; Gabriel Iturriaga de la Fuente¹;
Luis A. Mariscal Amaro²; Cesar L. Aguirre Mancilla¹; Juan G. Ramírez Pimentel¹

¹Tecnológico Nacional de México / IT Roque, Celaya, Guanajuato, México, km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas,
C. P. 38110.

²Instituto 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.

[§]Autor responsable: solis.ernesto@inifap.gob.mx

RESUMEN

En 2050 la población humana se calcula que será de 9.7 mil millones. El trigo es un cultivo que aporta el 20% del total de las calorías y proteínas de la alimentación mundial. Debido al aumento de la población, la demanda de este cultivo subirá 60%. Ante las condiciones cambiantes del medio, los recursos genéticos pueden proporcionar características útiles, tales como tolerancia a enfermedades o la adaptabilidad a las nuevas condiciones climáticas. El objetivo de este trabajo fue estudiar la variación fenotípica y evaluar los avances en rendimiento de genotipos de trigo. Durante el ciclo 2017-2018 se evaluó el experimento SATYN que consiste en 27 genotipos con dos repeticiones, en seis localidades diferentes representativas de las zonas de producción de México. Se midieron nueve variables. En cada una de las localidades se sometió el experimento a diferentes condiciones de acuerdo a los intereses de los investigadores, uno de los testigos fue una variedad local de cada localidad. De acuerdo a la variable rendimiento de grano, la mejor localidad fue en Baja California donde nueve genotipos obtuvieron del 3.5 al 13.2% más de rendimiento que el testigo local. La siguiente localidad fue Jalisco donde ocho genotipos fueron mejores que el testigo, la siguiente localidades fue Sonora donde solo dos genotipos fueron superiores al testigo; las localidades de Sinaloa y Guanajuato no mostraron tener diferencias estadísticamente entre ellas, donde en la localidad de Sinaloa cinco genotipos fueron mejores al testigo y en Guanajuato solamente dos fueron superiores a la variedad Cisne F2016 (testigo local), y por último la localidad Coahuila donde solo un genotipo fue superior al testigo.

Palabras clave: recursos genéticos, adaptabilidad, condiciones climáticas.

FERTILIZACION FOLIAR EN ORQUÍDEAS ENDEMICAS DEL ESTADO DE GUERRERO (*Encyclia cochleata*)

Itzury Y. Hernández Vázquez; Hugo C. Cisneros López ²; Bertha M. Sánchez García¹;
Daniel Rodríguez Mercado¹; Luis P. Guevara Acevedo ^{2§}

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque. Celaya, Gto.

[§]Autor responsable: lpguevara@itroque.edu.mx

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la comunidad de San Cayetano, Celaya, Guanajuato; situado a 1772 metros de altitud, teniendo como objetivo evaluar el efecto de las aplicaciones de productos foliares evaluando parámetros agronómicos como altura de planta, largo de hoja, largo de Pseudobulbos y de raíz, unidades SPAD de clorofila de orquídea (*Encyclia cochleata*) bajo casa sombra, para ello se trasplantaron los ejemplares en vasos de 1 L de capacidad. A los 15 días después del trasplante, se aplicaron los tratamientos bajo un diseño experimental completamente al azar con 4 tratamientos y un testigo cada uno con 10 repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron triple 20 y algas marinas a dosis de 1g L⁻¹ de agua, Boro más Molibdeno (Foliton®) y materia orgánica más aminoácidos (Reparo®) a una dosis de 10 mL L⁻¹ de agua. Las aplicaciones se realizaron cada quince días de manera foliar. A los 8 días posteriores a la aplicación de los tratamientos se seleccionaron plantas al azar por unidad experimental, se etiquetaron y pasados 15 días se realizó la evaluación de los parámetros agronómicos. Los resultados de cada una de las variables se realizaron análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple de medias mediante la prueba Tukey. Los resultados indicaron que las aplicaciones foliares de materia orgánica más aminoácidos (Reparo®) a una dosis de 10 mL L⁻¹ de agua, con aplicaciones cada 15 días, tuvieron mejor respuesta tanto fisiológica como en unidades SPAD de clorofila en el cultivo de *Encyclia cochleata*.

CARACTERES AGRONÓMICOS EN LÍNEAS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) CON ALTO CONTENIDO DE PROTEÍNA DE GRANO BLANCO Y AMARILLO

Juan A. Valadez Vargas¹; Mariano Mendoza Elos¹ ; Sergio A. Rodríguez Herrera²; Jesús Frías Pizano¹; Enrique Andrio Enríquez¹; Covarrubias Prieto Jorge¹; Blanca C. López Ramírez¹

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque. Celaya, Gto.

² Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.

Autor responsable: mmendoza66@hotmail.com

RESUMEN

El maíz desde el punto de vista alimentario, social, económico y político es el cultivo más importante del país (Luna *et al.*, 2012). En México la producción la encabeza Sinaloa con 5.3 Mt/año, segundo Jalisco con 3.3 Mt/año, tercero el estado de México con 2.0 Mt/año, Guanajuato ocupa el sexto lugar con 1.0 Mt/año (SAGARPA, 2017). Los caracteres agronómicos en maíz de alta calidad proteica (ACP) juegan un papel indispensable, así como el contenido de aminoácidos esenciales (lisina y triptófano), en comparación con los maíces de endospermo normal (Núñez *et al.*, 2001). El objetivo fue evaluar los caracteres agronómicos en maíz con alta calidad proteica blanco y amarillo. Se sembraron 21 genotipos de maíz en tres repeticiones, donde se evaluaron altura de planta (AP) tomada del nivel del suelo a la espiga, el diámetro de tallo (DT), se tomó en el primer entrenudo debajo de la mazorca, número de hojas (NH) totalidad de hojas presentadas en etapa de madurez fisiológica y peso de 100 semillas (P100S). El diseño fue bloques completos al azar y comparación de medias DMS. Los resultados mostraron diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) en tratamientos para cada variable. En (AP) y (DT) 10 genotipos superaron la media (1.75 m) y (19.79 mm), CLWN806 el de mayor altura (2.36 m) y CLQ6316 en diámetro (25.73 mm), 11 líneas superaron la media de 12 hojas, CLWQHZN49 y CLWQ226 presentaron 14 hojas, en la última variable (P100S) 14 genotipos superaron la media de 22.98 g, el mayor fue CLWQHZN77 con 34.33 g. La línea CLWQHZN presentó buen (DT), (NH) y (P100S) y por debajo de la media en (AP). Los genotipos CLRCWQ133, CLWQ232 y PV17A-1431 CLWQHZN79 presentaron características favorables en cada una de las variables evaluadas.

Palabras Clave: Líneas, maíz, calidad y proteína.

COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y GRADOS BRIX DE MAÍCES CRIOLLOS PIGMENTADOS

María G. Mandujano Zermeño^{1§}; Silvia N. García Venegas¹; Gilberto Rodríguez Pérez²;
Francisco Cervantes Ortiz²; Gerónimo Arambula Villa³; Mariano Mendoza Elos²

¹ Estudiante de posgrado del Tecnológico Nacional de México / IT Roque.

² Instituto Tecnológico de Roque. ³CINVESTAV.

§Autor responsable: lupitamandu25@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue caracterizar la calidad del grano de maíces criollos pigmentados. El experimento se estableció en 2018 en el Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Guanajuato. Se utilizaron ocho criollos de color, el diseño experimental fue de bloques completos con tres repeticiones. Las variables evaluadas y analizadas fueron: peso de mil granos, peso hectolítrico, humedad, índice de flotación y grados Brix, altura de mazorca, diámetro de mazorca, granos por hilera e hileras por mazorca. Los genotipos que presentaron mayor peso de mil granos fueron Biformal y Pozo, para peso hectolítrico y mayor grano por hilera fue Cerrado, en índice de flotación, humedad e hileras por mazorca Espiral presentó mayores promedios, en grados brix y diámetro de mazorca el genotipo Único contribuyó con mayores valores, quien presentó menor promedio en humedad fue Espiral. Las variables que presentaron asociación y valores positivos en los componentes principales fueron altura de mazorca, índice de flotación, granos por hilera, grados brix, peso hectolítrico y peso de mil semillas. Quienes presentaron valores negativos fueron hileras y diámetro por mazorca. El biplot determinó que peso de mil semillas y el genotipo Biformal presentaron mayor variación; sin embargo, Pozo y Único fueron más cercanos al origen pero con menor variación e interacción.

Palabras clave: maíz, calidad, pigmentos.

SÍNTESIS DE UN GEN BIFUNCIONAL PARA LA BIOSÍNTESIS DE GLICÍN BETAÍNA

María K. V. Cabrera Becerra; César L. Aguirre Mancilla¹; Juan G. Ramírez Pimentel¹;
Juan C. Raya Pérez¹; Gerardo Acosta García²; Gabriel Iturriaga de la Fuente^{1§}

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

² Instituto Tecnológico de Celaya. Antonio García Cubas # 600, Celaya Guanajuato, C.P. 38010.

§Autor responsable: gaiturriaga@itroque.edu.mx

RESUMEN

El estrés abiótico genera en las plantas una serie de adaptaciones fisiológicas y bioquímicas, siendo una de las más importantes el ajuste osmótico, la cual implica la biosíntesis de solutos compatibles, también llamados osmolitos u osmoprotectores. Estos ayudan a retener el agua remanente dentro de la célula, conservando la ultraestructura celular y la conformación de biomoléculas. Entre los osmolitos u osmoprotectores más importantes destacan las sales cuaternarias como puede ser la glicín betaina (GB). La síntesis de GB se lleva a cabo por dos enzimas, la primera es la colín mono-oxigenasa (CMO), que convierte a la colina en betaín aldehído, y en segundo paso, este intermediario es convertido por la betaín aldehído deshidrogenasa (BADH) en GB. La transferencia de los genes CMO y BADH, mediante ingeniería genética, en plantas que no generan GB de manera, 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. Los genes de la CMO y BADH de plantas del género *Amaranthus* han mostrado una eficiencia elevada para la disminución del estrés por salinidad, debido tanto a un aporte exógeno de precursores tales como colina, serina y glicina, como a la eficiente actividad catalítica de las enzimas CMO y BADH, mejorando aún más la acumulación de GB. El objetivo de este trabajo es construir una enzima quimérica y bifuncional para la biosíntesis de glicín betaína a partir de los genes de amaranto y probar su función en plantas transgénicas.

Palabras claves: amaranto, betaín aldehído deshidrogenasa, colín mono-oxigenasa.

DETERMINACIÓN DE GENES DE RESISTENCIA DE PLANTA ADULTA A ROYA DE LA HOJA (*Puccinia triticina* E.) EN GENOTIPOS DE TRIGO A TRAVÉS DE MARCADORES MOLECULARES

María R. Rendón Reyes*¹; Ernesto Solís Moya¹; Luis A. Mariscal Amaro¹; Oscar A. Grageda Cabrera¹;
Lourdes Ledesma Ramírez¹⁻²; María del P. Suaste Franco¹⁻²

¹ INIFAP - CEBAJ, km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Guanajuato, México. C.P. 38010.

² Tecnológico Nacional de México / I T Roque, Celaya, Guanajuato, México. km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas,
C. P. 38010.

*Autor responsable: rebeca.rendon@hotmail.com

RESUMEN

La roya de la hoja (*Puccinia triticina* E.) es una enfermedad que ocasiona disminuciones en el área foliar fotosintética del cultivo, aumenta la tasa de transpiración por ruptura de la epidermis y reduce la translocación de asimilados dentro de la planta. La presencia de la enfermedad afecta la concentración de proteínas en el grano. Esta investigación se realizó en el Campo Experimental Bajío del INIFAP durante el ciclo OI 2016-2017; el propósito fue identificar los genes de resistencia a roya de la hoja de 1000 genotipos de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) evaluados. De los 67 genes de resistencia a la roya de la hoja solo *Lr34*, *Lr46*, *Lr67* y *Lr68* confieren resistencia parcial o resistencia del tipo desarrollo lento de la roya. Se extrajo ADN genómico siguiendo el método de Saghai-Marooof con CTAB. Se realizó PCR para los marcadores CSLV46G22, CSLV46 y 7BLNRR; después una digestión con las enzimas de restricción BspEI, BSA y HAE III, respectivamente durante una hora a 37 °C; se separaron por medio de electroforesis con geles de poliacrilamida 14%. De los 1000 genotipos, 466 presentaron el gen *Lr68* en forma única. Este gen protege a los genotipos que lo poseen un 20%, mientras que el *Lr67* no se detectó en ninguno de los genotipos evaluados. En 48 genotipos se identificó el gen *Lr34* en forma única y 68 en combinación con el gen *Lr68*. El *Lr34* protege a los genotipos un 40% y en combinación con *Lr68* un 60%.

Palabras clave: ADN, Marcadores Moleculares.

EXPRESIÓN DEL GEN *Lox 9* EN MAÍZ TUXPEÑO Y MAÍZ BLANCO EN RESPUESTA A *Fusarium verticillioides*

Adriana Torres Salgado^{1§}; Juan C. Raya Pérez¹; Marco A. García Perea¹; Cesar L. Aguirre Mancilla¹;
Ricardo Preciado Ortiz²; Juan G. Ramírez Pimentel¹

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque, Celaya, Guanajuato, México., Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. C.P. 38110.

²INIFAP Celaya, Guanajuato, México., Km 6.5 carretera Celaya-San Miguel de Allende C.P. 38010.

[§]Autor responsable: salgadoadrianatorres@gmail.com

RESUMEN

La lipoxigenasa 9 es una enzima de gran importancia como precursora en la síntesis de metabolitos de defensa de las plantas, el cual actúa contra patógenos tales como *Fusarium verticillioides*. Por lo cual, el objetivo de este estudio fue evaluar la expresión de la *Lox 9* en plántulas de maíz tuxpeño y maíz blanco estos últimos con gran cantidad de aceites de cadenas largas como el ácido linoleico y linolenico precursores del ácido jasmónico esta hormona vegetal es la más importante en la defensa de maíz, por lo que en este trabajo de investigación se observó una mayor expresión del gen de la *lox 9* en Maíz blancos a comparación de Maíz tuxpeño. Por lo que para corroborar lo anterior se requiere realizar un PCR cuantitativo.

Palabras clave: *lox 9*, maíz tuxpeño, maíz blanco, *Fusarium verticillioides*.

CONTROL DE BACTERIOSIS EN NOPAL CON ACTINOMICETOS

Martha J. Navarro León*; Juan G. Ramírez Pimentel¹; Bertha M. Sánchez García¹;
Cesar L. Aguirre Mancilla¹; Luis Pérez Moreno²; Jorge Covarrubias Prieto¹; Juan C. Raya Pérez^{1§}.

*Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México / I T Roque, Celaya, Guanajuato.

¹Investigador, Tecnológico Nacional de México / I T Roque, Celaya, Guanajuato.

²División de Ciencias de la Vida (DICIVA-CIS-UG), Irapuato, Guanajuato.

§Autor responsable: juraya@itroque.edu.mx

RESUMEN

El nopal verdura es muy importante en la dieta mexicana, ya que por sus características bioquímicas es considerado como alimento funcional por lo que se ha incrementado su demanda. A causa de la disminución de los recursos hídricos a nivel mundial, el nopal está ganando importancia por ser capaz de producir alimentos bajo estas condiciones. La producción es fuertemente afectada por enfermedades, agravadas por la incidencia de plagas. Debido al interés en la reducción del uso de productos agroquímicos e impulsar la agricultura ecológica, se planteó como objetivo: usar cepas de actinomicetos para controlar el daño por bacterias fitopatógenas en nopal. En septiembre de 2018 en la localidad de Irapuato se detectaron síntomas de bacteriosis en brotes tiernos del nopal, donde las larvas de picudo (*Metamasius spinolae*) devoraron tejido interno de cladodios y provocaron pudrición. Se tomaron muestras de cladodios afectadas y se aislaron cepas bacterianas. Se realizaron aplicaciones por aspersión de actinomicetos Cepas: 21, 22 y 27 a una concentración 1×10^7 UFC mL⁻¹. Se realizaron dos aplicaciones con intervalos de 15 días. Los resultados obtenidos fueron visibles, en la segunda aplicación se observó que el daño fue contrado. El uso de actinomicetos, en especial la cepa 21 y la combinación 22 con 37 permitió controlar la enfermedad, lo que sugiere ser un método viable desde el punto de vista económico y de sustentabilidad.

Palabras clave: Control biológico, nopal verdura, bacterias, enfermedad.

IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE LA MUERTE DE FICUS DE LA ÍNDIA (*Ficus benjamina*) EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ROQUE

Abraham Jiménez Camargo¹; Ana E. Rangel Castillo¹; Rubén Paredes Uribe¹;
Cesar L. Aguirre Mancilla^{1§}

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque, Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya, Guanajuato, México. C. P. 38110.

[§]Autor responsable: ceaguirre@itroque.edu.mx

RESUMEN

El árbol *Ficus benjamina* originaria de Asia, es una especie ornamental ampliamente distribuida en todo México; en el Instituto Tecnológico de Roque no fue la excepción, actualmente se encuentran cinco plantas de aproximadamente 40 años de edad que se encuentran amenazadas debido al ataque de un microorganismo fitopatógeno; estos árboles son muy valorados ya que son considerados como parte de la historia de la institución. Un diagnóstico oportuno de la enfermedad es imprescindible para realizar un control adecuado de la misma y evitar que dicha enfermedad se disemine a otras especies susceptibles ya que anteriormente se han reportado la pérdida de árboles de la misma especie. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue identificar al agente causal de la muerte vascular de los árboles de *Ficus benjamina* del Instituto Tecnológico de Roque. Se realizaron muestreos de árboles enfermo en el instituto; de las muestras colectadas se hicieron cortes del 1 cm de tejido con síntomas de la enfermedad, se desinfectaron con lavados de Hipoclorito de sodio 20%, etanol 70% y H₂O destilada estéril, se sembraron en medio agar papa dextrosa (PDA Bioxon®) y se incubaron a 28 °C por cinco días; se realizaron montajes para su identificación morfológica. Los géneros aisladas fueron: *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Ganoderma* sp. *Fusarium* sp. y *Armillaria* sp., el cual es un hongo fitopatógeno muy importante debido a que causa daños severos en especies forestales y huertos frutícola.

Palabras clave: Diagnostico, *Ficus benjamina*, *Armillaria* sp.

AISLAMIENTO Y CLONACION DEL GEN TRANSPORTADOR DE SILICIO ZmLsi1 DE MAÍZ

Ángeles Velázquez Ordinola; Gabriel Iturriaga de la Fuente; César L. Aguirre Mancilla;
Juan G. Ramírez Pimentel; §Juan C. Raya Pérez

Tecnológico Nacional de México / I T Roque, Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya, Guanajuato, C. P. 38110.
§Autor responsable: juraya@itroque.edu.mx

RESUMEN

El cambio climático está afectando a la agricultura en el mundo por sequías prolongadas, aumento y disminución de la temperatura, así como inundaciones ó escasas de agua que afectan a los cultivos en su desarrollo y rendimiento. La tolerancia al estrés se ha relacionado a la presencia de sílice en el suelo que induce beneficios en la rizosfera de la planta; así como efectos In situ positivos debido a la acumulación que se da en algunos cultivos, afectando las propiedades del suelo y mejora la disponibilidad de elementos esenciales como el fósforo. Sin embargo, no todos los cultivos tienen la capacidad de absorber el silicio (Si), las gramíneas logran absorber hasta el 10% de su peso seco mientras que otras especies menos del 1%. Generar especies genéticamente modificadas con la capacidad de acumular Si, les permitirá ser tolerantes a factores bióticos y abióticos. Para ello hay que aislar un gen funcional transportador de Si como el del cultivo de maíz (ZmLsi1). El aislamiento del RNA de raíz fue por medio de TRIZOL y se verificó la calidad por electroforesis. La amplificación del gen fue por RT-PCR con el kit SuperScript IV One-Step RT-PCR System de invitrogen; se observó una banda de 887 pb correspondiente al gen ZmLsi1; una vez amplificado el gen se realizó la clonación con el kit TOPO TA. Se analizaron las secuencias de las clonas que contenían el inserto, donde se encontró el 99.19% de identidad, indicando la presencia del transportador ZmLsi1 de Maíz.

Palabras clave: Silicio, Transportador, Clonación.

CAPACIDAD ANTAGÓNICA DE MUTANTES QUÍMICAS DE *Trichoderma harzianum* CONTRA *Sclerotium rolfsii* y *Sclerotinia sclerotiorum*

Erika Cañada Coyote; Juan G. Ramírez Pimentel; César L. Aguirre Mancilla;
Juan C. Raya Pérez; Gabriel Iturriaga de la Fuentes

Tecnológico nacional de México / I T Roque, Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya, Guanajuato, C. P. 38110.

§Autor responsable: gaiturriaga@itroque.edu.mx

RESUMEN

Las especies del género *Trichoderma* son los hongos antagonistas más utilizados para el control de hongos fitopatógenos, gracias a sus grandes ventajas como su rápido crecimiento asociada con una amplia variedad de sustratos y su gran capacidad antagónica, además de ser inocuos para el humano. Las cepas de *Trichoderma* spp. pueden ejercer el biocontrol de hongos fitopatógenos de dos maneras una de ellas es la indirecta induciendo mecanismos de defensa fisiológicos y bioquímicos de las plantas, así como la solubilización y absorción de compuestos nutritivos para la planta tales como cobre, fosforo, hierro, manganeso, sodio y nitrógeno. También pueden realizar el biocontrol de manera directa, mediante micoparasitismo, a través de la segregación de enzimas hidrolíticas y antibiosis, provocando vacuolización, desintegración del citoplasma y la lisis celular de hongos; estos mecanismos se ven favorecidos por la facilidad que tiene *Trichoderma* de colonizar la rizosfera de las plantas. Estos mecanismos pueden actuar de forma coordinada y su importancia en los procesos de biocontrol depende de la cepa de *Trichoderma* spp., del hongo al que antagoniza, tipo de cultivo y de las condiciones ambientales en las que se encuentra el cultivo. En este trabajo se evaluó la capacidad antagónica de 25 mutantes de *Trichoderma harzianum* frente a *Sclerotium rolfsii* y *Sclerotinia sclerotiorum*.

Palabras clave: Antagonista, hongo fitopatógeno, porcentaje de inhibición.

**EVALUACIÓN DE LA PATOGENICIDAD DE UN AISLAMIENTO DE
Fusarium oxysporum EN VARIEDADES DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.)**

Guadalupe López Buenabad ¹; Abraham Jiménez Camargo¹; Eva M. Licea de Anda ²;
Cesar L. Aguirre Mancilla¹; Juan C. Raya Pérez ¹; Juan G. Ramírez Pimentel ^{1§}

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque, Celaya, Guanajuato, México.

²Universidad Politécnica de Pénjamo, Pénjamo, Guanajuato, México.

[§]Autor responsable: garamirez@itroque.edu.mx

RESUMEN

La fusariosis vascular causada por *Fusarium oxysporum* en el cultivo de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) reduce el rendimiento del 10 al 40 % y en condiciones favorables puede devastar por completo el cultivo; por lo cual el objetivo del trabajo es evaluar el daño que puede ocasionar este organismo sobre tres variedades de garbanzo. El material microbiológico utilizado fue una cepa de *F. oxysporum* aislada de plantas de garbanzo con síntomas, el material vegetal utilizado fueron las variedades de garbanzo Blanoro y Costa 2004 de tipo Kabuli, y Patrón para el tipo Desi. Para el experimento se desinfectaron las semillas con una solución de Hipoclorito de sodio 2 % y Etanol 70 %, con enjuagues de H₂O destilada estéril; se germinaron en condiciones controladas y se sembraron en sustrato estéril; a los 24 días se inocularon por el método de inmersión a una concentración de 1X10⁶ conidios/mL y se procedió a la evaluación a los 28 días de la inoculación. Se realizó un ANDEVA y prueba de comparación de medias de Tukey (p≤0.05) con el paquete estadístico SAS®. Los resultados obtenidos mostraron que la variedad Patrón del tipo Desi fue la que mostro menor daño, mientras que de las 2 variedades Kabuli de la variedad Blanoro fue más tolerante que la variedad Costa 2004, siendo esta la más susceptible de todas.

Palabras clave: Fusariosis, patogenicidad, tolerancia.

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE GERMOPLASMA PREMEJORADO DE TRIGO HARINERO PARA TOLERANCIA A PUDRICIONES DE RAÍZ Y CORONA (*Fusarium proliferatum*)

María del P. Suaste Franco¹; Ernesto Solís Moya²; Luis A. Mariscal Amaro^{2§};
Gabriel Iturriaga de la Fuente¹; Juan C. Raya Pérez¹; Juan G. Ramírez Pimentel¹

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque;

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.

§Autor responsable: mariscal.luis@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las especies del género *Fusarium* son un grupo diverso de hongos que causan daños a cereales y otros cultivos mediante la pudrición de semillas, raíces, plántulas, tallos basales y espigas. En los últimos años, en regiones productoras de trigo del Bajío se detectó una enfermedad conocida como amarillamiento o marchitez prematura; se presenta en manchones que a veces alcanzan grandes superficies ocasionando pérdidas de rendimiento considerables para los productores y cuando se logra cosechar grano, este es de mala calidad. Se ha determinado que los agentes causales de esta enfermedad principalmente son varias especies del género *Fusarium*. El objetivo del presente trabajo de investigación fue caracterizar germoplasma premeorado de trigo harinero por su tolerancia a la pudrición de raíz y corona causado por *F. proliferatum* e identificar fuentes de resistencia para la enfermedad. Para el fenotipado se emplearon 400 genotipos de trigo, de los cuales 352 fueron líneas LTP, 17 líneas Elite, 17 líneas de la Pop#1 y 14 variedades comerciales de INIFAP (Testigos). El germoplasma genotipado consta de 327 líneas LTP. Se establecieron dos ciclos (2016 y 2017) en invernadero, donde el experimento fue un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones y se realizaron tres inoculaciones con *F. proliferatum*: la primera se realizó a la siembra (contacto directo con micelio joven), la segunda y tercer inoculación se realizaron a los 15 y 30 días después de la siembra, aplicando 5 ml de solución a una concentración de 200,000 conidios/ml por planta sobre la base del tallo. Las variables evaluadas fueron pudrición de corona y pudrición de raíz con base a una escala de daño. Los resultados se evaluaron siguiendo un modelo lineal mixto. Se realizaron seis análisis de asociación de acuerdo a las variables y ciclos, quedando de la siguiente manera: pudrición de corona ciclo 1 (PCC1), pudrición de corona ciclo 2 (PCC2), pudrición de corona ambos ciclos (PC2C), pudrición de raíz ciclo 1 (PRC1), pudrición de raíz ciclo 2 (PRC2) y pudrición de raíz ambos ciclos (PR2C). Se pretende realizar un tercer ciclo de evaluación para dar mayor soporte a los resultados de los ciclos anteriores.

Palabras clave: Análisis de asociación, pudrición de raíz y corona, fusariosis.

CULTIVO E IDENTIFICACIÓN DE UN CONSORCIO DE MICROALGAS (*Nannochloropsis sp.*) DEL RIO LAJA EN CELAYA, GUANAJUATO

Felipe J. Piña Tapia¹; Adriana Ángeles Santos²; G. D. Guani Sánchez¹; M. G. González Bravo¹;
Cesar L. Aguirre Mancilla^{2*}

¹Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra, Ing. Javier Barros Sierra 201, C.P. 38140, Celaya, Guanajuato, México.

²Tecnológico Nacional de México / I T Roque, km 8 carretera Celaya-Juventino Rosas. C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México.

*Autor responsable: ceaguirre@itroque.edu.mx

RESUMEN

Las microalgas son microorganismos fotosintéticos, capaces de aprovechar sales principalmente como el amonio y los fosfatos, los cuales son utilizados para su crecimiento y reproducción asexual. Son reconocidas por su gran producción de oxígeno, alimentos para el sector agropecuario, suplementos alimenticios y pinturas; además, recientemente se han aplicado para la remediación de aguas residuales y disminución del dióxido de carbono atmosférico. Con este antecedente el objetivo de la presente investigación fue proliferar, identificar y caracterizar las microalgas presentes en el Río Laja, con potencial para poder ser utilizadas en trabajos posteriores en la degradación de contaminantes. Para la proliferación se utilizó un medio de cultivo alternativo compuesto principalmente de nitratos y fosfatos, para mejorar el desarrollo y reproducción de las microalgas. El cultivo de microalgas fue estudiado cada 24 horas durante 9 días, donde se analizó: contenido de clorofila, concentración de biomasa, cambio de pH y observación al microscopio. Con respecto al tiempo se vio un aumento en el contenido de clorofila, biomasa y pH. En el microscopio se observó un consorcio de microalgas con mayor presencia del género *Nannochloropsis*.

Palabras clave: Microalgas, cultivo, *Nannochloropsis sp.*

**ACTINOBACTERIAS EN EL CONTROL DE LA CENICILLA POLVORIENTA
(*Leveillula taurica*) EN CHILE (*Capsicum annuum* L.)**

Berta M. Sánchez García¹; Luis P. Guevara Acevedo¹; M. A. Mora Avilés²; Juan C. Raya Pérez¹;
Jorge Covarrubias Prieto¹; Juan G. Ramírez Pimentel^{1§}

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Apartado Postal 508, C.P. 39110.
Celaya, Guanajuato, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Región Centro, Campo Experimental Bajío.
Km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende. 38110. Celaya, Guanajuato, México.

[§]Autor responsable: garamirez@itroque.edu.mx

RESUMEN

La cenicilla polvorienta (*L. taurica*) es uno de los principales problemas que afecta el área foliar de las plantas de Chile, ya que la incidencia de la enfermedad puede ser hasta del 100 %; existen reportes donde se han realizado hasta 18 aplicaciones de fungicidas sintéticos por semana y el control ha sido deficiente. Por lo anterior el objetivo fue evaluar el efecto de actinobacterias contra *L. taurica*; para ello se realizó un escrutinio con hojas de Chile tipo poblano afectadas por *L. taurica*, las cuales fueron colocadas sobre esponjas saturadas con agua corriente y a su vez estas fueron puestas en contenedores transparentes y cerrados herméticamente. A las hojas se les asperjó una mezcla de actinobacterias a una concentración de 1×10^7 UFC mL⁻¹, mientras que a los testigos se le asperjó agua destilada estéril, el experimento constó de 5 repeticiones y cada repetición estaba conformada por 5 hojas afectadas por el patógeno, mientras que los testigos fueron hojas sin presencia del patógeno y con presencia del patógeno. Los resultados obtenidos fueron que el 90% de las hojas afectadas por el patógeno fue controlado por la aplicación de la mezcla de actinobacterias, lo que sugiere que la aplicación de estas podría ser de gran utilidad en el control de *L. taurica*, además de realizar pruebas a nivel planta y evaluar la efectividad de dichas actinobacterias.

Palabras clave: *Leveillula taurica*, *Capsicum annuum*, actinobacterias.

ANÁLISIS DEL RIESGO FITOSANITARIO PARA FRIJOL DE TEMPORAL EN GUANAJUATO

Antonio Vásquez Ortega^{1§}; Juan A. Quijano Carranza²; Enrique Andrio Enriquez¹;
Ricardo Yáñez López¹; Francisco Cervantes Ortiz¹

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque, Celaya, Gto.

²INIFAP-CEBAJ, Celaya, Gto.

[§]Autor responsable: antoniovasort@hotmail.com

RESUMEN

En Guanajuato, la producción de frijol en el ciclo Primavera-Verano asciende a más de 45,000 toneladas por año y reside principalmente en las áreas de temporal, representando esta condición el 67% del volumen de producción y el 90% de la superficie sembrada con este cultivo. Una de las principales limitantes para la producción de frijol de temporal en Guanajuato se relaciona con la presencia de problemas fitosanitarios, los cuales varían en su agresividad de acuerdo a las condiciones meteorológicas y por lo tanto no se presentan con la misma magnitud todos los años. Con el propósito de determinar los riesgos asociados a los principales problemas fitosanitarios del frijol en Guanajuato se analizaron las condiciones meteorológicas que prevalecen en las distintas zonas de producción de este cultivo en el estado y su coincidencia con los requerimientos de los organismos causantes de estos problemas. Se analizaron los casos de la roya del frijol (*Uromyces phaseoli*) y conchuela del frijol (*Epilachna varivestis*). Para llevar a cabo este análisis se obtuvieron los parámetros de adaptación de estas especies a las variables meteorológicas de temperatura y la humedad relativa. En el estudio, se utilizó información climática al nivel diario de 120 estaciones de la red de CONAGUA, las cuales cuentan con al menos 10 años de información histórica. Para cada año se determinó en el ciclo de cultivo y se cuantificó la coincidencia de las condiciones favorables para el desarrollo de los organismos considerados. En el caso de la roya se construyeron mapas que presentan las zonas con mayor probabilidad de presencia de esta enfermedad, mientras que para el caso de la conchuela se usó como indicador el número potencial de generaciones del insecto.

Palabras clave: *Uromyces phaseoli*, *Epilachna varivestis*, Grados día.

EFFECTO DE GERMINACIÓN EN SEMILLAS DE MAÍZ RECUBIERTAS CON UN BIOPOLÍMERO Y FUNGICIDA SOMETIDAS ALMACENAMIENTO

Nancy A. Godínez Garrido¹; Cesar L. Aguirre Mancilla¹; Juan G. Ramírez Pimentel¹;
Jorge Covarrubias Prieto¹; Francisco Cervantes Ortiz¹; Jorge A. Torres Castillo^{2§}.

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque, División de Estudios de Posgrado e Investigación.
km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México.

²Universidad Autónoma de Tamaulipas – Instituto de Ecología Aplicada. División del Golfo 365, Col. Libertad, C.P. 87019,
Ciudad Victoria, Tamaulipas.

§Autor responsable: jorgearieltorres@hotmail.com

RESUMEN

En este trabajo se presenta el desarrollo de formulaciones para recubrimientos de semillas basadas en un biopolímero en mezcla con un agente fungicida (Ziram®) aplicadas a maíz en condiciones comerciales. Los tratamientos fueron diseñados de la siguiente manera: testigo-semilla sin tratamiento (T1); fungicida Ziram® (f.z.) (T2); biopolímero 0.2 % (T3); biopolímero 0.5 % (T4); biopolímero 0.2 % + f.z. (T5) y biopolímero 0.5 % + f.z (T6). Este experimento se realizó para seleccionar el mejor tratamiento para la germinación de semillas después de haber sido almacenadas durante seis meses, en el cual se evaluó el porcentaje de germinación de las semillas con respecto al tiempo de almacenamiento en meses. Encontrando que los tratamientos no afectaron las características de las semillas y además se observó que el biopolímero mostró un efecto estimulante en la germinación.

Palabras clave: Biopolímero, recubrimiento, almacenamiento.

EFFECTO DE GERMINACIÓN EN SEMILLAS DE AMARANTO (*Amaranthus spp.*) RECUBIERTAS CON UN BIOPOLÍMERO

Nancy A. Godínez Garrido¹; Cesar L. Aguirre Mancilla^{1§}; María K. V. Cabrera Becerra¹;
Verónica Alberto Tovar¹

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque, División de Estudios de Posgrado e Investigación.
km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México.

[§]Autor responsable: cesaraguirre@itroque.edu.mx

RESUMEN

En este trabajo se presenta el desarrollo de formulaciones para recubrimientos de semillas basadas en un biopolímero aplicadas en amaranto en condiciones comerciales. Los tratamientos fueron diseñados de la siguiente manera: testigo-semilla sin tratamiento (T1); polímero 0.5 % (T2); polímero 1 % (T3). El experimento se realizó para seleccionar el mejor tratamiento para la germinación de semillas, en el cual se evaluó el porcentaje de germinación de las semillas y velocidad de germinación. El biopolímero demostró un efecto positivo sobre la germinación y la velocidad de emergencia.

Palabras clave: Biopolímero, recubrimiento, germinación, *Amaranthus spp.*

RESPUESTA AL ESTRÉS SALINO EN ETAPA DE GERMINACIÓN EN SEIS VARIEDADES DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.)

Maricela Morales Pérez; Juan G. Ramírez Pimentel¹; Jorge Covarrubias Prieto¹;
Gabriel Iturriaga de la Fuente¹

¹Tecnológico nacional de México / I T Roque. Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya Guanajuato, México.
C.P. 38110

RESUMEN

La salinización es una restricción para el desarrollo sostenible de la agricultura de riego con países que informan aumentos en la ocurrencia de suelos afectados debido a la acumulación de sales de sodio. La sensibilidad a la sal en una especie de planta determinada varía con la etapa de crecimiento, siendo la germinación de las semillas del crecimiento temprano la etapa más vulnerable. El cultivo de alfalfa tiene una gran importancia económica y social en el estado de Guanajuato, debido a que ocupa el tercer lugar a nivel nacional con 44,129 hectáreas sembradas para el 2017. La semilla de alfalfa es el concepto que mayor impacto tiene en los costos de producción. Los objetivos del estudio fueron la germinación en seis variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) utilizadas en la región Bajío del estado de Guanajuato bajo diferentes concentraciones salinas (NaCl) y la caracterización anatómica temprana de las plántulas en aumento de concentraciones salinas (NaCl). Se utilizaron seis variedades de alfalfa Valentina, San Miguelito, Júpiter, Gigante, Vía Láctea y RUVA 110, bajo tres tratamientos de NaCl (0.05 M, 0.1 M, 0.2 M) y el control, con 3 repeticiones de 25 semillas. Las variables fisiológicas evaluadas fueron germinación, porcentaje de germinación y peso fresco de plántula germinada; se tomaron al azar 10 plántulas de las pruebas de germinación y se evaluaron características anatómicas como longitud de plúmula y longitud de radícula, todo ello dentro del Laboratorio de Sanidad de Semillas del Instituto Tecnológico de Roque.

Palabras clave: Salinidad, alfalfa, caracterización, germinación.

RECUBRIMIENTOS DE SEMILLA DE AJO PARA PRESERVAR LA VIABILIDAD

Martha J. Navarro León*; María T. Maldonado Mancera¹; Juan G. Ramírez Pimentel¹;
Cesar L. Aguirre Mancilla¹; Luis Pérez-Moreno²; Jorge CovarrubiasPrieto¹; Nancy A. Godínez Garrido¹;
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.

[§]Autor responsable: juraya@itroque.edu.mx.

RESUMEN

Cerca del 90% de las plantas cultivadas a nivel mundial son propagadas por semillas. La reproducción del cultivo de ajo (*Allium sativum*) es de tipo asexual o vegetativo, a través de bulbillos; recientemente se han encontrado enfermedades nuevas o emergentes causadas por bacterias tanto en campo como en almacén, por lo que se dificulta mantenerlo en condiciones de sanidad; por lo que el objetivo de esta investigación fue: formular un recubrimiento que ayude a mantener la viabilidad de la semilla de ajo a temperatura ambiente o en refrigeración. Se utilizó la variedad Tingüindín a los ocho meses después de la cosecha. Se desinfecto superficialmente los bulbillos. Se realizaron 9 tratamientos de recubrimiento: 1(Grenetina 0.8%+Kasugamicina), 2 (Caseinato 0.8%+Kasugamicina), 3 (Quitosano 0.5%+Kasugamicina), 4 (Quitosano 0.5%), 5 (Testigo con agua), 6 (Testigo sin ningún tratamiento), 7 (Quitosano 1.4%), 8 (Caseinato 0.8%), 9 (Grenetina 0.8%). Los dos últimos se conservaron en refrigeración (1.5°C) y los otros a temperatura ambiente (21-25°C). Se midió el contenido de humedad. Con un diseño experimental de Bloques completos al azar con tres repeticiones. Se hizo comparación múltiple de medias (Tukey $P \leq 0.05$). En los tratamientos del 1 al 7 se observó mayor deshidratación (15.4%) a los 35 días después del tratamiento (ddt) y (38.3%) a los 74ddt. Los tratamientos 8 y 9 en refrigeración no se deshidrataron, lo que ayudó a mantener la viabilidad de la semilla, el vigor, el aspecto y tamaño.

Palabras clave: Recubrimiento, ajo, *Allium sativum*, viabilidad.

ANÁLISIS DE DATOS CON LENGUAJE R

María G. López Bedolla^{1§}; Saúl Ramírez Rojas²; María del S. Ríos Castro¹;
Blanca C. López Ramírez¹

¹Docente del Tecnológico Nacional de México / I T Roque.

²Estudiante del Tecnológico Nacional de México / I T Roque

[§]Autor responsable: bedollagpe@gmail.com

RESUMEN

Análisis de datos con el Lenguaje R es una disciplina amplia y compleja, con innumerables aplicaciones que permiten analizar y representar datos por medio de un software y extraer información a partir de un valor, R es un lenguaje de programación para un ambiente de computación estadístico. El lenguaje R es de tipo interprete, de distribución libre, bajo Licencia GNU. Se mantiene en un ambiente para cómputo estadístico y gráfico. Este software corre en distintas plataformas Linux, Windows, MacOS. Es posible ir introduciendo los comandos uno a uno en la línea de comandos de la consola, tras el símbolo del sistema (>), o bien ejecutar un conjunto de comandos guardados en un archivo. El lenguaje R tiene una gran variedad de tipos de datos, incluyendo vectores, matrices, data frases y listas. La mayor parte de la funcionalidad se consigue mediante el uso de funciones, tanto las proporcionadas por el lenguaje como las definidas por el usuario, algunas funciones básicas están disponibles por defecto. Entre algunas de las ventajas de R se pueden mencionar que es gratuito; sus aplicaciones abarcan todas las ciencias y profesiones, es intuitivo y sencillo en comparación con otros paquetes estadísticos y matemáticos, la cantidad de información que puede analizar es superior a la de otros paquetes, su interfaz permite perfecta integración a la hora de construir aprendizaje estadístico. En el análisis de datos en experimentos agrícolas, R puede ser aplicable puntualmente en diversos estudios de diseño y desarrollo experimental, pues facilita el uso de herramientas de estadística inferencial, además de ser un lenguaje abierto a la programación, permite resolver problemas específicos, así como la gestión de datos e información para generar conocimiento y la representación gráfica de los datos como resultados de experimentos en la agricultura protegida. El lenguaje R puede ser aplicable en cualquier área de las ciencias.

Palabras clave: Análisis, Lenguaje R, Información, Comandos, Vectores

TEMPERATURA OPTIMA PARA LA PRUEBA DE GERMINACION ESTANDAR EN SEMILLA DE JICAMA (*Pachyrhizus erosus*)

Leticia Rodríguez Zárate¹; Jacqueline Sierra Celedon¹; Francisco Cervantes Ortiz^{2*};
J. G. García Rodríguez²; Gilberto Rodríguez Pérez²; Ricardo Yañez López²

¹Estudiante, Tecnológico Nacional de México / I T Roque; ²Investigador, Tecnológico Nacional de México / I T Roque.

*Autor responsable: frcervantes@itroque.edu.mx

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar la temperatura óptima para estandarizar la prueba de germinación estándar (GE) en semilla de jícama. Para lograrlo se utilizaron semillas de la variedad Vega San Juan (VSJ), semilla negra (SN) y semilla morada (SM) generadas bajo las mismas condiciones agroecológicas de 2018. Además se evaluaron tres temperaturas; 20, 25 y 30 °C; de esta forma se generó un arreglo factorial 3 x 3 bajo un diseño completamente aleatorizado con cinco repeticiones con 50 semillas cada una. Para evaluar la GE se hicieron dos recuentos; el primero a los 9 días (GE1) y el segundo al día 15 (GE2). Los resultados mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre los factores de estudio. La prueba de medias de acuerdo con Tukey mostró que para GE1 la variedad VSJ expresó el porcentaje mayor (55%) y los genotipos SN y SM fueron estadísticamente iguales con 39 y 43%, respectivamente. En GE2 destacaron los genotipos SM2 y VSJ3 con 97 y 94% de plántulas normales, respectivamente. Con respecto a la temperatura de incubación, las tres variedades respondieron favorablemente a 25 y 30°C con 94 y 93 % de plántulas normales al segundo recuento; sin embargo, en 20 °C se obtuvo un pobre comportamiento del 76% promedio para todos los materiales evaluados, sugiriendo que esta condición de temperatura no debe considerarse para medir la GE en semilla de jícama.

Palabras clave: *Pachyrhizus erosus*, calidad de semilla, temperatura de incubación, plántulas normales.

SEED SELECTION (DISPOSITIVO PARA LA SELECCIÓN DE GRANOS DE MAÍZ CON CALIDAD)

Vanesa Olalde Llanos¹; Cristina Bueno Lara¹; Guadalupe del R. Peña De la Rosa¹;
María E. Gallardo Rodríguez²; María del S. Ríos Castro^{2*}

¹Estudiantes de Licenciatura, Tecnológico Nacional de México / I T Roque.

²Profesor Investigador, Tecnológico Nacional de México / I T Roque.

*Autor responsable: cocorios@itroque.edu.mx

RESUMEN

En la actualidad la tecnología ha avanzado y se ha implementado en diferentes áreas, en este caso en la agronomía. El Maíz es el cultivo más representativo de México por su importancia económica social y cultural. México es el sexto país exportador de Maíz, hace tres años se encontraba en el quinto lugar, bajó de categoría debido a que disminuyó su calidad. Para poder exportar es importante garantizar la calidad de la semilla; por lo cual, el objetivo de esta investigación fue realizar un dispositivo electrónico llamado seed selection, mediante el cual se puede hacer una selección de las mejores semillas de maíz. Se diseñó una solución para disminuir el costo de selección de semillas, útil para el agricultor que implemente el dispositivo llamado SEED SELECTION, el cual permite apoyar a los agricultores reduciendo costos e inversiones. Será fácil de usar ya que se implementará al momento de la selección de semillas, las cuales se eligen por las siguientes características: el peso, tamaño y vigor de la semilla. Se creó un prototipo en el cual se utilizó las herramientas de arduino, mediante un módulo sensor de peso digital, módulo sensor de fuerza, cableado, madera para el soporte, motores, banda transportadora, leds, computadora y bases de datos de este sistema. Los resultados mostraron que ayuda a agilizar la selección de semillas para obtener los mejores rendimientos en el momento de la siembra.

Palabras clave: selección de semillas, dispositivo seleccionador, maíz.

EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN DE INHIBIDOR DE PROTEASAS DE LAS SEMILLAS DE TUNA

Adriana Ángeles Santos¹; A. D. Hernández Fuentes²; Felipe J. PiñaTapia³; Juan G. Ramírez Pimentel¹;
Juan C. Raya Pérez¹; Cesar L. Aguirre Mancilla^{1*}

¹Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Roque, km 8 carretera Celaya-Juventino Rosas. C.P. 38110
Celaya, Guanajuato, México.

²Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Av. Rancho Universitario km. 1, C.P.
43600, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México.

³Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra, Ing. Javier Barros Sierra 201, C.P. 38140, Celaya, Guanajuato,
México.

*Autor responsable: ceaguirre@itroque.edu.mx

RESUMEN

El género *Opuntia* presenta aproximadamente 1500 especies de cactus y muchos de ellos producen frutos dulces (tuna) o ácidos (xoconostle), crece en climas áridos y semiáridos. La parte comestible de la fruta contiene un número relativamente alto de semillas que representan un porcentaje importante de la masa total de la fruta. Estas semillas se empaquetan fuertemente en una forma mucilaginosa dentro del endocarpio. Estudios realizados muestran que las semillas además de presentar propiedades nutrimentales tales como minerales, carbohidratos, vitaminas, compuestos bioactivos y propiedades antioxidantes presentan proteínas de reserva. Considerando el contenido proteico de las semillas de tuna, el objetivo del presente trabajo fue realizar la extracción y purificación de inhibidores de proteasas de las semillas de tuna, de la variedad Rojo Pelón para poder identificar su potencial aplicación en diferentes sectores como medicina y agricultura. Se realizó una extracción de proteínas de reserva de albuminas y globulinas; el extracto se purificó por medio de cromatografía de exclusión molecular e intercambio iónico. Se colectaron 96 fracciones de 1 mL a las cuales se les evaluó el contenido de proteínas y actividad inhibitoria. En una siguiente etapa de purificación (cromatografía de intercambio iónico) se obtuvo una mayor pureza del inhibidor de bajo peso molecular.

Palabras clave: Purificación, proteína, actividad inhibitoria.

EFFECTO DE LA SONICACIÓN SOBRE LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE AVENA (*Avena sativa* L.)

María J. Mendoza Sánchez^{1§}; Juan G. Ramírez Pimentel¹; Juan C. Raya Pérez¹;
Ahuitzolt Joaquín Ramos¹

¹Tecnologico Nacional de México / I T Roque, Posgrado en Ciencias en Producción Agroalimentaria.
Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya, Gto.

§Autor responsable: ib.mendoza.sanchez@hotmail.com

RESUMEN

La avena (*Avena sativa* L.) es un cereal importante del sector agroalimentario, empleado como alimento para ganado o como suplemento para la elaboración de alimento balanceado en el sector pecuario. En los últimos años a crecido su popularidad y consumo gracias a los beneficios que proporciona a la salud del hombre como la disminución de colesterol LDL por su alto contenido en fibra soluble. El objetivo del trabajo fue observar el efecto del ultrasonido sobre características fisiológicas de la semilla de Avena como alternativa para mejorar su rendimiento. Se realizaron 6 tratamientos sometiendo a la semilla a diferentes tiempos de sonicación (5, 10, 15, 30, 45 y 60 min) y los respectivos controles. Se midió el peso de 1000 semillas y hectolítrico, conductividad eléctrica [CE], porcentaje de germinación [%G] y capacidad de absorción de agua; también se tomaron micrografías mediante microscopio de sistema invertido OLIMPUS® Ix71. Con un objetivo de 10x. Los resultados fueron: la semilla sometida a 30 y 40 minutos de sonicación, se incrementó en la absorción del agua y el % G, este último fue de 95 y 92 % respectivamente y con una conductividad eléctrica (317 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 268 $\mu\text{S}/\text{cm}$) cercana al control (292 $\mu\text{S}/\text{cm}$), lo que sugiere que estos tratamientos no dañaron considerablemente a la pared celular, incrementando su permeabilidad y favoreciendo la germinación. En las micrografías se observó daño provocado en la pared celular de la semilla, se apreciaron grietas sobre la superficie de esta. Este tipo de rupturas comienzan a ser visibles a partir de la sonicación durante 30 a 60 minutos. En la micrografía de sonicación por 60 minutos se observaron grandes grietas, esto podría justificar el 57 % de germinación que se logró en las semillas sometidas a este periodo.

Palabras clave: *Avena*, sonicación, germinación, conductividad eléctrica.

DESCRIPCIÓN DE CARACTERES AGRONÓMICOS EN POBLACIONES DE LIRIO ACUÁTICO (*Eichhornia crassipes*)

Jessica W. Rodríguez Lara*¹; Francisco Cervantes Ortiz¹; Gerónimo Arámbula Villa²;
Luis A. Mariscal Amaro³; César L. Aguirre Mancilla¹; Enrique Andrio Enríquez¹.

*Estudiante de posgrado, ¹Tecnológico Nacional de México- Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Gto.

²CINVESTAV, Querétaro. ³INIFAP-CEBAJ, Celaya, Gto.

§Autor responsable: fcervantes@itroque.edu.mx

RESUMEN

El lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) es una de las plantas con alta capacidad de reproducción y tasa de crecimiento, por lo cual se extiende rápidamente y forma tapetes o esteras que constriñen a las plantas nativas sumergidas y flotantes en los cuerpos de agua; además disminuye la entrada de luz y merma el oxígeno disuelto en el agua. En base a lo anterior, el objetivo del presente estudio consistió en realizar una descripción agronómica de plantas de lirio acuático provenientes de la laguna de Yuriria, arroyo de Comonfort y canal de aguas negras de Celaya, Guanajuato. Se realizaron colectas de lirio acuático y se registraron caracteres morfológicos como longitud de hoja, diámetro de hoja, longitud de tallo, diámetro de tallo, longitud de raíz, longitud total, número de tallos, número de hojas y número de bulbos. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con tres poblaciones y diez repeticiones. Los resultados expresaron diferencias estadísticas significativas entre poblaciones para todos los caracteres agronómicos, excepto para el diámetro de tallo. Estos resultados indican que existe una gran diversidad morfológica entre las poblaciones de lirio acuático, debido, probablemente a la fuente de origen; Además, estos resultados sugieren establecer estrategias que permitan encontrar usos y aplicaciones que contribuyan al control de la plaga y obtener productos de alto valor agregado.

Palabras clave: *Eichhornia crassipes*, descripción agronómica, caracteres de planta.

PRUEBA TOPOGRAFICA DE TETRAZOLIO EN SEMILLA DE JICAMA (*Pachyrhizus erosus*)

Jacqueline Sierra Celedon¹; Leticia Rodríguez Zárate¹; Francisco Cervantes Ortiz^{2*};
Guadalupe García Rodríguez²; Gilberto Rodríguez Pérez¹; Ricardo Yañez López²

¹Estudiante, Tecnológico Nacional de México / I T Roque. ²Investigador, Tecnológico Nacional de México / I T Roque. *Autor responsable: frcervantes@itroque.edu.mx

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue estandarizar la prueba topográfica de tetrazolio en semilla de jícama. Se evaluaron cuatro factores; 1) variedades: variedad Vega San Juan (VSJ), semilla negra (SN) y semilla morada (SM) de 2018; 2) pre-tratamiento en agua: 24 y 48 horas; 3) tratamiento en tetrazolio: 24 y 48 horas; y 4) temperatura de incubación de la semilla en tetrazolio: 20, 25 y 30 °C. Lo anterior generó un arreglo factorial 3 x 2 x 2 x 3 que fue sometido bajo un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro repeticiones de 25 semillas. Los resultados de la prueba topográfica mostraron que las variedades se comportaron de forma similar de acuerdo al grado de tinción observado. En las tres variedades, la temperatura de 30 °C con un pre-tratamiento (imbibición) de 24 horas y 48 horas sometidas en la solución de tetrazolio mostro el mayor grado de tinción. Por el contrario, el de menor grado de tinción en las tres variedades fue a 20 °C con un pre-tratamiento de 48 horas y con 24 horas en tetrazolio.

Palabras clave: *Pachyrhizus erosus*, viabilidad, prueba topográfica, tetrazolio.

EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE GENOTIPOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ BLANCO Y AMARILLO

Carlos O. Padilla Ramírez¹; Silvia N. García Venegas¹; Mariano Mendoza Elos¹;
Francisco Cervantes Ortiz¹; Gilberto Rodríguez Pérez¹; Sergio A. Rodríguez Herrera².

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque;

²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Autor responsable: mmendoza66@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad y rendimiento de forraje de nueve genotipos experimentales de maíz con tres diferentes densidades de siembra. Se evaluaron cuatro variedades de polinización libre amarillas y cinco híbridos simples blancos y amarillos. El experimento se realizó en el Tecnológico Nacional de México campus Roque en el ciclo primavera-verano 2018. Cada tratamiento constó de cuatro surcos de cinco metros, considerando los dos surcos centrales como la unidad experimental. Cada genotipo se sembró a densidades de 80 000, 90 000 y 100 000 plantas por hectárea, en condiciones de riego con una fertilización de 240-60-30 con fecha de siembra del 6 de junio. El muestreo y la toma de datos se llevó a cabo en estado lechoso y se evaluaron las variables diámetro de tallo, altura de planta, prolificidad, tamaño de mazorca. Las variables se analizaron con el diseño de parcelas divididas; considerando en la parcela grande la densidad de población y en la parcela chica el genotipo. Se encontraron diferencias significativas en las variables: diámetro de tallo, tamaño de mazorca, altura de planta y prolificidad con respecto a los genotipos y a las densidades. Sobresaliendo el material CSB1 y CSB2 para diámetro de tallo y prolificidad, en altura de planta los mejores fueron las VPL cobra y willy para tamaño de mazorca el híbrido 10001 fue el más destacado. En relación a las densidades en 80000 p ha⁻¹ es donde se presentó el mayor diámetro, mayor tamaño de mazorca y mayor prolificidad y en 90000 p ha⁻¹ se observó la mayor altura de planta.

Palabras clave: Calidad de forraje, densidad de población, genotipos experimentales.

EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN DE INHIBIDOR DE PROTEASAS DE LAS SEMILLAS DE TUNA

Adriana Ángeles Santos¹; Alma D. Hernández Fuentes²; Felipe J. Piña Tapia; Juan G. Ramírez Pimentel¹;
Juan C. Raya Pérez¹; Cesar L. Aguirre Mancilla^{1*}

¹ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Roque, km 8 carretera Celaya-Juventino Rosas. C.P. 38110 Celaya, Guanajuato, México.

² Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Av. Rancho Universitario km. 1, C.P. 43600, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México.

³ Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra, Ing. Javier Barros Sierra 201, C.P. 38140, Celaya, Guanajuato, México.

[*Autor responsable: ceaquirre@itroque.edu.mx](mailto:ceaquirre@itroque.edu.mx)

RESUMEN

La tuna es una fruta que contiene un considerable número de semillas que representan un porcentaje importante de la masa total de la fruta. Estas semillas se empaquetan fuertemente en una forma mucilaginoso dentro del endocarpo. Estudios realizados muestran que las semillas además de presentar propiedades nutrimentales tales como minerales, carbohidratos, vitaminas, compuestos bioactivos y propiedades antioxidantes, presentan proteínas de reserva. Considerando el contenido proteico de las semillas de tuna, el objetivo de la presente investigación fue realizar la extracción y purificación de inhibidores de proteasas de las semillas de tuna de la variedad Rojo Pelón (*Opuntia ficus indica* (L) Mill). Se hizo una extracción de proteínas de reserva de las fracciones albuminas y globulinas, se realizó una saturación secuencial con sulfato de amonio del 20 al 90%, la concentración con mayor contenido proteico fue de 50 y 60% de 1.31 y 1.36 mg/mL respectivamente, mientras que para la actividad inhibitoria de proteasas, la saturación del 70% presentó 58 UI/mL. Los precipitados con mayor actividad inhibitoria se purificaron por medio de cromatografía de exclusión molecular e intercambio iónico se colectaron 96 fracciones. Se obtuvo una proteína purificada de bajo peso molecular de 14.4 kD.

Palabras clave: Purificación, proteína, actividad inhibitoria

SUMMARY

The prickly pear is a fruit that contains a high number of seeds that represent an important percentage of the total mass of the fruit. These seeds are packed tightly in a mucilaginous form within the endocarp. Studies have shown that seeds, in addition to presenting nutritional properties such as minerals, carbohydrates, vitamins, bioactive compounds and antioxidant properties, present reserve proteins. Considering the protein content of the prickly pear seed, the objective of the present investigation was to extract and purify a protease inhibitors from the seeds of the variety 'RojoPelón' (*Opuntia ficus indica* (L) Mill). Extraction of protein fractions albumins and globulins was performed, saturation with ammonium sulphate was carried out from 20 to 90%, the concentration with the highest protein content was 50 and 60% of 1.31 and 1.36 mg / mL respectively, while for protease inhibitory activity, saturation of 70% presented 58 IU / mL. The precipitates with greater inhibitory activity were purified by means of gel permeation chromatography and ion exchange were collected 96 Fractions. A purified low molecular weight protein of 14.4 kD was obtained.

Keywords: Purification, protein, inhibitory activity

INTRODUCCIÓN

En México han favorecido la diversificación de Opuntias debido a que es un lugar con una gran riqueza biológica; en donde reconocen unas 100 especies (Bravo-Hollis, 1991), siendo endémicas un número importante de ellas. La tuna (*Opuntia* spp.) ha sido hasta ahora la más explotada y comercializada en México debido a su sabor característicos y a sus múltiples atributos nutrimentales que posee (Ochoa y Guerrero, 2010). Existen diferentes informes sobre Opuntia que describen la fisiología, Morfología, reproducción, cultivo y rendimientos del fruto (Mondragon, 2001; Mohamed-Yasseen et al., 1996; Nerd y Nobel, 2000; Nobel y Zutta, 2007); sin embargo, la información a nivel molecular todavía es limitada, se ha centrado principalmente en los contenidos de proteínas que están presentes en las partes vegetativas de la planta (López-García et al., 2001; Mohamed-Yasseen et al., 1996). En (1998) se reportó una proteína presente en las semillas de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, que apareció ser la primera proteína de las semillas y fue catalogado como una proteína de almacenamiento del grupo de albúmina 2S. Se analizaron los patrones de proteínas de algunas semillas de cactus y los autores concluyeron que la mayoría de estas proteínas no se veían afectadas por las condiciones ambientales y por lo tanto podrían utilizarse como marcadores moleculares (Carreras et al., 1997). Se ha demostrado que los inhibidores de proteasas están presentes en la mayoría de las semillas, pero la información detallada sobre los inhibidores de las proteínas de semillas en *Opuntia* spp. y en la familia de los cactus sigue siendo limitada.

Estudios posteriores se han encargado de purificar y caracterizar el inhibidor de tripsina de las semillas de *Opuntia streptacantha* Lemaire (nopal). De varias proteasas probadas, este inhibidor mostró especificidad a las enzimas similares a la tripsina (Torres et al., 2009). Considerando el contenido proteico de las semillas de tuna, el objetivo del presente trabajo fue realizar la extracción y purificación de inhibidores de proteasas de las semillas de tuna de la variedad Rojo Pelón (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill) con la intención de identificar potenciales aplicaciones en diferentes sectores como medicina y agricultura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desgrasado de la harina

Se pesaron 25 g de semilla de la variedad Rojo pelón y se molió a 9000 rpm durante 10 min hasta obtener un polvo fino, por cada gramo de harina se le agregaron 5 mL de una mezcla de cloroformo-metanol (2:1 v/v) por una hora, posteriormente se decantó, se obtuvo el precipitado y se repitió este procedimiento tres veces. La harina se dejó reposar a temperatura ambiente durante 12 h para la eliminación completa del solvente.

Extracción de proteínas

Se extrajeron las proteínas (albúminas y globulinas) con Tris pH 8 NaCl 0.3M. Se colocaron 5g de harina previamente desgrasada en 50 mL de solución Tris. Se agitó durante 30 minutos y se centrifugó a 13000 rpm por 30 min. Finalmente se decantó el sobrenadante para su posterior saturación con sulfato de amonio.

Precipitación con sulfato de amonio

Se precipitó el sobrenadante con sulfato de amonio a temperatura 0°C de con concentraciones de 10-90%.

La filtración en gel

Se realizó la metodología de acuerdo a Aguirre *et al.* (2004) el precipitado se resuspendió en 1 mL Tris pH 8 NaCl 0.3M, posteriormente se pasó a través una columna de filtración en gel Sephacril S-200 de 80 cm, equilibrada con bicarbonato de amonio 0.02 M pH 7.8. Se recogieron 96 fracciones de 1mL a un tiempo de 2.5 min cada una.

Cromatografía de intercambio de iones

Cromatografía de intercambio iónico se llevó a cabo a temperatura ambiente (aprox. 25 °C) en una columna de cartucho de alto Q de 15 cm equilibrada con solución tampón Tris-HCl 0.01 M pH 8.0. Después de lavar la columna

con 30 ml de solución tampón, Se utilizó el concentrado de la fracción de filtración el gel que mayor actividad inhibitoria presentó y se cargó 1mL, la elución se llevó con un gradiente lineal de NaCl 0.0 a 0.4 M en tampón Tris-HCl 0.01 M (pH 8.0), con un flujo de tasa de 1 mL/ min, se colectaron 96 fracciones (Aguirre *et al.*, 2004).

Determinación de proteínas

La concentración de proteína se determinó por el método de Bradford (1976). Se realizó una curva de calibración con albumina de suero de bovino (BSA) a concentraciones de 0-500 mg/mL. Las determinaciones se hicieron a los diferentes porcentajes de saturación y a las fracciones por exclusión molecular e intercambio iónico.

Actividad Inhibitoria

Se realizó por medio del método Erlanger *et al.* (1961). En una microplaca se colocó un control negativo (blanco) el cual contenía 180 μ L de buffer (Tris-HCl 0.1 M pH 8) 20 μ L de sustrato (BApNA 0.01 M en Dimetilsulfoxido (DMSO)) y 40 μ L de bloqueador (ácido acético al 30%). Así mismo se preparó un control de enzima (control positivo) el cual contenía 170 μ L de buffer (Tris-HCl 0.1 M pH 8), 10 μ L de enzima (dilución 1:20 de Tripsina 1 mg/mL) 20 μ L de sustrato (BApNA 0.01 M en Dimetilsulfoxido (DMSO)), se incubo durante 15 minutos a 37°C y finalmente se colocó 40 μ L de bloqueador (ácido acético al 30%). Para las muestras se preparó 140 μ L de buffer (Tris-HCl 0.1 M pH 8), 10 μ L de enzima (dilución 1:20 de Tripsina 1mg/mL), 15 μ L de extracto proteico y se incubo durante 15 min a 37°C, transcurrido el tiempo se agregaron 20 μ L de sustrato (BApNA 0.01 M en Dimetilsulfoxido (DMSO)), se incubo durante 15 minutos a 37°C finalmente se colocó 40 μ L de bloqueador (ácido acético al 30%) y se leyó a una absorbancia de 405 nm. Las determinaciones se hicieron a los diferentes porcentajes de saturación y a las fracciones por exclusión molecular e intercambio iónico.

Patrones electroforéticos

Se obtuvieron a partir de la técnica de Schanger y Von Jagow (1987), con algunas modificaciones, se realizó un gel para la determinación de las fracciones proteicas. Las fracciones se concentraron con acetona 1:3 durante 1h, se centrifugó 10 min y se decantó. A la pastilla se le agregaron 20 μ L de buffer muestra (Tris 50mM, SDS4%, Glicerol 12%, azul brillante cumassie 0.01% pH 6.8). La muestra se cargó en el gel concentrador, y se colocó en una cámara Mini-PROTEAN Tetra Cell maraca Bio-Rad con especificaciones de corrida a 100V y 25mA durabte 130 min. El gel se colocó en una solución fijadora (50:10:40 metanol, ac. acético, agua) durante 30 min y después se pasó a solución teñidora (Azúl G 0.025 en ácido acético al 10%). Los geles se lavaron con solución desteñidora (ac. Acético 10%) para quitar el exceso de colorante. Finalmente se tomó imagen de los geles en el fotodocumentador Gel Doc EZ™ Imager Bio Rad con el programa Image Lab™ software versión 5.1 para proteínas.

RESULTADOS

Concentración de proteína y actividad inhibitoria de saturaciones con sulfato de amonio

En la imagen 1 se observa que el sobrenadante a mayor concentración de sulfato de amonio presenta una decadencia de proteínas. Sin embargo el precipitado a concentraciones del 50 y 60% presentaron mayor contenido de proteico de 1.31 y 1.36 mg/mL. Asi mismo se observa que el precipitado de la saturación del 70% fue quien presentó mayor 60 UI/mL (Figura 2). Shabnam Ashouria *et al.*, 2017 realizaron la saturación de proteínas con sulfato de amonio de las semillas de girasol (*Helianthus annuus* L. cv. Registro) en fracciones 0–30%, 30–50%, 50–70% y 70–100% mostrando una inhibición del 41.03%, 48.66%, 41.53% y 28.83% respectivamente, la fracción 30–50% mostró la mayor efecto inhibitorio.

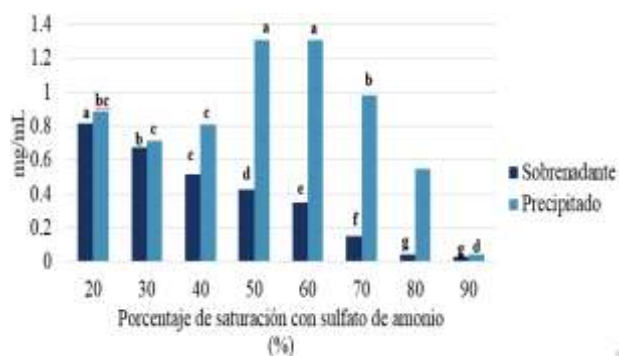


Figura 1. Evaluación del contenido de proteína a diferentes concentraciones de sulfato de amonio, las letras indican las diferencias significativas que existen del sobrenadante y el precipitado con respecto a la saturación con sulfato de amonio.

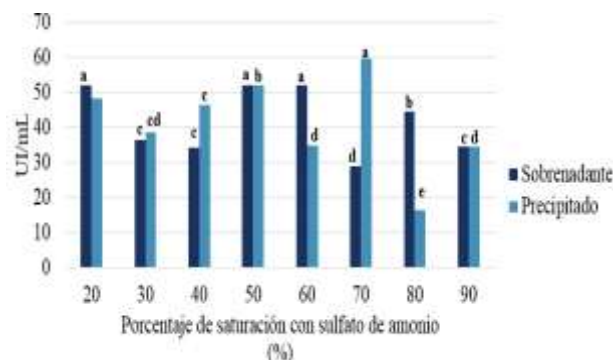


Figura 2. Determinación de actividad inhibitoria a diferentes concentraciones de sulfato de amonio, las letras indican las diferencias significativas que existen del sobrenadante y el precipitado con respecto a la saturación con sulfato de amonio.

Filtración en gel

Se realizó la cromatografía de exclusión molecular en donde se recogieron 96 fracciones a las cuales se les determinó el contenido de proteína y la actividad inhibitoria. En la figura 3 se observa el contenido de proteína y muestra que la fracción 86 y 87 tienen mayor contenido de proteína. También se muestra que a partir de las fracciones 37 hay contenido de proteína. La Figura 4 reporta que a partir de las fracciones 44 se presentó actividad inhibitoria. Las fracciones 61 a la 65 presentaron una actividad inhibitoria a más de 4000 UI/ML, sin embargo las fracciones 78, 79 y 80 presentaron mayor actividad inhibitoria ya que obtuvieron más de 5000 UI/mL. Estos resultados indican la probabilidad de que estén presentes dos inhibidores. Shabnam Ashouria *et al.*, (2017) Reportaron la purificación por cromatografía de afinidad de los inhibidores de proteasas de la semilla de girasol obteniendo 0.4 mg de proteína y 648.31 U/mg de proteína.

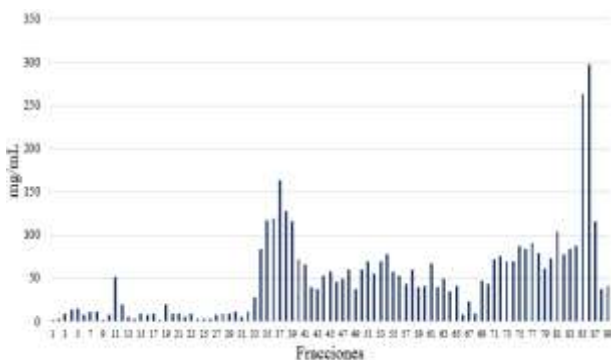


Figura 3. Determinación de actividad inhibitoria de 96 fracciones de exclusión molecular, las letras indican las diferencias significativas que existen del sobrenadante y el precipitado con respecto a la saturación con sulfato de amonio.

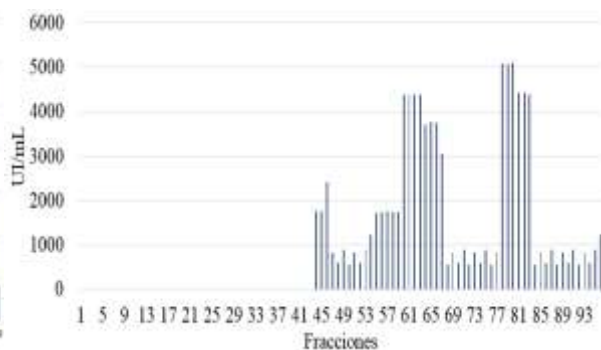


Figura 4. Determinación de actividad inhibitoria de 96 fracciones de exclusión molecular, las letras indican las diferencias significativas que existen del sobrenadante y el precipitado con respecto a la saturación con sulfato de amonio.

Cromatografía de intercambio de iones

Cromatografía de intercambio iónico se llevó a cabo a temperatura ambiente (aprox. 25 °C). Se colectaron 96 fracciones por cromatografía de intercambio iónico a las cuales se les determinó el contenido de proteína y actividad antioxidante. La Figura 5 muestra que la fracción 61 y 85 tienen mayor contenido de proteína lo que indica que se están manifestando dos monómeros. Se determinó actividad inhibitoria de las 96 fracciones obtenidas de cromatografía por intercambio iónico. Se observa que dentro de las fracciones 60 a 69 se presenta una actividad

inhibitoria de más de 4000 unidades de inhibición por mililitro, mientras que las fracciones de la 80 a la 85 también se presentaron mayor actividad alcanzando las 5000 Unidades de inhibición (Figura 6). Babu *et al.* (2012) aislaron un inhibidor de proteasas de *Acacia nilotica* activa contra enzimas digestivas de *H. armigera* por precipitación con sulfato de amonio (30–60%) y cromatografía de intercambio iónico en y resultó una banda única con molecular Peso de 18.6 kDa,.

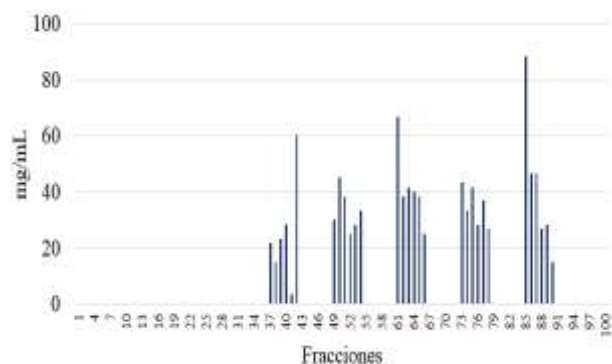


Figura 5. Evaluación del contenido de proteína de 96 fracciones de intercambio ionico, las letras indican las diferencias significativas que existen del sobrenadante y el precipitado con respecto a la saturación con sulfato de amonio.

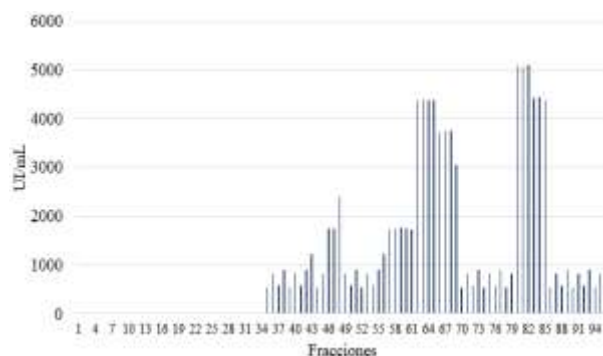


Figura 6. Determinación de actividad inhibitoria de 96 fracciones de intercambio iónico, las letras indican las diferencias significativas que existen del sobrenadante y el precipitado con respecto a la saturación con sulfato de amonio.

Perfiles electroforéticos

En la figura 7 se muestra que con la cromatografía de exclusión molecular las proteínas no fueron bien purificadas mientras que con la cromatografía de intercambio iónico se obtiene una proteína purificada de aproximadamente 14.40 kDa lo que indica que es una proteína con bajo peso molecular característica de un inhibidor. Torres *et al.* (2009) realizaron la purificación del inhibidor de *Opuntia streptacantha* y mostró una masa molecular relativamente baja alrededor de 6.2 kDa, con una migración anómala en el gel de manera similar al comportamiento de las proteínas 2S reportadas por Uchoa *et al.* (1998) en semillas de *O. ficus-indica*. Después de la cromatografía de intercambio iónico, la muestra de proteína mostró una alta actividad inhibitoria.

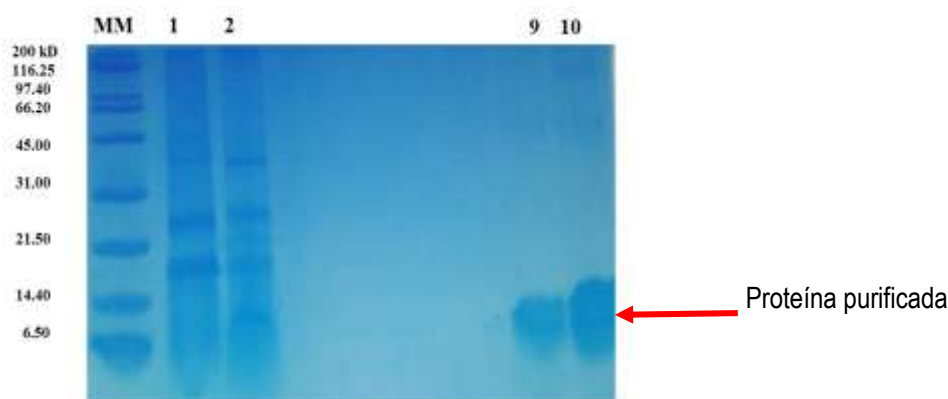


Figura 7. Patrón electroforético fracción de albuminas y globulinas harina de semilla de tuna Rojo pelón donde: MM marcador molecular, 1 saturación al 70%, 2 fracción de cromatografía de exclusión molecular con mayor actividad inhibitoria, 9 y 10 fracción con mayor actividad inhibitoria, 9 y 10 con mayor actividad inhibitoria por intercambio iónico.

CONCLUSIONES

Este estudio confirma que las fracciones proteicas de las semillas de tuna Rojo pelón (*Opuntia ficus indica* (L) Mill) son fuentes de inhibidores de proteasas con especificidad para enzimas de tipo tripsina. Así mismo se demostró que se puede obtener una proteína de alta pureza con las técnicas empleadas como precipitación, exclusión molecular e intercambio iónico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre Cesar, Valdés-Rodríguez Silvia, Mendoza-Hernández Guillermo, Rojo-Domínguez Arturo, Blanco-Labra Alejandro (2004). A novel 8.7 kDa protease inhibitor from chan seeds (*Hyptis suaveolens* L.) inhibits proteases from the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B* 138 81–89.
- Babu, S.R., Subrahmanyam, B., Rinivasan, S., Santha, I.M., (2012). In vivo and in vitro effect of Acacia nilotica seed proteinase inhibitors on *Helicoverpa armigera* (Hübner) larvae. *J. Biosci.* 37, 269–276.
- Bradford, M.M., (1976). A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. *Anal. Biochem.* 72, 248–252.
- Bravo-Hollis, H. 1991. Las Cactáceas de México. Volumen III. UNAM. México, D.F. 643
- López-García, J.J., Fuentes-Rodríguez, J.M., Rodríguez, R.A., (2001). Production and use of *Opuntia* as forage in northern Mexico. In: Candelario Mondragón Jacobo, Salvador Pérez-González (Eds.), *Cactus (Opuntia spp.) as Forage*. FAO 169, Rome, Italy.
- Mello, M., Tanaka, A., Silva-Filho, M., (2003). Molecular evolution of Bowman-Birk type proteinase inhibitors in flowering plants. *Mol. Phylogenet. Evol.* 27, 103– 112.
- Mohamed-Yasseen, Y., Barringer, S., Splittstoesser, W.E., (1996). A note on the uses of *Opuntia* spp. in Central/North America. *J. Arid Environ.* 32, 347–353.
- Mondragon, J.C., (2001). Verification of the apomictic origin of cactus pear (*Opuntia* spp. Cactaceae) seedlings of open pollinated and crosses from Central Mexico. *J.PACD*, 49–56.
- Nerd, A., Nobel, P.S., (2000). Water relations during ripening for fruit of well-watered versus water-stressed *Opuntia ficus-indica*. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 125, 653–657.
- Nobel, P.S., Zutta, B.R., (2007). Temperature tolerances for stems and roots of two cultivated cacti, *Nopalea cochenillifera* and *Opuntia robusta*: acclimation, light and drought. *J. Arid Environ.* 72 (5), 633–642.
- Ochoa, C.E. y J.A. Guerrero (2010). La tuna: una perspectiva de su producción, propiedades y métodos de conservación, *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, Universidad de las Américas Puebla, México: 4(1), 49-63.
- Schagger, H., von Jagow, G., (1987). Tricine-sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis for the separation of protein in the range from 1 to 100 kDa. *Anal. Biochem.* 166, 368–379.
- Scheinvar, L., Olalde, G., Filardo, S. & Beckler, P. (2010) *Diez especies mexicanas productoras de xococonostles: Opuntia spp. y Cylindropuntia imbricata* (Cactaceae). Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Autónoma del estado de Hidalgo/Universidad Autónoma Metropolitana, Mexico City, 177 pp.
- Shabnam Ashouria, Reza Farshbaf Pour Abada, Figen Zihnioglu, Ebru Kocadag (2017). Extraction and purification of protease inhibitor(s) from seeds of *Helianthus annuus* with effects on *Leptinotarsa decemlineata* digestive cysteine protease. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 9 113–119.
- Torres-Castillo J.A. , Mondragón Jacobo, A. Blanco-Labra 2009. Characterization of a highly stable trypsin-like proteinase inhibitor from the seeds of *Opuntia streptacantha* (*O. streptacantha* Lemaire) *Phytochemistry* 70 1374–1381.

EFFECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE DESINFECCIÓN EN EPAZOTE Y VERDOLAGA MÍNIMAMENTE PROCESADOS

Elizabeth Granados Becerril¹; Jorge Guerra González¹; María A. Trejo Márquez^{1§}; Selene Pascual Bustamante¹;
Alma A. Lira Vargas¹

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán,
Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica.
Jiménez Cantú s/n, San Juan Atlámica, C.P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. De México, México.

[§]Autor responsable: andreatrejo2009@unam.mx

RESUMEN

La verdolaga y epazote son hortalizas endémicas de México con un amplio volumen de producción, existen pocos o nulos productos industrializados y su consumo es limitado debido a la alta carga microbiana y su complejidad de su preparación como un platillo cotidiano. Por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de métodos de desinfección en combinación con ozonificación en agua sobre los parámetros de calidad, microbiológicos y químicos de verdolaga y epazote mínimamente procesados. Para la obtención del producto mínimamente procesado la verdolaga y el epazote fueron sometidos a las operaciones de: selección, limpieza, lavado, desinfección, pesado, envasado y almacenamiento. Los tiempos de desinfección con radiación UV-C, método químico (Microdyn), ultrasonido y ozono en gas fueron 15, 25 y 35 minutos, su influencia se evaluó en los parámetros microbiológicos (coliformes totales, mesófilos aerobios, mohos y levaduras) y químicos (fenoles totales, capacidad antioxidante y cuantificación de clorofila). El método de desinfección por radiación UV-C fue el que mostró tener mayor efectividad en el control de microorganismos con una disminución de dos escalas logarítmicas de estos, además de que preservó la calidad del producto, mientras que el tiempo no mostró tener algún efecto por lo que se estableció el mínimo.

Palabras clave: radiación UV-C, ozono, ultrasonido, desinfección

SUMMARY

Purslane and epazote are endemic vegetables of México with a large volume of production, however, there are few or no industrialized products and their consumption is limited due to the high microbiological load and complexity of their preparation as a daily dish. Therefore, the objective of the present study was to evaluate the effect of the application of disinfection methods in combination with ozonation in water on the quality, microbiological and chemical parameters of purslane and epazote minimally processed. In order to obtain the minimally processed product, purslane and epazote were subjected to the following operations: selection, cleaning, washing, disinfection, weighing, packaging and storage. The times of disinfection with UV-C radiation, chemical method (Mycrodin), ultrasound and ozone in gas were 15, 25 and 35 minutes. Their influence were evaluated in microbiological (total coliform, aerobic mesophiles, molds and yeast) and chemical parameters (total phenols, antioxidant capacity and quantification of chlorophyll). The method of disinfection by UV-C radiation was the one that showed to have a greater effectiveness in the control of microorganisms diminishing the load of two logarithmic scales, besides that it preserved the quality of the product, reason why it was chosen as the best method of disinfection, as well as the time did not show to have some significant effect, was established the minimum.

Keywords: UV-C radiation, Ozone, Ultrasound, disinfection.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas décadas los hábitos de alimentación humana han cambiado. El actual ritmo de vida, con escaso tiempo para preparar comidas equilibradas, ha provocado la demanda de productos vegetales naturales, frescos, saludables y dispuestos para consumirse, principalmente en países industrializados como son los productos mínimamente procesados (PMP), denominados comercialmente de la “cuarta gama”. En la actualidad ha sido necesario desarrollar nuevas tecnologías emergentes y sostenibles para garantizar la calidad de un PMP así como la seguridad alimentaria (Ibarzabal, 2006).

En el proceso industrial de un PMP, es de suma importancia la etapa que consigue disminuir la carga microbiana inicial tal es el caso del lavado-desinfección el cual suele hacerse con hipoclorito sódico; para el caso de desinfección en hogares se utiliza el método químico de plata coloidal (Mycrodin), sin embargo el constante uso de estos métodos químicos de desinfección en dosis elevadas causa daños a la salud (Secretaría de salud, 2015).

Por otra parte, el desarrollo de PMP ha contribuido a fomentar el consumo de frutas y hortalizas que no son consumidos cotidianamente debido al tiempo y complejidad que lleva desinfectarlos y o prepararlos tal es el caso de epazote y verdolagas, hortalizas endémicas de México. Estas hortalizas cuentan con un gran aporte nutricional y beneficios a la salud con una producción anual de 2 y 6 Ton respectivamente, debido a que ambas son plantas rastreras tienen una elevada carga microbiana haciéndolas no aptas para su consumo en fresco. (Aberoumand, 2009, SAGARPA, 2018). Dicha problemática se atribuye a que en México el agua de riego es no potable (Vega, 2005). Actualmente distintos métodos de desinfección como Irradiación UV-C, el uso de Ozono, Ultrasonido, entre otros están siendo aplicados en PMP con propósito de sustituir métodos químicos. Este proyecto tiene como objetivo evaluar el efecto de diferentes métodos de desinfección, Ozono en gas, Radiación UV-C, Ultrasonido y Químico en combinación con Ozono en agua en parámetros de calidad y microbiológicos de epazote y verdolaga mínimamente procesados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal

Las dos hortalizas fueron adquiridas en el mercado del Carmen ubicado en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Transportadas al Laboratorio de Postcosecha ubicado en el Centro de Asimilación Tecnológica.

Elaboración de producto mínimamente procesado

Para la elaboración de un PMP ambas hortalizas fueron sometidas a varios procesos, la primer etapa fue la selección donde se separaron hojas después se realizó un lavado con agua potable durante 3 min a temperatura ambiente. Se continuo con una primera desinfección con ozono en agua durante 6 minutos y una relación de 3 L por cada 150 g de verdolaga y 1.5 L por cada 50 g para epazote. Una vez concluido la primera desinfección se procedió a realizar una segunda con cada tratamiento, método químico (Mycrodin) 1-5 mL por cada litro de agua, radiación UV-C con una longitud de onda 235.91 MW/cm², ultrasonido con una frecuencia de 20 kHz y ozono en gas con una concentración de 150mg/h en un espacio de 2-20 m³. Todos los tratamientos fueron estudiados a 15, 25 y 35 minutos de aplicación. Para concluir con la elaboración después de la segunda desinfección de someten los productos a un escurrido, pesado, envasado y finalmente su almacenamiento a temperatura de refrigeración 4°C.

Evaluación del efecto del método de desinfección en los parámetros microbiológicos y químicos de la verdolaga y epazote mínimamente procesado

Una vez obtenidos los productos mínimamente procesados se evaluó el efecto de cada tratamiento con recuento en placa de Coliformes totales (NOM-113-SSA1-1994), Mesófilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994) y Hongos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994), y con ello seleccionar el método que reduzca en mayor medida la carga

microbiana de las hortalizas. Del mismo modo a los productos mínimamente procesados se les evaluó los parámetros de fenoles totales (Singleton 1999), capacidad antioxidante (Borrelli et al., 2002) y clorofila (Jeffrey y Humphrey 1975).

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron tratados con el programa estadístico SPSS aplicando un nivel de significancia del 95% y pruebas de rango múltiple Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación del efecto del método de desinfección en los parámetros microbiológicos de la verdolaga y epazote mínimamente procesado.

La principal razón de pérdidas poscosecha es la incidencia de enfermedades causadas principalmente por hongos de diversos géneros. Por otro lado, los productos contaminados por bacterias tales como *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* y *Listera monocytogenes*, pueden causar enfermedades graves a los humanos ocasionando hasta la muerte si no son tratados a tiempo (Anular, 2006 citado por Ramos-García et al., 2010).

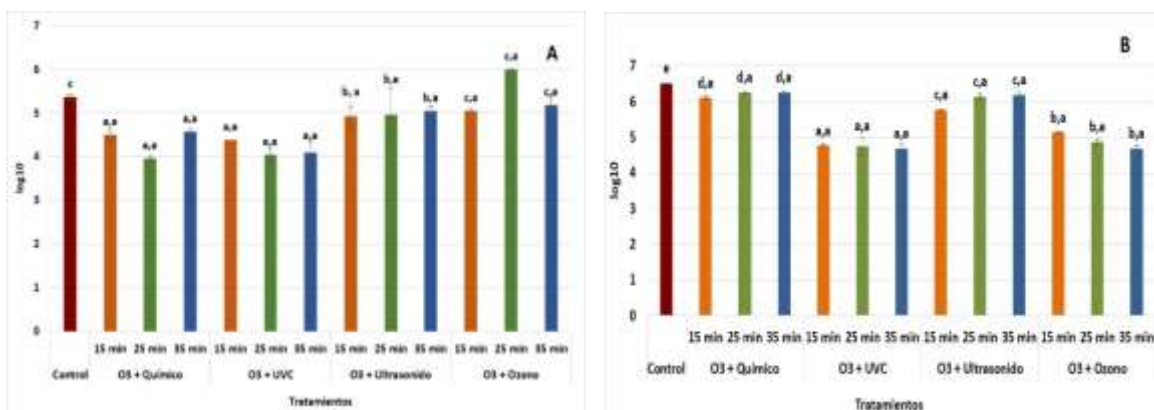


Figura 1. Evaluación de la presencia de Coliformes totales en verdolaga (A) y epazote (B) mínimamente procesado con los diferentes métodos de desinfección. Las letras diferentes representan diferencia significativa ($p \leq 0.05$). La primera letra corresponde a los tratamientos y la segunda corresponde a los tiempos.

En la Figura 1(A) se observa que hubo una disminución de alrededor de 2 unidades logarítmicas de coliformes en las verdolagas desinfectadas con el tratamiento de UV-C, comparado con las verdolagas control (sin tratamiento) presentando diferencia significativa ($p \leq 0.05$), mientras que las verdolagas desinfectadas con el tratamiento de ultrasonido solo disminuyeron alrededor de media unidad logarítmica. El método de desinfección menos efectivo fue el de ozono en el cual a los 25 min no presenta diferencia significativa con respecto al control ($p \geq 0.05$).

En el caso del epazote mínimamente procesado (Figura 1 B) el tratamiento de desinfección UV-C fue el más efectivo presentando una disminución de alrededor de 3 unidades logarítmicas en los coliformes, seguido del tratamiento con ozono mostrando diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con respecto al epazote sin tratamiento (control) y con el método químico. En cuanto al tiempo de tratamiento no se observa un efecto sobre la presencia de coliformes en las muestras. En la Figura 2 se muestran los resultados obtenidos para el conteo en placa de los mesófilos aerobios en verdolaga y epazote.

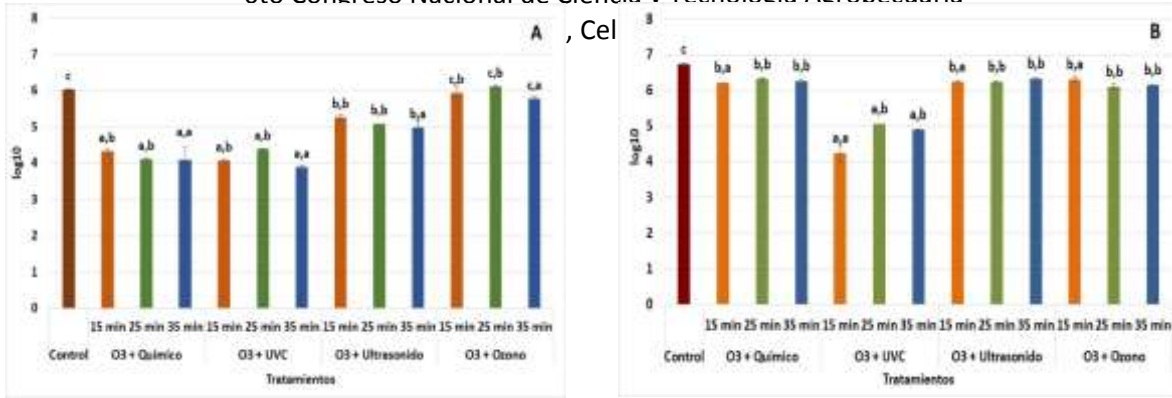


Figura 2. Evaluación de la presencia de Mesófilos aerobios en verdolaga (A) y epazote (B) mínimamente procesado con los diferentes métodos de desinfección. Las letras diferentes representan diferencia significativa ($p \leq 0.05$). La primera letra corresponde a los tratamientos y la segunda corresponde a los tiempos.

En la Figura 2 A se observa que las verdolagas desinfectadas con el tratamiento químico y de UV-C son las que disminuyen en mayor medida la presencia de mesófilos aerobios en la hortaliza siendo menores al control con alrededor de 2 unidades logarítmicas presentando diferencia significativa ($p \leq 0.05$), mientras que la verdolaga desinfectada con el método de ultrasonido solo logro reducir 1 unidad logarítmica de mesófilos y el método menos efectivo fue el de ozono el cual no presenta diferencia significativa ($p \geq 0.05$) con respecto a las verdolagas control.

En el caso del epazote mínimamente procesado se observa (Figura 2B) que al igual que en la verdolaga el método de desinfección más efectivo fue el de UV-C mostrando una reducción de alrededor de 3 unidades logarítmicas presentando diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en el conteo de mesófilos con respecto a las verdolagas desinfectadas con los otros métodos.

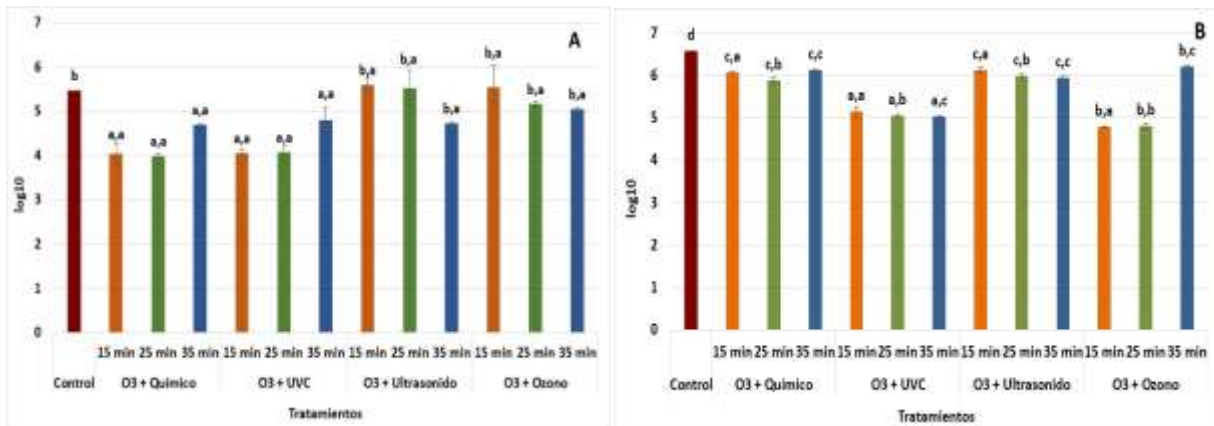


Figura 3. Evaluación de la presencia de Mesófilos aerobios en verdolaga (A) y epazote (B) mínimamente procesado con los diferentes métodos de desinfección. Las letras diferentes representan diferencia significativa ($p \leq 0.05$). La primera letra corresponde a los tratamientos y la segunda corresponde a los tiempos.

En el caso de hongos y levaduras en la Figura 3 A, se observa que las verdolagas desinfectadas con el tratamiento de UV-C presentaron alrededor de 2 unidades logarítmicas menos en comparación con las verdolagas sin tratamiento, presentando diferencia significativa ($p \leq 0.05$), mientras que los tratamientos de ultrasonido y ozono no fueron tan efectivos en la inhibición de estos microorganismos, ya que no se observa una disminución de las

Para el caso del epazote (Figura 3B) al igual que en la verdolaga, el método de desinfección más efectivo fue el de UV-C en donde se observó una disminución de 2 unidades logarítmicas en comparación con el epazote control y el epazote con los otros tratamientos de desinfección presentando diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

La radiación UV-C afecta el ADN de los microorganismos, causando mutaciones mediante la separación de la doble hélice, evitando de esta manera su reproducción (Gardner y Shama, 2000). De acuerdo a lo observado en los resultados ya mencionados el tratamiento de desinfección O₃ + UVC presenta mayor efecto significativo en cuanto a la disminución de la carga microbiana. Cabe resaltar que el tiempo no tiene ningún efecto. Estos datos concuerdan con Manzoco *et al.* (2011) quienes afirman que se logró aumentar la resistencia al deterioro microbiano, mediante la reducción de 1 a 2 ciclos logarítmicos en hortalizas al aplicar UV-C, sin embargo, al aumentar el tiempo de exposición y por ende la dosis de radiación, encontraron una menor reducción, ya que los microorganismos desarrollaron resistencia.

Evaluación del efecto de los tratamientos de desinfección en verdolaga y epazote mínimamente procesados sobre los parámetros químicos.

Las hortalizas contienen, además de los carotenoides y antocianos, otros pigmentos de gran importancia, como las clorofilas. El color verde de las hojas se debe a las clorofilas a (verde azulado) y b (verde amarillento) que se encuentran en proporción 3:1 aproximadamente (Berlitz *et al.*, 2009) es importante la cuantificación de las clorofilas porque tienen un papel importante en la prevención de enfermedades asociadas con estrés oxidativo como cáncer y enfermedades cardiovasculares (Ban y Sircelj, 2011).

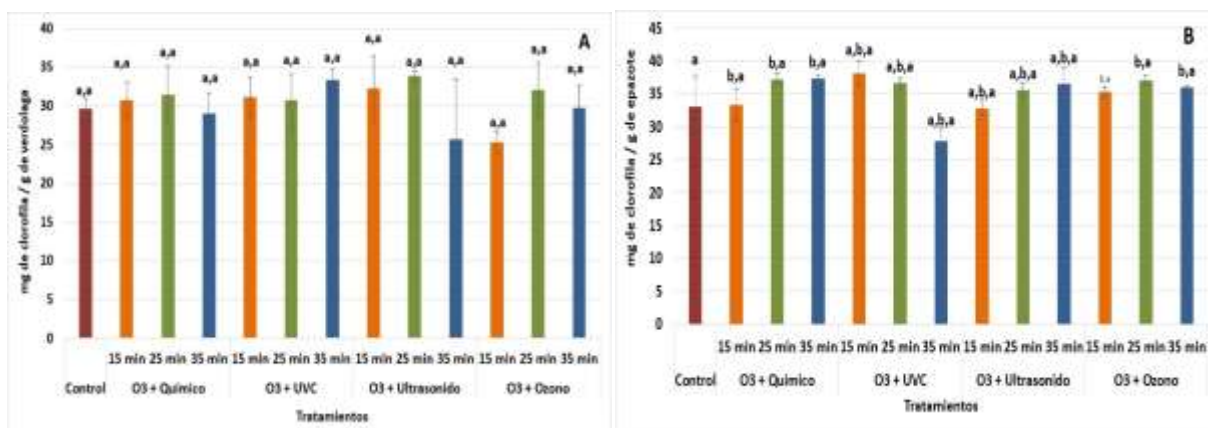


Figura 4. Evaluación de la presencia de la concentración de clorofila en verdolaga (A) y epazote (B) mínimamente procesado con los diferentes métodos de desinfección. Las letras diferentes representan diferencia significativa ($p \leq 0.05$). La primera letra corresponde a los tratamientos y la segunda corresponde a los tiempos

En la verdolaga mínimamente procesada (Figura 4 A) se observa que ninguno de los tratamientos de desinfección ejerció algún efecto en el contenido de clorofila de las hojas por lo que no hay un efecto ni por tratamiento ni por tiempo de aplicación. Observando que no hay degradación ni aumento en la pigmentación de las hojas de verdolaga. La clorofila, es el pigmento responsable del característico color verde de frutas y verduras, es altamente susceptible a la degradación durante el procesamiento, lo que resulta en cambios de color en los alimentos. Uno de los parámetros más importantes en la calidad de un alimento es su color, está relacionado con la presencia de pigmentos en los tejidos, la clorofila es uno de ellos (Breinholt *et al.*, 1995).

Mientras que en el caso del epazote (Figura 4B) se observa que algunos tratamientos como lo son el UV-C hay un ligero incremento en el contenido de clorofila, este incremento de clorofilas encontrados, puede responder al aumento en la producción de metabolitos secundarios que permiten disminuir la penetración de radiación UV-B, y proteger a las proteínas asociadas al aparato fotosintético, evitando la degradación sus pigmentos e incluso aumentar su síntesis (Jansen y *et al.*, 1998).

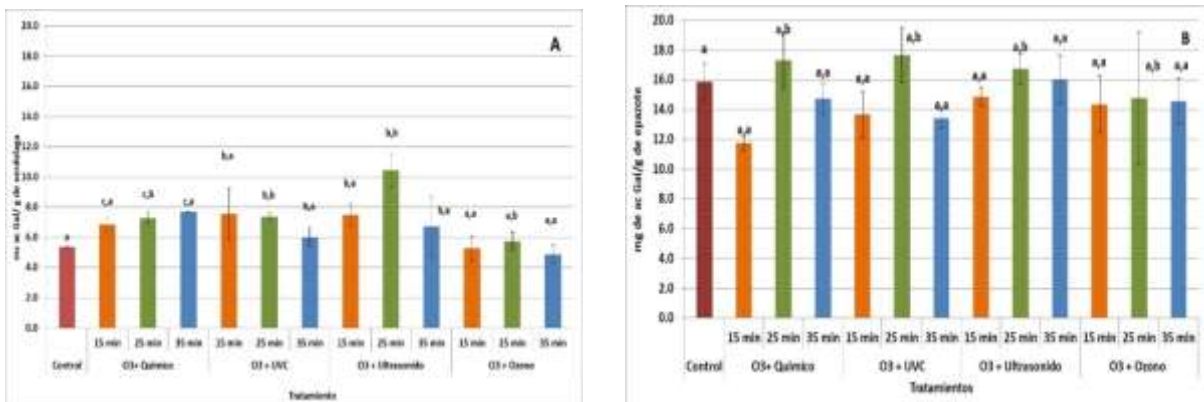


Figura 5. Evaluación de la presencia de la concentración de fenoles totales en verdolaga (A) y epazote (B) mínimamente procesado con los diferentes métodos de desinfección. Las letras diferentes representan diferencia significativa ($p \leq 0.05$). La primera letra corresponde a los tratamientos y la segunda corresponde a los tiempos

En la Figura 5 A se muestran los resultados obtenidos para la verdolaga mínimamente procesada desinfectada con los diversos métodos, en donde se observa que el contenido de fenoles totales es mayor en las verdolagas tratadas con ultrasonido a 25 min, aproximadamente de 10 mg de Ac. Gálico/ g de muestra, en el caso de los demás tratamientos es menor.

Mientras que en el epazote (Figura 5B) se observa una mayor concentración viéndose estimulado en el epazote desinfectado con el tratamiento de UV-C, esto puede estar dado a que la síntesis de la enzima fenilalanina amonionliasa (EC 4.3.1.5) (PAL), que es clave en la síntesis de fenilpropanoides, y dado lugar a la formación de fenoles, fitoalexinas y ligninas con capacidad antifúngica (Ryalls *et al.*, 1996). Otro ejemplo de la activación de esta ruta es la biosíntesis de quercetinas (flavonoles), que se ve estimulada por la irradiación UV-B en el pericarpio de manzana cv. 'Jonathan' y se presenta una correlación positiva entre la síntesis de antocianinas y quercetina, lo cual sugiere que el metabolismo de ambas sustancias es un proceso foto-dependiente (Bakhshi y Arakawa, 2006; Arakawa, 1988).

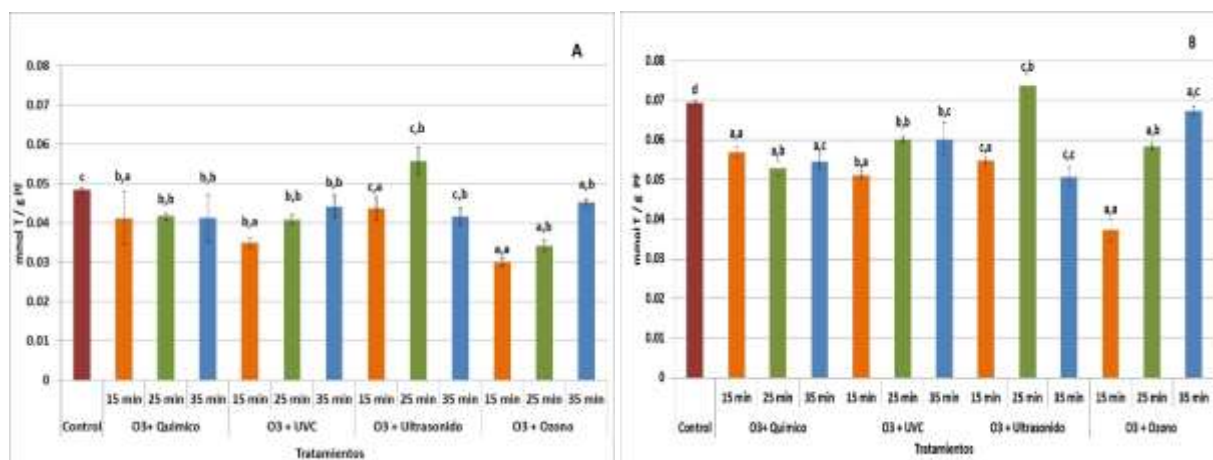


Figura 6. Evaluación de la presencia de la capacidad antioxidante en verdolaga (A) y epazote (B) mínimamente procesado con los diferentes métodos de desinfección. Las letras diferentes representan diferencia significativa ($p \leq 0.05$). La primera letra corresponde a los tratamientos y la segunda corresponde a los tiempos

En la Figura 6 A, se observa que la capacidad antioxidante de las verdolagas mínimamente procesadas no se ve afectada por el tipo de tratamiento de desinfección así como por el tiempo de exposición, sin embargo, las verdolagas que fueron desinfectadas con el tratamiento de ultrasonido presentaron una mayor capacidad

antioxidante, aproximadamente de 0.055 mmolTE/g de muestra en comparación con los demás tratamientos sin embargo no hubo diferencia significativa ($p \geq 0.05$). Mientras que el epazote presentó una mayor capacidad antioxidante (Figura 6B), pero al igual que en la verdolaga no hubo un efecto ni por el tratamiento ni el tiempo del mismo.

La radiación UV-C además de poseer un efecto germicida, también puede alterar algunas de las propiedades como, la actividad y los compuestos antioxidantes y el contenido de terpenos de algunos alimentos. Lemoine *et al.* (2010) observaron que la exposición de vegetales a radiación UV-C puede incrementar la concentración de ésta. La irradiación UV-C también actúa de manera indirecta al inducir mecanismos de resistencia por acumulación de compuestos fungicidas como fenoles, flavonoides y poliaminas (Nigro *et al.*, 1998; Erkan *et al.*, 2001; González-Aguilar, 2001).

Dicho efecto puede llegar a presentar mejoras en la resistencia al ataque de ciertos microorganismos tales como mohos y levaduras, dado que puede estimular la producción de fenilalanina amonía-liasa, que induce la formación de compuestos fenólicos que llega a producir efectos tóxicos para ellos (Domínguez & Parzanese, 2015).

CONCLUSIONES

El procesar mínimamente tanto a la verdolaga como el epazote puede ayudar a fomentar su consumo, así como facilitar su uso, un buen proceso de desinfección es clave en el desarrollo de un producto mínimamente procesado, dentro de los resultados obtenidos se pudo observar que el tratamiento con UV-C, fue el que inhibió en mayor medida la presencia de microorganismos coliformes y mesófilos en las hortalizas estudiadas, observándose también que no hubo un efecto en función al tiempo de aplicación y que el tratamiento no afectó de forma significativa la composición química de la verdolaga ni del epazote.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aberoumand, A. 2009. Nutritional Evaluation of Edible *Portulaca oleracea* as Plant Food. *Food Annals Methods* 2:204-207.
- Ban D., Sircelj H. (2011). Carotenoid and chlorophyll composition of commonly consumed leafy vegetables in Mediterranean countries. *Food Chemistry*. 129:1164-1168
- Bakhshi D, O Arakawa (2006) Effects of UV-B irradiation on phenolic compound accumulation and antioxidant activity in 'Jonathan' apple influenced by bagging, temperature and maturation. *J. Food Agric. Env.* 4:75-79
- Belitz H. D., Grosh W., Schieberle P. (2009). *Química de los alimentos*. Heidelberg, Alemania, Springer-Verlag GmbH
- Borrelli, R., Viscotu, A., Menella, C., Anese, M., y Foglian, V. (2002). Chemical characterization and antioxidante properties of coffee melanoidins. *Journal of agricultural and Food Chemistry*. 22:6527-6533.
- Breinholt, Schimerlik, Dashwood, Bailey. (1995). Mechanisms of Chlorophyllin Anticarcinogenesis against Aflatoxin B1: Complex Formation with the Carcinogen. *Chem. Res. Toxicol.* 506-514.
- González-Aguilar G A, C Y Wang, G J Buta, D T Krizek (2001) Use of UV-C irradiation to prevent decay and maintain postharvest quality of ripe 'Tommy Atkins' mangoes. *Internatl. J. Food Sci. Technol.* 36:767-773.
- Ibarzabal, U. (2006). Tecnología de la IV Gama: Hortalizas de los nuevos tiempos. *Revista Agropesquera* 75: 42-47.
- Jansen, M. A., Gaba, V. y Greenberg, B. (1998). Higher plants and UV-B radiation: Balancing damage, repair and acclimation. *Trends Plant Sci.* 4, 131-135.
- Jeffrey S.W. y Humphrey, G.F. (1975). New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol. Pflanzen*. 167:191-194.

- Lemoine, L., Civello, M., Chaves, R. y Martínez., A. 2010. Influence of a combined hot air and UV-C treatment on quality parameters of fresh-cut broccoli florets at 0°C. *International Journal of Food Science and Technology* 45:1212–1218.
- Manzoco, L., Da-Pieve, S., Bertolini, A., Bartolomeoli, I., Maifreni, M., Vianello, A. y Nicoli, M. C. 2011. Surface decontamination of fresh-cut apple by UV-C light exposure: Effects on structure, color and sensory properties. *Postharvest Biology and Technology*. 61(2-3):165– 171.
- Ramos-García, M.L., Bautista-Baños S., Barrera-Necha, L.L., Bosquez-Molina E., Alia-Tejagal I., Estrada-Carrilo M. (2010) Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortifrutícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 1(28): 44-57
- SAGARPA. (20 de JUNIO de 2018). Gobierno Mexicano. [Online] <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/hierba-olorosa-y-sabrosa-es-el-epazote?idiom=es>
- Secretaría de Salud (02 de Octubre de 2015). Plata coloidal, características, peligros y aplicación. Gobierno Mexicano, obtenido de <https://www.gob.mx/salud/articulos/plata-coloidal-caracteristicas-peligros-y-aplicacion>
- Secretaría de Salud (1994). NOM-110-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico. Norma Oficial Mexicana. México.
- Secretaría de Salud (1994). NOM-113-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Métodos para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Norma Oficial Mexicana. México.
- Secretaría de Salud. (1994). NOM-092-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa. Norma Oficial Mexicana. México.
- Singleton, V.L.R. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidant by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, 152-178.
- Vega, M. J. (2005). Determinación de bacterias de origen fecal en hortalizas cultivadas en Xochimilco de octubre de 2003 a marzo de 2004. Ciudad de México, México.

RENDIMIENTO DE MAÍZ DE TEMPORAL Y SU RELACIÓN CON LA PRECIPITACIÓN EN GUANAJUATO

Miriam M. Bravo Monjaraz¹; Marlen Cuevas Vázquez^{1§}; Ricardo Yáñez López²; Daniel Mercado Rodríguez ²;
Luis P. Guevara Acevedo²; Antonio Vásquez ortega²

Tecnológico Nacional de México / I T Roque: ¹Estudiantes de ingeniería, ²Docente.
Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Roque, C. P. 38110, Celaya, Guanajuato, México.

§Autor responsable: marlencuevas.2011@hotmail.com

RESUMEN

De acuerdo a las estadísticas de producción de maíz bajo temporal, los municipios de Guanajuato presentan variaciones importantes en el rendimiento por hectárea. Analizando la información de estadísticas de producción en condiciones de secano, los datos indican que el promedio del rendimiento es de 1.33 ton/ha, con variaciones de 0.9 ton/ha por debajo y por arriba del promedio. Así mismo, en cuanto a precipitación, los datos indican que en promedio en Guanajuato llueven 616 mm al año. Mientras que en el ciclo primavera verano en promedio se reciben 575 mm de lluvia y durante el periodo de la sequía intraestival o la Canícula apenas 133 mm. Mediante el análisis de la precipitación y los rendimientos promedios por municipio se estimaron modelos de regresión lineal que expliquen el comportamiento de los datos. Los modelos de regresión lineal son de gran utilidad ya que nos brindan evidencias sobre el comportamiento del fenómeno y nos muestra que en el caso del maíz de temporal y su precipitación en el estado es fuertemente afectado por la cantidad de lluvia en el ciclo de producción pero esta puede variar dependiendo de la región en la que se establezca aun en distancias relativamente cortas. Derivado de lo anterior, se obtuvieron siete modelos lineales los cuales muestran buen ajuste.

Palabras claves: Rendimiento de maíz, análisis de precipitación, secano.

ABSTRACT

According to the statistics of maize under raining season, the municipalities of Guanajuato have significant variations in yield per hectare. Analyzing the information of production statistics under rainfed conditions, the data indicate that the average yield is 1.33 ton/ha, with variations of 0.9 ton/ha below and above the average. Likewise, the average rain data is 616 mm per year in Guanajuato. While in the spring summer cycle fall in average 575 mm, and during the period of Canicula 133 mm. By analyzing rainfall and average yields per municipality, linear regression models were estimated to explain the data. Linear regression models are very useful because they give us evidence on the behavior of the phenomenon and shows that in the case of the maize of temporal and its precipitation in the State is strongly affected by the amount of rainfall in the production cycle but this may vary depending on the region, in which it is established even in relatively short distances. Derived from the above, seven linear models were obtained which show good fit.

Keywords: Corn yield, analysis of precipitation, raining season.

INTRODUCCIÓN

En México, el 80 % del área agrícola se cultiva en condiciones de secano o temporal, este sistema de producción en general presenta una alta variabilidad, condición que de manera regular causa problemas en la producción agrícola. El temporal es un sistema de producción que se caracteriza por el alto grado de vulnerabilidad debido a lo errático del clima, la variabilidad en la cantidad y distribución de la lluvia y eventos aislados con periodos largos que afectan significativamente el rendimiento y la calidad de las cosechas (López, 2006).

La agricultura de secano o temporal se destaca porque la principal fuente de humedad que puede ser aprovechada para la producción es la precipitación durante el ciclo agrícola. En este tipo de agricultura se persigue que la máxima cantidad de agua penetre al suelo, se retenga y esté disponible para la planta, sin interferir en el funcionamiento del cultivo, ni causar problemas de erosión. En estas condiciones, la eficiencia en el uso del agua y el rendimiento de grano se podrían incrementar, identificando los principales factores que determinan la adaptación a la sequía, otros factores físicos y bióticos desfavorables (López, 2006).

El maíz y frijol por ser productos de la canasta básica son los cultivos que se siembran en áreas extensas en Guanajuato. En el estado se siembra frijol en alrededor de 75,000 ha, la mayor parte en siembras de temporal durante el verano (Acosta Gallegos, 2018). En cuanto a maíz, la superficie sembrada en Guanajuato representó 4.96% de la total nacional; con 106,694 ha bajo riego y 276,560 ha en temporal (Guzmán et. Al., 2011).

En la entidad los principales factores que limitan su producción son la disponibilidad de humedad, plagas, malezas y enfermedades. En las zonas productoras bajo temporal en Guanajuato, existe irregularidad en las precipitaciones, lo que ocasiona largos periodos de sequía (Acosta Gallegos, 2018). Cuantificar la variación debido a la precipitación es necesaria para conocer el efecto de la lluvia sobre los rendimientos de maíz que de acuerdo a diversos investigadores varia año con año y de región en región. Con base a lo planteado anteriormente el objetivo de este trabajo es relacionar los rendimientos de maíz en condiciones de secano con las precipitaciones y cuantificar el efecto en el rendimiento. Con lo Anterior determinar el modelo lineal que representa la relación del rendimiento de maíz y la lluvia en distintas zonas del estado.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Instituto Tecnológico de Roque, ubicado en los 20.579444° latitud norte y -100.82500° longitud este con altura de 1760 metros sobre nivel del mar. El trabajo consistió en tres etapas: 1) recabar estadísticas de producción de maíz de los municipios de Guanajuato; 2) Recabar información de la precipitación en el periodo de cultivo; 3) Correlacionar la información de rendimientos y precipitación para formular el modelo de regresión lineal que describe el comportamiento de los datos.

Estadísticas de producción de maíz.

El Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) dependencia de Gobierno Federal tiene a disposición información estadística de los cultivos en México desde al año 1980, sin embargo, a nivel municipal solo a partir del año 2003 se cuenta con información a este nivel de resolución. Con base a lo anterior del Anuario Estadístico de la Producción Agrícola se obtuvieron los rendimientos de maíz de los municipios de Irapuato, Celaya, Pénjamo, Acámbaro, Salamanca, y Apaseo el Alto. Registros de precipitación en Guanajuato. En los municipios con estadísticas de maíz se identificaron las estaciones meteorológicas tanto del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CNA) como de Fundación Guanajuato Produce. Solo los años con datos completos fueron utilizados para calcular la precipitación acumulada en el año, precipitación acumulada en el ciclo del cultivo (P-V) y la precipitación en el periodo de la canícula.

$$PA = \sum_{n=1;135;195}^{365;240} (\text{Precipitación diaria})$$

Donde

PA=Precipitación acumulada

Correlación de rendimientos y precipitación. A los rendimientos a nivel municipal se les calculo el coeficiente de correlación a los tres periodos de precipitación acumulada evaluados y con ello identificar cual mostraba mejor ajuste para la construcción de un modelo de regresión lineal de acuerdo a la metodología de Ortiz (1974).

Para representar los distintos climas del estado se incluyeron los municipios de Irapuato, Celaya, Pénjamo, Acámbaro, Salamanca, y Apaseo el Alto; Con los datos de rendimiento y la lluvia acumulada en el periodo de estudio se calculó el modelo de regresión lineal que explica el comportamiento de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Guanajuato se cuenta con estadísticas de producción desde 1980, de acuerdo a esta información el maíz bajo temporal ha presentado variaciones importantes en cuanto al rendimiento obtenido por hectárea. Los datos indican que el promedio del rendimiento es de 1.33 ton/ha, con variaciones de 0.9 ton/ha por debajo y por arriba del promedio. En cuanto a precipitación, los datos indican que en el promedio en Guanajuato llueven 616 mm al año. Así mismo, en el ciclo primavera verano en promedio se reciben 575 mm y en la Canícula 133 mm (Figura 1a y ab).

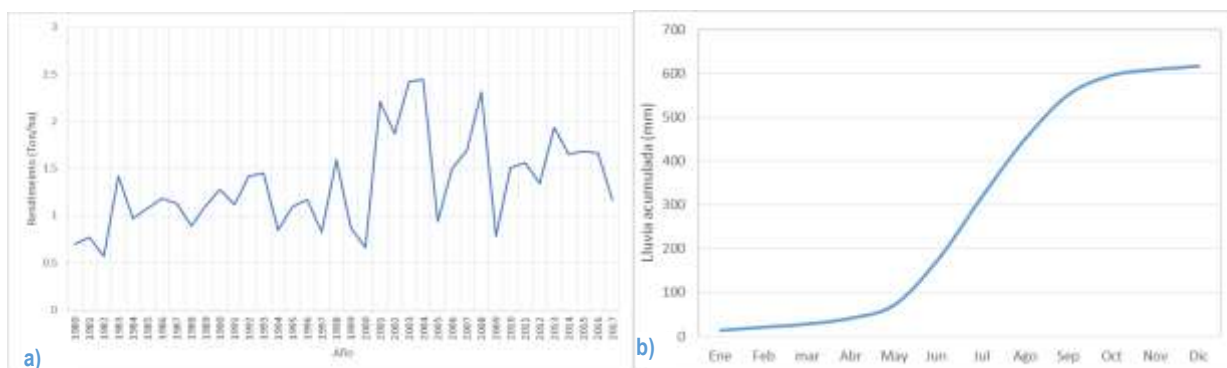


Figura 1. Estadísticas de producción y precipitación. a) Rendimiento de maíz a nivel estatal y b) Precipitación acumulada en el estado de Guanajuato. Los datos son el promedio de las observaciones de años y lugares del estado.

Los resultados obtenidos indican que la variable de Lluvia en el ciclo de cultivo fue la que presentó mejor coeficiente de correlación, le siguió lluvia acumulada en el año y finalmente lluvia acumulada en el periodo de canícula. En todos los casos se observa una relación directamente proporcional entre el rendimiento y la lluvia acumulada en el ciclo de cultivo. No obstante a lo anterior, podemos observar que la inclinación en la línea de la recta y el valor de la ordenada al origen cambia con el municipio, lo que nos indica que para cada sitio es necesario un modelo distinto para el cálculo de la variable dependiente.

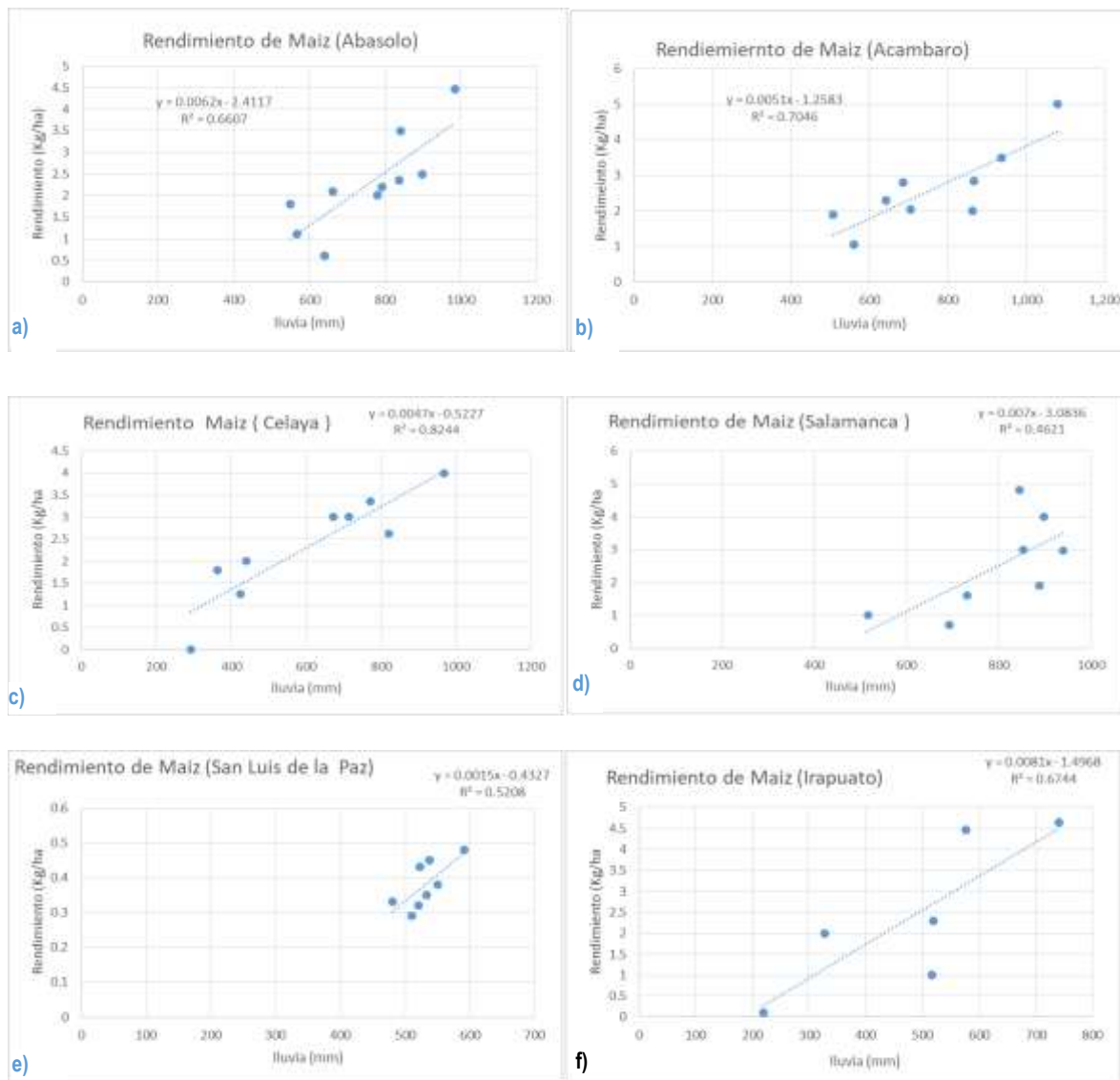
Si relacionamos lo que los modelos lineales generados con lo que observamos en campo podemos explicar que cuando la precipitación pluvial insuficiente en cultivos de temporal por un período determinado de tiempo esto causara daños en forma separada o conjunta: raquitismo, achaparramiento, enrollamiento, deshidratación, marchitez permanente, secamiento parcial o total de los órganos reproductores, polinización irregular, afectación

en la formación del embrión, desecación de los frutos o muerte de la planta. Causando bajos o nulos rendimientos que ahora se está en posibilidad de calcular con las ecuaciones generadas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Municipio y estación con los resultados de los coeficientes del modelo de regresión lineal que explica el comportamiento de los datos.

Estación	Municipio	a	b	r ²	Lluvia 1 ton
11001	Abasolo	-2.4117	0.0062	0.6607	550.2
11002	Acámbaro	-1.2583	0.0051	0.7046	442.8
11009	Celaya	-0.5227	0.0047	0.8244	323.9
11052	Salamanca	-3.0836	0.007	0.4621	583.3
11068	San Luis de la Paz	-0.4327	0.0015	0.5208	955.1
11106	Irapuato	-1.4968	0.0081	0.6744	308.2
11005	Apaseo el Grande	-1.3338	0.0037	0.629	630.7

Para cada sitio incluido en el estudio observamos un comportamiento distinto, esto lo podemos comprobar si deseamos conocer cuál sería la lluvia necesaria para obtener una tonelada de rendimiento de grano. Encontramos que para Irapuato se requiere 308 mm de lluvia mientras que para San Luis de la Paz donde las condiciones de producción son las más difíciles se requerirían 955 mm (Figura 3; Cuadro 1).



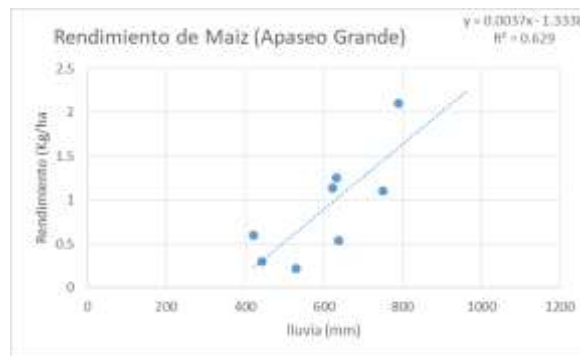


Figura 2. Gráficos de Lluvia y rendimiento en municipios de Guanajuato. Los datos de rendimiento son con base en los datos publicados por el SIAP; la lluvia acumulada de los registro publicados por SMN en el ciclo del cultivo.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con la clasificación de Heafner 2005, los modelos matemáticos se pueden clasificar en estáticos y dinámicos, los modelos aquí desarrollados corresponden al primer tipo. Los modelos estáticos son rígidos por que solo pueden ser aplicados para las condiciones donde se desarrollaron lo que limita su uso, por lo que es necesario que año con año se actualice la información de las variables para ajustar su comportamiento.

En el estudio se incluyeron regiones de pequeña escala donde se observan diferencias en el comportamiento de la variable de respuesta debido a la lluvia, ya que la precipitación es una de las variables meteorológicas con mayor irregularidad en tiempo y espacio.

Aunque con la mayoría de los casos se observa un buen ajuste en el indicador de r^2 los modelos están limitados ya que se observan condiciones que en la realidad no son del todo creíbles, tal es el caso de San Luis de la Paz donde el valor de lluvia es demasiado alto para la obtención de una tonelada de grano. Los modelos de regresión lineal son útiles porque nos dan evidencia del comportamiento del fenómeno y en el caso de rendimiento de maíz de temporal y su relación con la precipitación en Guanajuato nos muestran que el temporal está fuertemente afectado por la cantidad de lluvia en el ciclo de producción pero que varía de región en región aun con distancias relativamente cortas.

AGRADECIMIENTOS

Al TECNM por el financiamiento del proyecto: "Modelado de las interacciones genotipo ambiente de maíz bajo escenario actual y de cambio Climático".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Gallegos, J. A. (2018). Variedades de frijol y producción de semilla en Guanajuato. Celaya.
- Guzman Soria, E., Rebollar Rebollar, S., Hernandez Hernandez, J., & García Salazar, A. (2011). La oferta de maíz grano en Guanajuato, México: 1980-2009. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 857-866.
- Lopez Castañeda, C. (2006). Rendimiento en maíz y frijol en la agricultura de secano en México.
- Ortiz Solorio, C.A. (1974) Evaluación de tierras según su producción de Maíz en el Área de Influencia de Chapingo. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México.

DETECCIÓN DE MODIFICACIONES EN LA DURACIÓN EN EL PERÍODO HÚMEDO EN GUANAJUATO UTILIZANDO DATOS HISTÓRICOS DE CLIMA

María J. Sánchez Mejía¹; Jaqueline Cuevas Vázquez^{1§}; Ricardo Yáñez López²; Antonio Vásquez Ortega²;
Hugo C. Cisneros López²; Alejandro Hernández Zazueta²

¹Estudiantes de Agronomía, Tecnológico Nacional de México / I T Roque;

²Docente, Tecnológico Nacional de México / I T Roque. Km 67 Carretera. Juventino Rosas, Roque, Celaya,
Guanajuato, Mx. C.P 38110,

[§]Autor responsable: jaqui_cuevas1020@hotmail.com

RESUMEN

Se construyó un modelo de Humedad Residual para evaluar el comportamiento del periodo húmedo y conocer, la cantidad de agua disponible o periodo de crecimiento que permita el desarrollo y rendimiento del cultivo en las distintas zonas del estado. El modelo consta de 18 variables auxiliares, una variable de nivel y dos tasas. Para su ejecución el modelo se alimenta de variables exógenas las cuales son proporcionadas por datos meteorológicos de 122 estaciones de CNA con series históricas de al menos 20 años. Mediante la construcción de histogramas de frecuencia en los periodos de 1964 a 1999 y 2000 a 2015 se encontró que el 81.94% de las estaciones muestran variaciones en distribuciones de frecuencia notándose una reducción en la duración del periodo de crecimiento mientras que el 18.055% no mostraron diferencia.

Palabras clave: Humedad residual, frecuencia relativa, estación de crecimiento, secano.

ABSTRACT

The model was built of the residual humidity to evaluate the behavior of the wet period and known the amount of water available or growth period that allow the development and crop yield in different areas of the state. The model consists of two rates, one level variable and 18 auxiliary variables. For its execution the model needs to be fed by exogenous variables provided by 122 CAN terrestrial stations meteorological data with historical series from at least 20 years. Through the construction of frequency histograms in the periods between 1964 to 2000 and 2000 to 2015 it was found that 81.94% of the stations shown variations in frequency distributions, noticing a reduction in the duration of the growth period while 18.055% showed any difference.

Keywords: Residual humidity, relative frequency, growth station, upland.

INTRODUCCIÓN

En Guanajuato la superficie agrícola es de 1,470, 000.00 ha, de las cuales 850,000.00 son de secano, en estas, es común que la productividad tenga los rendimientos más bajos con un alto índice de siniestro; debido principalmente a la disponibilidad de humedad. La variabilidad que tiene la lluvia en tiempo y espacio incrementa el grado de vulnerabilidad de las microrregiones. Para caracterizar o delimitar las regiones de acuerdo a su aptitud climática y por ende su productividad agrícola se puede realizar con el seguimiento en la dinámica de humedad mediante un balance hídrico con modelos matemáticos, (Ming, 2003).

FAO (1997) Propone la utilización de indicadores como la Humedad Residual para conocer la disponibilidad de humedad y su temporalidad mediante el uso de información meteorológica. El periodo de crecimiento se define como la época del año en la que las condiciones de humedad y temperaturas son idóneas para la producción del cultivo, estos parámetros son útiles para conocer el periodo en el cual hay humedad disponible para las plantas y puedan desarrollarse.

La determinación del comienzo del periodo de crecimiento se basa en el inicio de la estación lluviosa. En ausencia de reservas de humedad del suelo, la siembra, la germinación de la semilla y el crecimiento de los cultivos están en función de la cantidad y de la distribución de estas primeras lluvias (Arteaga-Ramírez et al., 2006).

La duración del periodo de crecimiento es el tiempo durante el cual las temperaturas permiten un crecimiento del cultivo y la precipitación más la humedad almacenada en el perfil del suelo supera la mitad de la evapotranspiración potencial. Así entonces, el periodo de crecimiento se puede interrumpir por un periodo seco o por temperaturas frías. Mediante el cálculo de periodos de crecimiento se puede realizar la planeación de políticas públicas que permitan una conversión que busque la adaptación de los sistemas de producción a la variabilidad climática. Es por lo anterior que el objetivo del trabajo es caracterizar la duración en el período húmedo y las posibles variaciones en los años recientes mediante la utilización de datos históricos del clima.

MATERIALES Y METODOS

El presente proyecto se llevó acabo en el Tecnológico de Roque, ubicado en 20.579444° latitud norte y -100.82500° longitud este con altura de 1760 metros sobre nivel del mar. La construcción del modelo se realizó utilizando el Software Vensim®. La metodología utilizada para la construcción del modelo fue la propuesta por Rabbinge (1989), y tomando como base la Guía general para la Zonificación Agro-ecológica del Servicio de Recursos, Manejo y Conservación de suelos Dirección de Fomento de Tierras y Aguas de la FAO.

Estimación del periodo de crecimiento por disponibilidad de humedad

El período o estación de crecimiento (PC), se define como el lapso durante el año en el que existen condiciones favorables de humedad y temperatura para el desarrollo de los cultivos (FAO, 1978 y 1981). El método original de la FAO para el cálculo del periodo de crecimiento es un balance de humedad en el que intervienen la Precipitación (P), la Evapotranspiración Potencial (ETP), y la Temperatura (T).

Se le llama Evaporación potencial (EV) a la cantidad de vapor de agua que puede ser emitida desde una superficie libre con agua; la Transpiración, es la pérdida de agua liberada hacia la atmósfera a través de los estomas de las plantas; la Evapotranspiración (ET), es la suma de las cantidades de agua evaporada desde el suelo y transpirada por las plantas; y la Evapotranspiración potencial (ETP) es la máxima cantidad de agua que puede ser perdida por una capa continua de vegetación que cubra todo el terreno.

Se han propuesto varios métodos de estimación de la ETP, sin embargo, el método a utilizar depende principalmente de la información disponible. Uno de los métodos más completos es el de Penman, el cual se ha utilizado como referencia para otros. La fórmula más sencilla para estimar la ETP es la propuesta por García Benavides (1979), a partir de la evaporación (EV) como sigue: $ETP = EV * 0.8$.

Metodológicamente, el periodo de crecimiento es el número de días durante el año en el cual la P excede a la mitad de la ETP. Cuando la P rebasa el total de la ETP, se genera un exceso de humedad que alarga el PC. El periodo de crecimiento por disponibilidad de humedad puede calcularse a partir de datos promedio o de un año en particular. Cuando se dispone de datos de una serie de años, es posible calcularlo en términos de probabilidad.

Inicio del período de crecimiento. Está basado en el inicio del período de lluvias, y se define como el tiempo cuando $P = 0.5 * ETP$, considerándose que esta cantidad de agua es suficiente para la germinación de semillas de diferentes cultivos.

Período húmedo

Es el intervalo de tiempo en el cual la P es mayor a la ETP. Cuando existe un período húmedo, no solamente se satisfacen las demandas de evapotranspiración de los cultivos a una cobertura máxima, sino también el déficit de humedad en el perfil del suelo; pero no siempre el inicio del período húmedo coincide con el del período de crecimiento. El período de lluvias termina cuando $P = 0.5 * ETP$ por última vez.

Fin del período de crecimiento

Cuando no existe período húmedo, el fin del período de crecimiento coincide con el fin de la estación lluviosa. Cuando existe período húmedo, como en el ejemplo de la Figura 5, el PC va más allá del fin de la estación lluviosa, ya que los cultivos frecuentemente completan su ciclo con las reservas de humedad almacenadas en el perfil del suelo.

Análisis de resultados

Para caracterizar el comportamiento del periodo de crecimiento o húmedo en el estado, Se simularon 122 estaciones de CNA con series de históricas de amenos 20 años, con los resultados se construyeron histogramas de frecuencia en los periodos de 1960 a 1999 y 2000 a 2017. Las variables evaluadas en el estudio fueron duración del periodo húmedo y el inicio de estación de crecimiento o inicio de temporal. Con esta información de identificaron las estaciones con modificaciones en los comportamientos comparando ambos periodos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo estima la dinámica de la humedad residual utilizando variables climáticas; con los resultados de las salidas del modelo se estimó el PC e inicio de temporal o temporada idónea para establecer un cultivo, esto se calculó para las 122 estaciones meteorológicas en el estado. Su estructura consta de 18 variables auxiliares una variable de nivel y dos tasas. Para su ejecución el modelo se alimenta de variables exógenas las cuales son proporcionadas por datos meteorológicos.

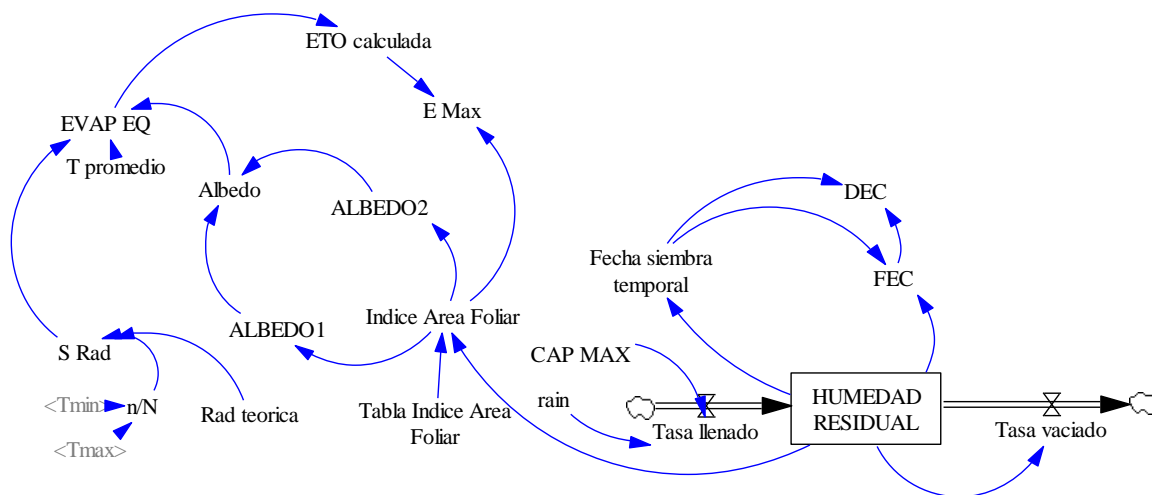
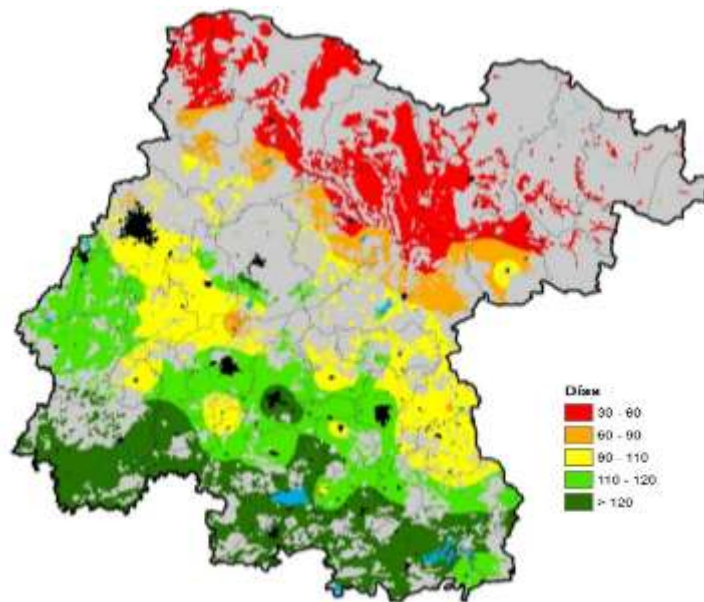


Figura 1. Diagrama del modelo de Humedad residual. ETO: Evapotranspiración; EVAP EQ: Evaporación de referencia; RAD: Radiación DEC: duración de la estación de crecimiento; FEC: final de estación de crecimiento; CAP MAX: Capacidad Máxima.

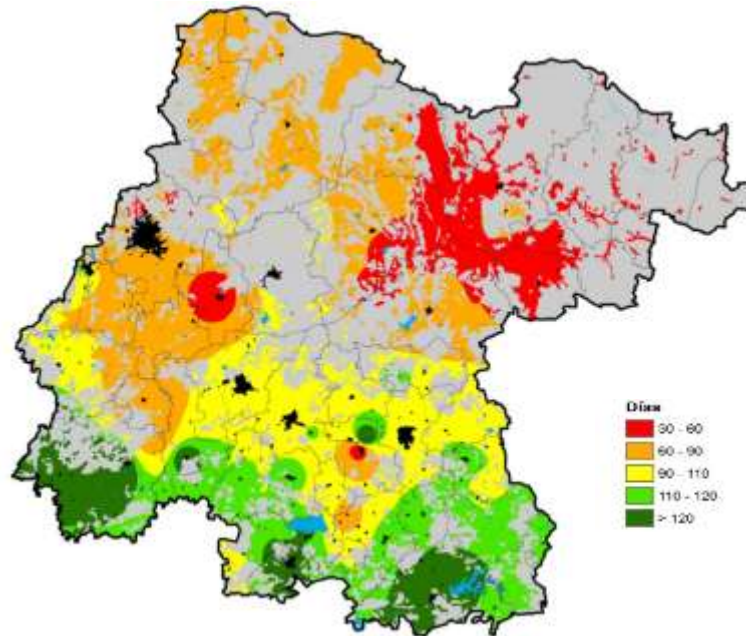
Los resultados encontrados muestran que el 81 por ciento de las estaciones presentan diferencias en el PC e inicio de temporal, lo que indica que en los últimos años se han registrado modificaciones en los patrones climáticos, que como resultado podrían estar afectando la agricultura de temporal.

De manera espacial se observa que los resultados muestran variaciones; hasta antes del año 2000, en los municipios del sur del estado prevalecían duraciones de más de 120 días de PC, mientras que en los últimos años se observan reduciéndose hasta en 30 días en algunas zonas del sur del estado. Extensas áreas del centro que comúnmente presentaban de 110 a 120 días de PC se redujeron de 90 a 110 días. En este mismo sentido, la zona poniente del estado se ve afectada con una reducción de 110 a 60 días (Figura 2).

El norte del estado de Guanajuato es una región que de manera regular presenta PC cortos, resultado de la baja disponibilidad de lluvia que en promedio apenas alcanza los 400 mm, sin embargo esta condición se agrava con los suelos degradados y poco fértiles que caracterizan esta zona del Estado, donde su PC apenas alcanza de 30 a 60 días y en los mejores años los 60 a 90 días; bajo esta condición no es posible que el maíz e incluso el frijol puedan llegar a cosecha. Lo anterior coincide con las estadísticas que el SIAP reporta para los municipios de esta zona, donde los siniestros se presentan de manera regular. De acuerdo con el SIAP, esta zona presenta los rendimientos más bajos del estado con valores de apenas 400 kg/ha en el caso de frijol y 500 kg en el caso de maíz.



a) 1964-1999



b) 2000-2013

Figura 2. Periodo de crecimiento o húmedo en los periodos a) 1964-1999, b) 2000-2015. Los datos son resultado de la interpolación de la probabilidad de excedencia al 80%.

En la figura 3. Se presentan los histogramas de frecuencia con los resultados de PC y el inicio de temporal en cuatro estaciones meteorológicas. Esta imagen muestra evidencia de la reducción del PC del periodo 2000 a 2015 en casi el 50% de los años, colocando el PC en alrededor de los 60 días, condición que ha hecho difícil la producción de maíz y frijol, lo anterior coincide con las estadísticas oficiales del SIAP. Para el inicio de temporal se observa que en algunos casos parece adelantarse, condición que también dificulta la producción agrícola, ya que esta condición causa que la etapa de floración de los cultivos coincida con la sequía intraestival o canícula afectando la etapa reproductiva y finalmente el rendimiento.

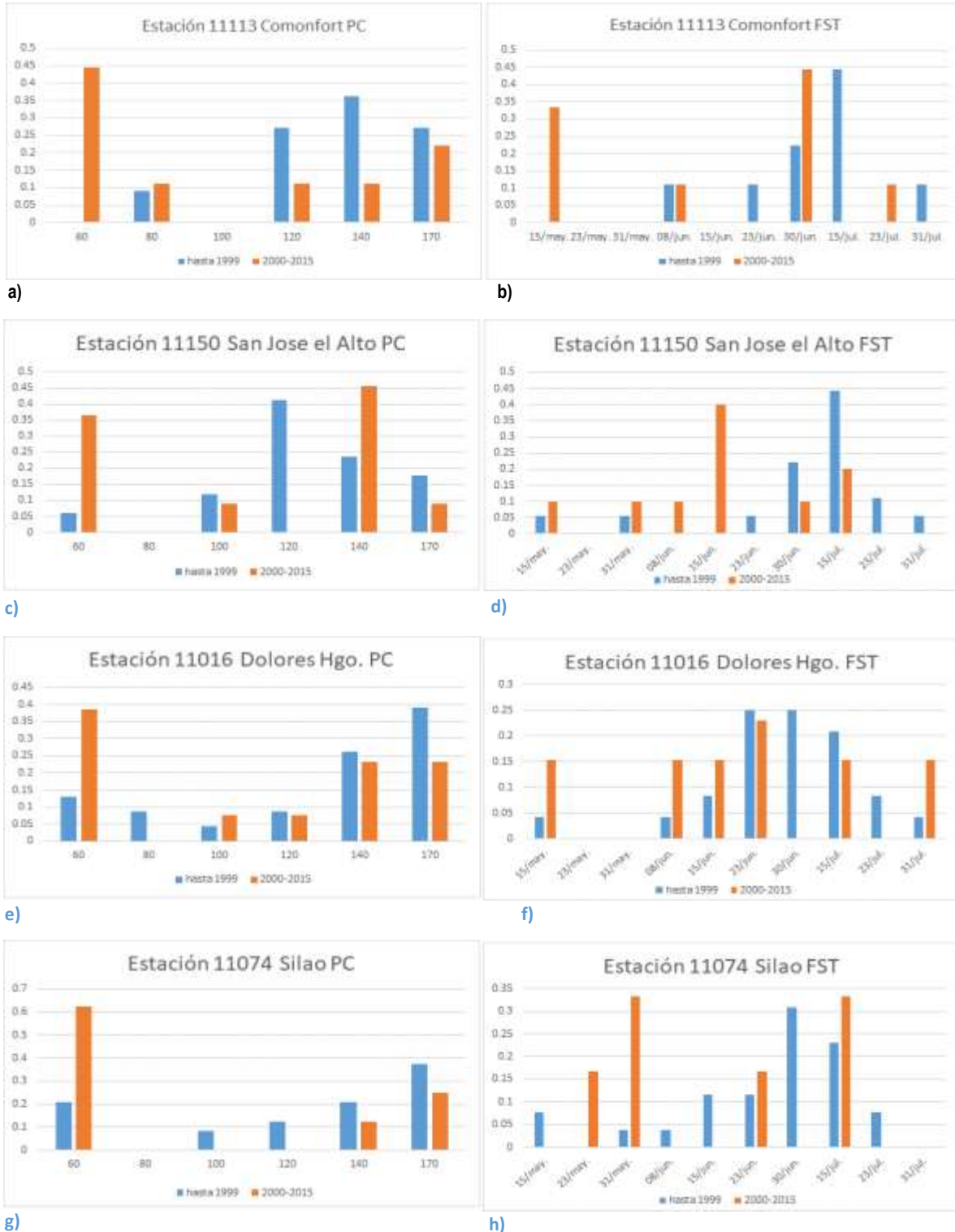


Figura 3. Histograma de frecuencia de la duración del periodo crítico o periodo húmedo en estaciones de los municipios de a) Comonfort, c) Abasolo, e) Dolores Hidalgo y g) Silao. Inicio de temporal (FST) cuando humedad residual alcanza 50 mm de humedad residual en los municipios de b) Comonfort, d) Abasolo, f) Dolores Hidalgo y h) Silao.

CONCLUSIONES

Para la evaluación de los efectos de Cambio climático en la agricultura se requiere de la generación de índices agronómicos que permitan cuantificar el efecto que está teniendo en la agricultura. No solo debemos quedarnos en el hecho general de que el cambio climático modificara las temperaturas promedio. Por lo anterior algunas herramientas que pueden permitir realizar esta evaluación son los modelos dinámicos.

La información histórica que registran las estaciones meteorológicas ya muestra evidencia debido a los efectos de cambio climático, condición que se ve reflejada en la agricultura de temporal y podemos identificarla mediante el uso de indicadores como la humedad residual en la agricultura de temporal.

Se requiere de la realización de estudios mediante modelos de cultivos para cuantificar el efecto en la producción agrícola para los cultivos de temporal.

AGRADECIMIENTOS

Al TECNM por el financiamiento del proyecto: "Modelado de las interacciones genotipo ambiente de maíz bajo escenario actual y de cambio Climático".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antoine, J. v. (1994). FAO-ISRIC-CSIC Soil Database. Rome: Multilingual Version.
- Arteaga Ramirez, R. y. (1996). Variabilidad temporal y espacial de la lluvia y de la Estacion de Crecimiento. Chapingo, Mexico, pp. 91-125: fundacion Rockefeller.
- BURCIAGA, M. O. (2014). Estacio de Crecimiento Disponible para los Cultivos. SAGARPA, 7-30.
- C., H. F. (1998). estimacion de la humedad del suelo para cultivos de temporal. redalyc.org, 200-2015.
- FAO. (1985). Evaluacion de tierras para la agrigultura . Rome.
- Ming, L. (2003). Simplified Discrete-Event Simulation Approach for Construction Simulation. Journal of Constrction Engineering and Management ASCE, 537.
- Rabbinge, R. W. (1989). Simulation and systems management in crop protection. Simulation Monograpphi, 3-9.

PURIFICACIÓN DE INHIBIDORES DE PROTEASAS EN SEMILLAS DE CHAN (*Hyptis suaveolens* L.) VARIEDAD BLANCA

Rosario M. Hernández Bárcenas¹; Juan G. Ramírez Pimentel¹; Violeta Herrera Enciso¹;
Cesar L. Aguirre Mancilla^{1§}

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque, Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas,
Celaya, Guanajuato, México.

[§]Autor responsable: ceaguirre@itroque.edu.mx

RESUMEN

En la presente investigación se detectó la presencia de inhibidores de proteasas en la semilla de chan (*Hyptis suaveolens* L.) variedad blanca para su utilización en tratamientos médicos y/o biotecnológicos. El procedimiento consiste en deslipidizar la harina con una mezcla de cloroformo-metanol (2:1), posteriormente la extracción de proteínas de la fracción albumina con la actividad inhibitoria se obtuvo con agua destilada en una proporción 1:20 (p/v). Una vez obtenido el extracto proteico se sometió a una precipitación con sulfato de amonio al 70%, el método de exclusión molecular se vio empleado con la finalidad de purificar el inhibidor de proteasas, después de un proceso de desalinización, se cuantificó proteína por el método Bradford en el cual se obtuvo 1.015 mg P/mL para extracto crudo, 2.974 mg P/mL en precipitación con sulfato de amonio y 0.904 mg P/mL exclusión molecular. Se registró la actividad inhibitoria total y específica en donde la exclusión molecular mostro resultados de 2413 UI/mL y 2669 UI/mg P respectivamente, también se obtuvieron los patrones electroforéticos en geles de poliacrilamida al 10% para determinar el peso molecular del inhibidor el cual fue de 8.9 KDa y se emplearon zimogramas para corroborar la presencia del inhibidor de proteasas.

Palabras clave: Inhibidores de proteasas, semillas, precipitación de proteínas, purificación de proteínas.

SUMMARY

In the present investigation, the presence of protease inhibitors was detected in Chan seed (*Hyptis suaveolens* L.) white variety for use in medical and / or biotechnological treatments. The procedure consists of delipidizing the flour with a mixture of chloroform-methanol (2: 1), then the extraction of protein from the albumin fraction with the inhibitory activity was obtained with distilled water in a ratio 1:20 (w / v). Once the protein extract was obtained, it was subjected to a precipitation with 70% ammonium sulphate, the molecular exclusion method was used for the purpose of purifying the protease inhibitor, after a desalination process, protein was quantified by the method Bradford in which 1015 mg P / mL was obtained for crude extract, 2.974 mg P / mL in ammonium sulfate precipitation and 0.904 mg P / mL molecular exclusion. The total and specific inhibitory activity was recorded, where the molecular exclusion showed results of 2413 IU / mL and 2669 IU / mg P, respectively. Electrophoretic patterns were also obtained in 10% polyacrylamide gels to determine the molecular weight of the inhibitor which was 8.9 KDa and zymograms were used to corroborate the presence of the protease inhibitor.

Keywords: Protease inhibitors, seeds, protein precipitation, protein purification.

INTRODUCCIÓN

El género *Hyptis* tiene cerca de 400 especies en todo el mundo siendo Sudamérica quien concentra la mayor diversidad de especies, principalmente en el norte de Brasil. Pertenece a la familia Lamiaceae. En México esta familia comprende 26 géneros y aproximadamente 512 especies, siendo las más abundantes la *Salvia polystachya* (chía, tepechía o chinetlacolo), *Salvia hispánica* de la que se produce la chía comercial e *Hyptis suaveolens* (Vázquez Galindo, Madrigal Ambríz, Rodríguez Pérez, & Gaitan Hinojosa, 2010). La especie *Hyptis suaveolens* fue descrita por Linneo Poit y publicado en *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*, en el año 1806. También es conocida como chía gorda, chía grande, chía de Colima (Ayerza & Coates, 2006), otros nombres en lenguas indígenas son La-pil (Chontal, Oaxaca), xol-té xnuuk (Maya, Yucatán). Xóotle'xnuuk (Maya) (Vibrans, 2011). Los inhibidores de proteasas contribuyen a la defensa contra insectos, al bloquear la síntesis de proteasas intestinales en los insectos, frenando el crecimiento en estos y provocando la muerte por ayuno. Los principales problemas de la agricultura intensiva, salud pública y seguridad alimentaria están relacionados con el uso de agroquímicos lo cual ha llevado a la búsqueda de nuevas alternativas para tratar plagas y enfermedades. El uso de agroquímicos es considerado uno de los costos más grandes para los campesinos de país. El uso de estos productos a tenido un incremento de 5 veces en la última década y esto representa el 50% de la estructura de costos de producción (Arteaga, 2014). En la agricultura se han estudiado los inhibidores de proteasas para encontrar soluciones a problemas, como la pérdida de cultivos por ataque de plagas, reducción en la utilización de compuestos sintéticos para el control de estas. Por lo cual es necesario el uso de herramientas de ingeniería genética para transferir genes de especies resistentes a otras no resistentes o la sobreexpresión de estos genes, otorgando a cultivos vulnerables la posibilidad de resistir plagas que normalmente podrían dañarlas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la obtención de la harina se pesó 20 g de semillas de chan blanco, se procedió a moler 6 veces el lapsos de 15 s en molino de aspas marca Kika Werke M20 modelo M2053 dejado un reposo de 30 s entre cada proceso de molienda. Para obtener una harina más fina, se procedió a moler en un segundo molino para café durante 5 periodos de 15 s cada uno.

Deslipidizado de la harina

Se usó una solución de Cloroformo-Metanol en relación 2:1(v/v), para la deslipidización se usó una relación 5:1 (v/p) colocando en agitación magnética durante 30 min para su posterior filtración, esta etapa se realizó 3 veces, posteriormente la harina deslipidizada dejó secar a temperatura ambiente durante 24 horas.

Extracción de la fracción albumina

Se utilizó harina deslipidizada y agua fría a una relación 1:20 (p/v) colocando en agitación magnética durante 4 horas a 4°C, posteriormente se centrifugó durante 40 min a 18,000 rpm a 4°C y recuperó la fracción proteica denominada albumina, la cual contenía la actividad inhibitoria.

Precipitación de proteínas utilizando $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Se realizó precipitación con $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ de 0 a 70% de saturación a 0°C, la adición de la sal se realizó de manera paulatina durando este proceso 120 min, se realizó centrifugando a 18,000 rpm durante 30 min a 4°C, trabajando con la fase soluble y recuperando el precipitado con 3 ml de agua destilada y almacenándolo a 4°C hasta su posterior utilización.

Desalinización mediante proceso de diálisis

Para la diálisis se utilizó membrana Dialysis Tubing Cellulose Membrane, tamaño 43 mm por 27 mm de SIGMA ALDRICH D9527-100FT, se realizaron cambios de agua cada 1.5 h, midiendo la conductividad eléctrica antes y

después de cada cambio de agua, el proceso finalizo cuando el agua de diálisis tuvo una conductividad eléctrica de 3 $\mu\text{S/cm}$ (72 h aproximadamente).

Exclusión molecular

Para la primer etapa de purificación se tomó 1 mL muestra obtenida del proceso de diálisis y se hizo pasar por una columna de filtración molecular en la cual se usó como fase estacionaria Sephacryl S200 (rango de separación 5-250 KDa, como fase móvil se usó Tris 50mM pH 7.5 sonificado, se recuperaron 150 fracciones en tubos ependorf de 1mL, las muestras fueron almacenadas a 4°C.

Cuantificación de proteína

El contenido de proteína fue determinado por el método de Bradford (1976), realizando lectura a 595 nm, como proteína estándar se utilizó albumina de suero bovino.

Patrones electroforéticos

La electroforesis proteica es un método de separación de proteínas mediante la aplicación de un campo eléctrico. Se usó el método de Schagger and Von Jagow (1987) con geles de poliacrilamida al 10%, en cámaras BIO-RAD aplicando un total de 50 μg de proteína, la muestra fue precipitada con cetona 1:3 (v/v) a -20°C durante 2 h, para posteriormente centrifugar a 13,000 rpm por 10 min, el sobrenadante se decantó y el precipitado se dejó a temperatura ambiente hasta la completa evaporación del solvente, se agregaron 20 μl de Buffer de muestra (SDS 4%, glicerol 12%, Tris 50 mM, β - mercaptoetanol 2%, azul G 0.01%, aforado en agua) pH 6.8. La muestra se corrió a 80 V y 20 mA durante 30 min, posteriormente a 100 V y 25 mA hasta que las proteínas bajara en su totalidad, posteriormente el gel de poliacrilamida fue sometido a una solución fijadora (metanol 50%, ácido acético 10%) durante 30 min en agitación, al término de este tiempo fue colocado en solución teñidora (azul G 0.025%, ácido acético 10%) durante 2 h bajo agitación y por último en solución desteñidora (ácido acético 10%) hasta la resolución de bandas por eliminación del exceso de colorante.

Zimograma

Para la detección de las posibles bandas de proteínas con actividad inhibitoria de proteasas se realizó una electroforesis con forme a la técnica de Schagger y von Jagow (1987) en geles de poliacrilamida al 10%. La fracciones obtenidasl fueron precipitadas con cetona 1:3 (v/v) durante dos horas a -20°C, posteriormente fueron centrifugadas 10 min a 13,000 rpm para después decantar, dejando secar el precipitado, las fracciones fueron resuspendidas en buffer de muestra sin agente reductor (β -mercaptoetanol). Después de la electroforesis el gel fue sumergido en una solución de tripsina 0.001 g/ml en 0.005 M de Tris-HCl pH 8 a 4°C por 30 min; posteriormente el gel fue incubado a 30°C por 120 min para la digestión de proteínas, después de la hidrólisis el gel se lavó con agua destilada, inmediatamente fue fijado y teñido en un solo paso siendo sumergido en una solución la cual contenía 40% etanol, 10% ácido acético y azul brillante de Coomassie al 0.1% por dos horas y se destiño en la misma solución sin colorante, donde las zonas oscuras sobre un fondo blanco indican la presencia de proteína con actividad inhibitoria de proteasas.

Actividad inhibitoria contra proteasas tipo tripsina

La actividad inhibitoria tipo Tripsina se realizó bajo el método de Erlan *et al.* (1961), fue monitoreada por la liberación de pNA (*p*-nitroanilida) 0.001 M y TrisHCl pH 8 a 405 nm. Para la muestra problema se utilizó Tris-HCl pH 8, Tripsina 1 mg/ml en agua acidificada con HCl a pH 3 incubando 15 min a 37°C agregando posteriormente BApNA (N-benzoil arginida-p-nitroanilida) como sustrato sintético 0.01 M en DMSO (Dimetilsulfóxido) tomando lectura cada 5 min a 405 nm durante 40 min.

Para los cálculos se utilizaron las fórmulas:

$$\frac{\text{UI}}{\text{mL}} = \frac{\text{abs. enzima} - \text{abs. inhibidor}}{0.01 \times \text{vol. inhibidor (mL)}}$$

$$\text{Act. Esp.} = \frac{\text{UI/mL}}{\text{mg/mL proteina}}$$

Dónde: UI (Actividad inhibitoria) es definida como el número de unidades de enzima inhibida.
Act. Esp. (Actividad Específica) Es el número de unidades de enzima por mg de proteína

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación incluyen la cuantificación de proteína, actividad inhibitoria total y específica, así como el peso molecular del posible inhibidor.

Para las fracciones obtenidas en exclusión molecular se midió proteína ver Figura 1, aminoácidos aromáticos y enlaces peptídicos ver Figura 2 en las 150 fracciones obteniendo resultados favorables en las fracciones 25 a 38 para los tres parámetros de medición. Las fracciones 25 a 38 fueron unificadas y tratadas como una sola muestra.

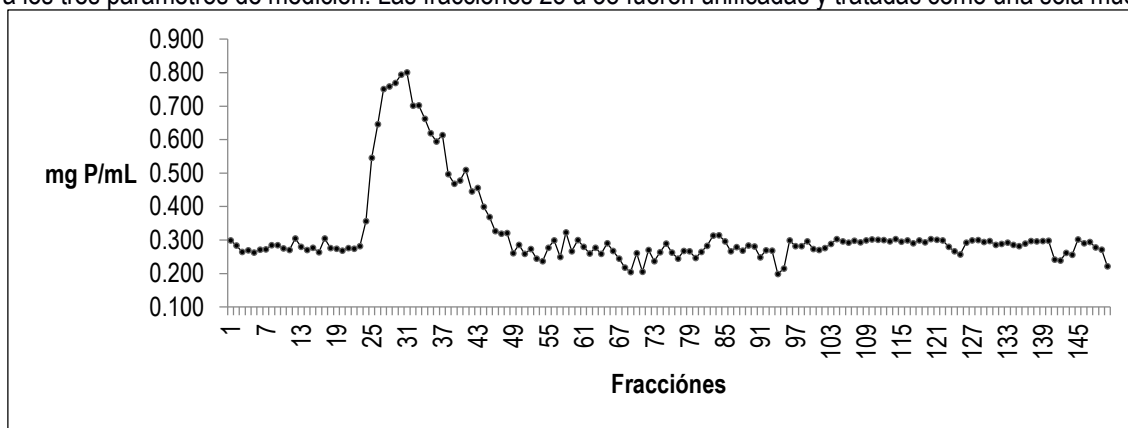


Figura 1. Cuantificación de proteína en fracciones obtenidas de la exclusión molecular.

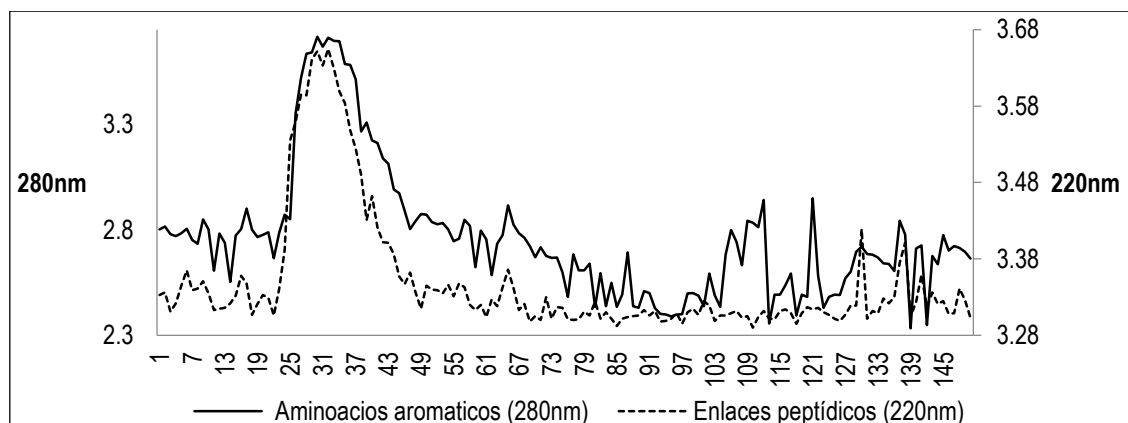


Figura 2. Lectura de absorbancia en nm para la detección de enlaces peptídicos (eje vertical derecho) y enlaces aromáticos (eje vertical izquierdo). Las fracciones 25 a 38 mostraron actividad inhibitoria.

Los resultados obtenidos en cuanto a la cuantificación de proteínas se presentan en la Tabla 1 donde se observa como al realizar la saturación con sulfato de amonio se incrementa la cantidad de proteína obtenida sin embargo esto no significa que la actividad inhibitoria incremente.

En cuanto a la actividad inhibitoria ver Tabla 1 los resultados más favorables con respecto a unidades inhibidas por ml de proteína y actividad especifican se muestran después de la exclusión molecular.

Tabla 1. Determinación de proteínas, actividad inhibitoria total y actividad inhibitoria especifica

Muestra	Proteína total	Inhibición total	Actividad especifica
Extracto crudo	1.015 mg/mL	1720 UI/mL	1694 UI/mg P
Precipitación al 70% (NH ₄) ₂ SO ₄	2.974 mg/mL	1686 UI/mL	758 UI/mg P
Procesos de exclusión molecular	0.904 mg/mL	2413 UI/mL	2669 UI/mg P

El patrón electroforético de las fracciones obtenidas mostró que la proteína con probabilidades de ser el inhibidor de proteasas fue la de 8.9 KDa como se muestra en la Figura 3 e indicado con flecha para las tres fracciones trabajadas, en cuanto al zimograma Figura 4 se puede observar una banda oscura sobre fondo claro en el carril de b y c cual indica la presencia del inhibidor de proteasas

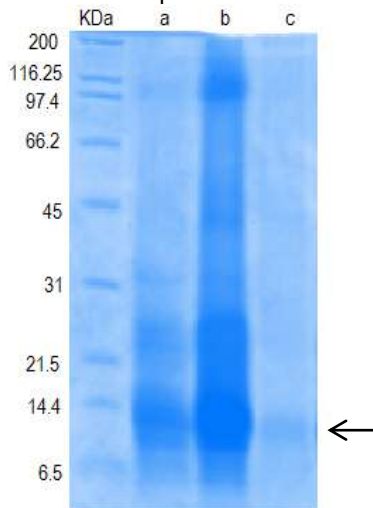


Figura 3. Perfiles Electroforéticos, a. extracto crudo, b. precipitación al 70%, c. exclusión molecular.



Figura 4. Zimograma, b. precipitación al 70%, c. exclusión molecular

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron la purificación del inhibidor de proteasas mediante cromatografía de exclusión molecular así como la determinación del peso molecular y la cuantificación de la actividad inhibitoria total y especifica, por lo cual se recomienda seguir con el proceso de purificación usado cromatografía de intercambio iónico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arteaga, J. (14 de Julio de 2014). *5 puntos que ahorcan al campo mexicano*. Obtenido de www.forbes.com.mx
- Ayerza, R., & Coates, W. (2006). *Redescubriendo un olvidado alimento de los aztecas "Chia"*. Buenos Aires: Del Nuevo Extremo.
- Vázquez Galindo, J., Madrigal Ambriz, L., Rodríguez Pérez, M., & Gaitan Hinojosa, M. (2010). Extracción y caracterización físico-química del micilago de dos variedades de chan (*Hyptis suaveolens* (L.) Poit.). OT1581-1588. Mexico.
- Vibrans, H. (22 de Octubre de 2011). *Malezas de Mexico*. Recuperado el 05 de Enero de 2019, de CONABIO: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/lamiaceae/hyptis-suaveolens/fichas/ficha.htm>

EXPRESIÓN DEL GEN *NOZZLE* DURANTE EL DESARROLLO DEL MEGAGAMETOFITO EN *Ricinus communis* L.

Luis Mendoza Estrada¹; Gabriel Iturriaga de la Fuente¹; Cesar L. Aguirre Mancilla¹; Gerardo Acosta Garcia²;
Juan G. Ramírez Pimentel^{1§}

¹Tecnológico Nacional de México / I T Roque. ²Tecnológico Nacional de México / I T Celaya.

§Autor responsable: garamirez@itroque.edu.mx

RESUMEN

En el proceso de producción de semillas, una de las etapas fundamentales en la planta ocurre durante la formación de gametofitos (gametogénesis) que darán lugar a las células germinales; con ayuda de técnicas de biología molecular es posible caracterizar el mecanismo por el cual la planta lleva a cabo este proceso. El estudio de la expresión de genes que participan en el desarrollo del ovulo tiene gran importancia por el impacto económico, social y cultural. La higuera (*Ricinus communis* L.) es un cultivo de importancia agronómica debido a su alto contenido de aceite, además registra más de 500 aplicaciones, principalmente en la industria de lubricantes, producción de biocombustibles e industria de pinturas, entre otras. Durante el desarrollo de los gametofitos se llevan a cabo procesos de crecimiento, división mitótica y meiótica, diferenciación y muerte celular. Gracias al estudio de plantas modelo como *Arabidopsis thaliana*, se han identificado genes responsables de estos procesos; la identificación de las etapas de maduración del gametofito femenino están definidas por la expresión de genes, plantas mutantes en el gen *NZZ/SPL* han demostrado detener el desarrollo del megagametofito, además de participar en la regulación de genes responsables del desarrollo del ovulo. Se evaluaron 5 etapas de desarrollo del ovulo de higuera, se realizó extracción de RNA para cada etapa y posteriormente se analizó a través de la técnica de RT-PCR la expresión utilizando oligonucleótidos diseñados para la identificación del gen *NZZ* de *R. communis* por homología con los genes correspondientes de *Arabidopsis*. Se logró detectar la expresión del gen a lo largo del desarrollo del saco embrionario.

Palabras clave: Gametofito, higuera, gen, oligonucleótidos, RT-PCR.

SUMMARY

In the process of seed production, a series of fundamental stages in the plant reproduction is the gametophyte generation (gametogenesis) that will give rise to the germ cells; With the help of molecular biology techniques it is possible to characterize the mechanism by which the plant carries out this process. The study of the expression of genes that participate in the development of the ovule has great importance for the economic, social and cultural impact. The castor bean (*Ricinus communis* L.) is a crop of agronomic importance due to its high oil content, and more than 500 applications are registered, mainly in the biofuel production industry, paints industry and some motor oils. During the development of the gametophytes are many processes involved, such as growth, mitotic and meiotic division, differentiation and cell death, thanks to the study of plants such as *Arabidopsis thaliana*, the genes responsible for these processes have been identified. The identification of the stages of the maturation of the female gametophyte is defined by the expression of genes, the mutant plants in the *NZZ / SPL* gene have been stopped in the megagametophyte development, besides participating in the regulation of the genes responsible for the development of the Ovule. Five stages of development of the castor ovule were evaluated, RNA extraction was performed for each stage and then the expression of the *NZZ* gene was analyzed through the RT-PCR technique in *R. communis*. PCR primers were designed by homology with *Arabidopsis* corresponding genes. It was possible to analyze *NZZ* gene expression throughout the development of the embryo sac.

Key words: Gametophyte, castor bean, gene, oligonucleotides, PCR.

INTRODUCCIÓN

En México actualmente la agricultura de temporal se encuentra en crisis, lo cual se refleja en precios bajos en los productos básicos tradicionales, cambios en el patrón de periodo e intensidad de lluvias, por tal motivo es necesario contar con alternativas para tratar de solucionar esta problemática. Una posible oportunidad es orientar parte de los procesos productivos hacia satisfacer demandas de mercados emergentes, que requieren productos no tradicionales, pero con potencial de adaptación a temporales reducidos y a las condiciones ambientales de estas regiones en México (Montes *et al*, 2018). El agotamiento de los combustibles fósiles, su alto costo en los mercados internacionales y las consideraciones ambientales respecto a la contaminación y liberación de carbono a la atmósfera, genera una preocupación internacional que conduce a algunos equipos multidisciplinarios a buscar y estudiar especies proveedoras de combustibles opcionales.

La higuera (*Ricinus communis* L.) es una alternativa, de cuya semilla se obtiene aceite, el cual registra más de 500 usos, destacando su empleo en las industrias de pinturas, cosméticos, plásticos, automotriz, aeronáutica entre otras; la aplicación más popular es por su acción purgante y vermífuga, que además es una alternativa para la obtención de biocombustibles tales como el biodiesel y la bioturbosina.

En un mundo caracterizado por el rápido crecimiento de la población y los cambios climáticos, comprender la reproducción de las plantas se vuelve cada vez más importante para responder a la escasez de recursos asociada con este desarrollo. Las nuevas tecnologías que permiten poderosos enfoques genéticos avanzados, el genoma completo, los análisis de transcriptoma, el aislamiento celular sofisticado y las imágenes han mejorado nuestra comprensión de los mecanismos moleculares que subyacen en la formación de gametos (Serbes *et al*. 2018) Los óvulos son los precursores de las semillas y son críticos para la propagación de las plantas y la producción de alimentos. Se ha demostrado que los genes que codifican factores de transcripción dirigen el espaciado de óvulos, la identidad de óvulos y la formación de tegumentos. Los co-reguladores particulares ahora se han asociado con actividades de algunos de estos factores de transcripción, y se ha demostrado que otras familias de proteínas, incluidos los receptores de la superficie celular, regulan el desarrollo del óvulo. También se ha demostrado que los niveles hormonales y el transporte, especialmente de la auxina, desempeñan funciones críticas en la aparición de óvulos y la morfogénesis y que interactúan con los reguladores transcripcionales. La diversificación de óvulos se ha estudiado utilizando ortólogos de genes reguladores en grupos de angiospermas divergentes (Gasser *et al*. 2019). Los resultados de los análisis genéticos y los estudios de transcriptómica han llevado a la identificación de varios cientos de genes con funciones reguladoras conocidas o probables en varios aspectos del desarrollo de la flor. Muchos de estos genes codifican factores de transcripción y co-reguladores (Wils C & Kaufmann K., 2017), además de microRNAs (miRNAs) (Nag & Jack, 2010), o proteínas involucradas en el control epigenético de la expresión del gen (Vachon *et al*, 2018). Los mecanismos moleculares, a través de los cuales actúan estos reguladores, en muchos casos aún no se comprenden. Sin embargo, en los últimos años se ha avanzado mucho en esta área debido a los grandes avances en tecnología, que facilitan el uso de métodos como los estudios de genoma de sitios de unión al factor de transcripción (Kaufmann *et al*, 2010) y el análisis proteómico (Smaczniak *et al*. 2012). Los resultados de los análisis comparativos sugieren que las funciones de los reguladores florales se conservan a menudo (pero no siempre) en distintas angiospermas. A pesar del progreso considerable en el campo de la floración en los últimos años, estamos lejos de una comprensión a nivel de todo el sistema de las redes reguladoras de genes que subyacen en este proceso de desarrollo clave. Además, quedan muchas preguntas abiertas, especialmente en relación con la evolución floral y la diversidad genética que forma la base de la deslumbrante variedad de morfologías florales encontradas entre las angiospermas existentes (Thomson & Wellmer, 2018).

En Arabidopsis, las células arqueosporiales son las células más tempranas del linaje reproductivo que se diferencian en células madre de la megaspora (MMC) directamente durante el desarrollo del óvulo, o se someten a una división celular adicional para diferenciarse en células parietales primarias (CPP) y células esporógenas

primarias (CPP) durante el desarrollo de la antera para formar el gametofito masculino; El primer gen que controla el proceso de gametogénesis es *SPOROCTELESS (SPL) / NOZZLE (NZZ)*. En mutantes *nzz*, El dominio nucellar terminal tiene un tamaño reducido y no forma un megasporocito y tanto la formación de MMC como la formación de la célula madre del polen PMC están abolidas. Por otro lado, los PSC están poco diferenciados y no forman PMC; Los PPC pasan ocasionalmente por una división para generar dos capas de células parietales secundarias (SPC) que no pueden diferenciarse aún más (Hui-chen *et al.* 2014). El gen *NZZ* También participa en la regulación de genes de desarrollo de tegumento (Gasser *et al.* 2019).

El objetivo de este trabajo fue identificar la expresión del gen *NOZZLE (NZZ)* durante el desarrollo y maduración del gametofito femenino durante cinco etapas. Para esto fue necesario realizar una recolección de muestras, llevar a cabo la obtención de imágenes del gameto en desarrollo y varios procesos para la identificación de la expresión del gen como son extracción de RNA, reacción RT-PCR con ayuda de oligonucleótidos específicos para higuera y la observación con bromuro de etidio. Se espera que el gen *NZZ* se exprese durante las etapas de desarrollo del ovulo de *Ricinus communis* L.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Biología Molecular Agroalimentaria del Tecnológico Nacional de México/Roque, ubicado en el kilómetro 8 de la carretera Celaya – Juventino Rosas, Celaya, Guanajuato. Evaluando cinco muestras de diferente etapa de desarrollo de la flor (2, 3, 4, 5 y 6 mm) de *Ricinus communis* L. antes de la etapa de fecundación, se realizó una identificación morfológica y el análisis de expresión genética. Colecta y obtención de imagen.

Durante la colecta se obtuvieron racimos de flores de *R. communis* L. y se realizó una clasificación de acuerdo al tamaño de la inflorescencia, las muestras fueron congeladas a -80°C para su análisis genómico, además algunas muestras fueron utilizadas para la obtención de imágenes del desarrollo del gametofito femenino con ayuda de microscopio invertido 1X71 Olympus® con óptica de Contraste interferencial (DIC).

Las muestras fueron seccionadas para extraer el saco embrionario, el tejido fue sumergido en una solución fijadora FFA, después se colocó en una solución inicial de etanol 50 % durante 1 hora, posteriormente se sumergió en soluciones al 60%, 70% y 80% para lograr la deshidratación del tejido. El proceso para el análisis de la expresión de genes (figura 1) se basa en la extracción de RNA ribosomal, una reacción RT-PCR y la observación mediante geles de agarosa que contiene bromuro de etidio (colorante de ácidos nucleicos).

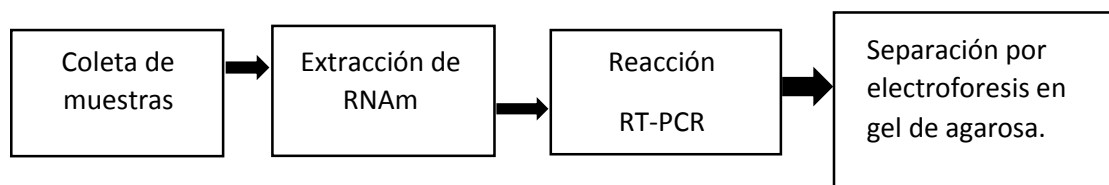


Figura 1. Diagrama del proceso de análisis de expresión genética.

Metodo del trizol®

El método de extracción de RNA (figura 2) se basa en la adición de sustancias químicas que presentan una función específica, la muestra es congelada a -80°C , temperatura que mantiene la expresión genética en el tejido, además de facilitar el macerado de la muestra para dejar todos los tejidos con una mayor exposición a las sustancias aplicadas, una vez macerada la muestra se colocó en tubos de 1.5 mL para microcentrifuga, agregando 1 mL de TRIzol® encargado de lisar las paredes celulares, se incubó para permitir la disociación completa, después se

agregaron 0.2 mL de Cloroformo y se incubó a 4°C, posteriormente la muestra se centrifugó por 15 minutos a 12,000 x g a 4°C con el fin de suspender el RNA en la fase traslúcida, en los tubos para centrifuga se identifican 3 fases, una de color rojo fenol-cloroformo, una interfase y una fase translúcida ya mencionada, luego se transfirió la fase acuosa que contiene el ARN a un nuevo tubo de 1.5 mL. Después pasó a un proceso de precipitación del RNA, agregando 0.5 mL de isopropanol, se incubó durante 5 minutos y se centrifugó a 12,000 x g a 4°C, se eliminó el sobrenadante para mantener la pastilla en el fondo del tubo; para el proceso de lavado de la pastilla se agregó 1 mL de etanol al 75% por cada mL de TRIzol®, se agitó la muestra y se centrifugó por 5 minutos a 7500 x g a 4°C, se eliminó el sobrenadante, se secó la pastilla en una zona estéril por alrededor de 5-10 minutos y se resuspendió la pastilla en 20 µL de agua libre de RNasa.

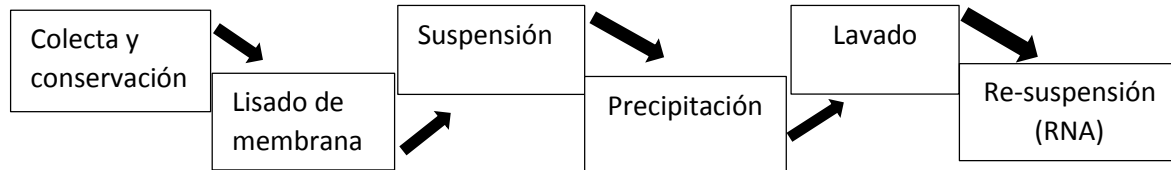


Figura 2. Diagrama del proceso de extracción de RNA.

Se tomó una alícuota de RNA para observar la integridad y la efectividad de la extracción por electroforesis en gel de agarosa. La reacción RT-PCR (Transcriptasa Reversa acoplada a la reacción en cadena de la polimerasa) se realizó utilizando el RNA obtenido en el paso anterior, siguiendo las recomendaciones del fabricante (Invitrogen, MLV Reverse transcriptase). Una vez obtenido el cDNA se llevó a cabo la reacción de PCR (Reacción en cadena de polimerasa) preparando una solución mix para el par de oligonucleótidos empleados. En un tubo eppendorf se agregaron Reacción RT, buffer 10X, MgCl₂ 50mM, dNTPs 2 mM, oligo reverse, oligo forward, Enzima Taq Polimerasa y H₂O. Para la amplificación del cDNA se realizó bajo las siguientes condiciones: un ciclo de desnaturalización a 95°C por 5 minutos, seguido de 30 ciclos de desnaturalización a 95°C por 1 minuto, alineamiento a 55°C por 1 minuto y extensión a 72°C por 1 minuto, con una extensión final de 72°C por 5 minutos. Para observar si existe expresión del gen se realizó una separación electroforética en un gel de agarosa al 0.8% a 50 volts por 30 minutos, utilizando bromuro de etidio como colorante fluorescente para revelar las bandas de DNA.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para la colecta de inflorescencias se cortaron varios racimos de flores inmaduras donde se seleccionó un número de muestras suficientes para el análisis genómico y la toma de imágenes en microscopio. Al racimo se eliminó los gametos masculinos que se desarrollan en la parte inferior del racimo para una manipulación más simple, de estos

se seleccionaron los gametos femeninos que aún no presentan los estigmas emergidos (figura 3).



Figura 3. Racimos de flores femeninas inmaduras de *Ricinus communis* L. Los botones florales masculinos fueron eliminados.

Después de la selección de los gametos que no presentan estigmas emergentes, se clasificaron de acuerdo a su tamaño (figura 5). Las muestras fueron sumergidas en nitrógeno líquido a -80°C y conservadas en el ultracongelador a la misma temperatura para conservar la actividad genética de la planta. Para la observación del saco embrionario las muestras fueron cortadas del racimo y diseccionadas con ayuda de un estereoscopio, eliminando los sépalos (figura 5A) fue posible extraer la capsula (5B) donde serán formadas las semillas una vez madura, eliminando las espinas tiernas con un suave frotamiento queda la capsula al descubierto, se realiza un corte transversal (figura 5C) con ayuda de pinzas y una fina navaja y se extraen los sacos embrionarios (figura 5D) que son utilizados para obtener las imágenes microscópicas.

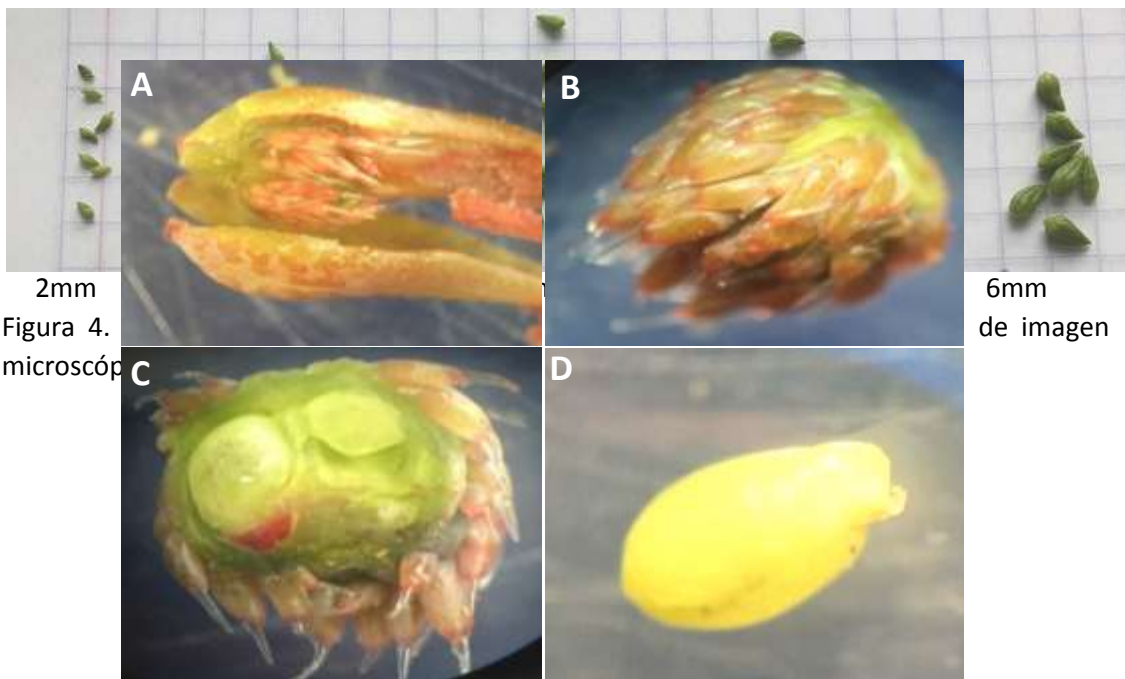


Figura 4. Imágenes de flor inmadura de *Ricinus communis* L. A) imagen de una flor inmadura con los sépalos cortados. B) Capsula extraída de la flor. C) Corte transversal de la capsula exponiendo los sacos embrionarios. D) Imagen de un saco embrionario extraído de la capsula.

Figura 5. Imágenes de flor inmadura de *Ricinus communis* L. A) imagen de una flor inmadura con los sépalos cortados. B) Capsula extraída de la flor. C) Corte transversal de la capsula exponiendo los sacos embrionarios. D) Imagen de un saco embrionario extraído de la capsula.

En el proceso de extracción de RNA llevado a cabo por el método del TRIzol®, las muestras fueron sometido a un proceso de lisis celular (figura), separación, precipitación, lavado y re-suspensión. Como resultado de este proceso se obtuvo tres tipos de RNA mitocondrial 28S, 18S y 5.8S (figura) en cada una de las etapas de desarrollo observados en un gel de agarosa por medio de una separación por electroforesis.

Como resultado de la reacción de PCR con el uso de oligonucleótidos específicos, se utilizaron oligos del gen ACTIN1 como gen de referencia como se observa en la figura 7B. También se observó la expresión del gen *NZZ* durante cuatro de las cinco etapas de desarrollo, lo cual nos indica que la etapa de desarrollo de 3 mm marca el inicio de la expresión para la regulación del desarrollo y maduración del megagametofito, mientras que en la etapa de 2 mm no se encuentra activo.

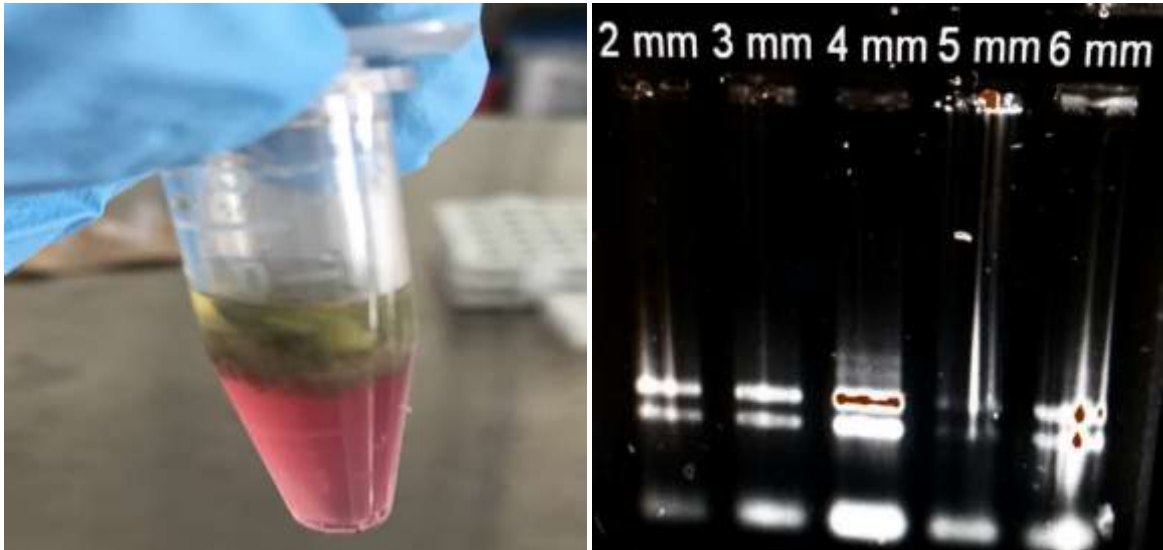


Figura 6. Etapa de lisado de la pared celular de la muestra con TRIzol®. B) Gel de agarosa que muestra bandas de RNA mitocondrial 28S, 18S y 5.8S

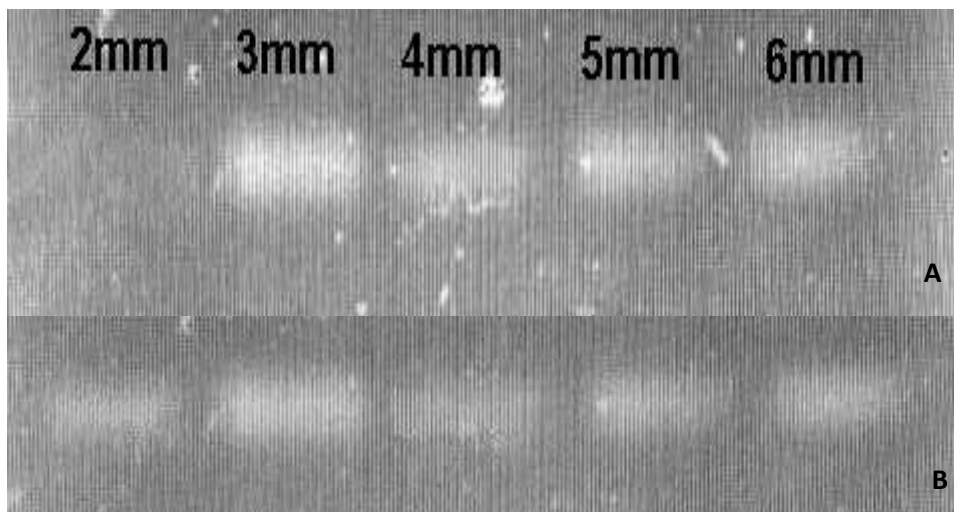


Figura 7. Expresión del gen durante 4 de las 5 etapas. A Expresión de *NZZ*. B, expresión de ACTINA1

CONCLUSIONES

La expresión del gen *NOZZLE* en *Ricinus* indica que es un gen homólogo entre especies de plantas, como se ha encontrado en este trabajo la expresión al igual que en la planta modelo *Arabidopsis*, también queda demostrada la etapa en la que se activa la expresión del gen *NZZ* y asegura el desarrollo de la nucela para la formación de la megasporocito.

AGRADECIMIENTOS

Al TecNM por el financiamiento del proyecto no: 6565.18-P. denominado "Análisis de la expresión génica durante el desarrollo del gametofito femenino de *Ricinus communis* L."

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Montes S; Camarena M; Hernandez M; Mediina T (2018). PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN GUANAJUATO. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Folleto técnico numero 10. 45.
- Serbes I; Palovaara J; Grob-Hardt R (2018). Development and function of the flowering plant female gametophyte. *Current Topics in Developmental Biology*. ISSN 0070-2153. Pp.1-34.
- Gasser C; Skinner D (2019). Development and evolution of the unique ovules of flowering plants. *Current Topics in Developmental Biology*. Volume 131, ISSN 0070-2153. Pp. 373-399.
- Wils C. & Kaufmann K. (2017). Gene-regulatory network controlling inflorescence and flower development in *Arabidopsis thaliana*. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1860.Pp. 95-105.
- Nag A & Jack T (2010). Sculpting the flower; the role of microRNAs in flower development. *Current Topic in Development Biology*, Volumen 91, Pp. 349-378.
- Vachon G; Engelhorn J & Carles C (2018). Interactions between transcription factors and chromatin regulators in the control of flower development. *Journal of Experimental Botany*. Volumen 69. Pp. 2461-2471.
- Kaufmann K; Munio J; Osteras M; Farinelli L; Krajewski P & Angenent G (2010). Chromatin immunoprecipitation (ChIP) of plant transcription factors followed by sequencing (ChIP-SEQ) or hybridization to whole genome arrays (ChIP-CHIP). *Nature Protocols*. Volumen 5. Pp. 457-472.
- Smaczniak C; Li N; Boeren S; America T; Van Dongen W; Goerdayal S (2012). Proteomic-based identification of low-abundance signaling and regulatory protein complexes in native plant tissue. *Nature Protocols*. Volume 7. Pp. 2144-2158.
- Thompson B; Wellmer F (2019). Molecular regulation of flower development. *Current Topics in Developmental Biology*. Volume 131, 2019, Pages 185-210.
- Guang-Hui C; Jia-Ying S; Man L; Jie L; Wei-Cai Y (2014). *SPOROCTELESS* Is a Novel Embryophyte-Specific Transcription Repressor that Interacts with TPL and TCP Proteins in *Arabidopsis*. *Journal of Genetics and Genomics*. Volumen 41. Pp. 617-625.

PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICA DEL FRUTO Y RENDIMIENTO COMPARATIVO ENTRE PLANTAS F₂ Y F₄ DE JITOMATE TIPO SALADATTE

Benigno L. de la Cruz Tierrablanca¹; Francisco Chablé Moreno^{2§}; Davino Pérez-Mendoza²;
Blanca C. López-Ramírez²; Juan C. Raya-Pérez²

Tecnológico Nacional de México/I T Roque, Celaya, Gto, México:

¹Estudiante de Agronomía ITR, ²Docentes del ITR;

[§]Autor responsable: fchable4oct@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo consistió en evaluar los parámetros de calidad física y rendimiento entre plantas F₂ y F₄, de tomate derivados de híbridos comerciales. Este cultivo hortícola es importante, por su consumo mundial, países como Egipto y Turquía poseen el mayor consumo *per cápita*, en México el consumo es menor a la media mundial. Esta hortaliza aporta vitaminas y minerales, necesarios para mejorar la calidad de vida del ser humano. El experimento se llevó a cabo en invernadero en el Instituto Tecnológico de Roque, bajo un sistema de siembra de camas biointensivas (P-V, 2018). El sistema de riego fue por goteo y se realizó una sola fertilización en el cultivo, agregando 32 tha⁻¹ de materia orgánica (precompostado). El diseño experimental fue completamente al azar, se evaluaron 9 genotipos endogámicos. Las variables fueron: rendimiento por planta (RenPI), número de frutos por racimo (NFrR1, 3, 5), longitud de frutos por racimo (LogFrR1, 3, 5), número de semillas por racimo (NSR1, 3, 5), peso de frutos por racimo (PeFrR1, 3, 5). Los resultados del ANAVA mostraron que las variables evaluadas resultaron altamente significativas, en el número de frutos destaca el genotipo Savanta (F₄), el que mostró mejor calidad de fruto Romana (F₄), en la longitud de fruto Top 2219 G (F₄) y Pai-pai (F₄); el número de semillas presentó consistencia con los frutos de mayor peso y sobresalieron Diamante (F₂) y Tissey (F₂) ambos casos con jitomate tipo bola; Garras (F₂) y Pai-pai (F₄) presentan alto rendimiento. Los genotipos Savanta y Romana (F₄) presentaron el mayor rendimiento.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum*, Jitomate, calidad, endogamia, rendimiento.

SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the parameters of physical quality and performance between plants F₂ and F₄, of tomato derived from commercial hybrids. This is an important horticultural, in the future. This vegetable provides vitamins and minerals, to improve the quality of life of the human being. The experiment was carried out in a greenhouse of the Technological Institute of Roque, under a biointensive bed planting system (P-V, 2018). The irrigation system was drip and a single fertilization was carried out in the crop, adding 32 tha⁻¹ of organic matter (precomposite). The experimental design was completely randomized, 9 inbred genotypes were evaluated. The variables were: estimated yield per plant (RenPI), number of fruits per bunch (NFrR1, 3, 5), length of fruits per bunch (LogFrR1, 3, 5), number of seeds per bunch (NSR1, 3, 5), fruit weight per bunch (PeFrR1, 3, 5). The results of the ANAVA obtained that the evaluated variables were highly significant, in the number of fruits stands out the genotype Savanta (F₄), which obtained the best quality of the Roman fruit (F₄), in the length of the fruit Top 2219 G (F₄) and Pai-pai (F₄); The number of seeds showed consistency with the fruits of the greater weight, where they excelled Diamond (F₂) and Tissey (F₂) in both cases with tomato type ball, even so, Garras (F₂) and Pai-pai (F₄). The genotypes Savanta and Romana (F₄) present the highest yield.

Key words: *Solanum lycopersicum*, Tomato, quality, inbreeding, yield.

INTRODUCCIÓN

El jitomate es una hortaliza de las más importantes de consumo fresco y se usa ampliamente en el proceso industrial, el consumo *per cápita* es de 31.1 kg en China, en USA 40.4 kg, 12.9 kg de la India, otros países como son Turquía y Egipto destacan por su consumo al superar los 90 kg anuales (FAO, 2014), en México su consumo *per cápita* es de 15 kg anual, cantidad inferior al consumo mundial promedio de 18 kilogramos (FIRA, 2017).

Los tres principales estados productores en México son: Sinaloa (27.6%), San Luis Potosí (9.2%), Michoacán (7%), en total cinco entidades producen el 56.3% del total nacional, el volumen exportado fue de 1.6 millones de t (SIAVI, 2016), en la última década fue de 1.43 millones de t, en condiciones de invernadero su producción promedio es de 53,014 tha^{-1} en 15,000 hectáreas (SIAP, 2016). En Guanajuato se cultivaron de 806.1 a 998.4 ha entre el periodo de 2016 a 2017 con un rendimiento de 90.2 a 97.6 tha^{-1} (SIAP, 2018) en campo, mientras que en invernadero la producción supera las 250 tha^{-1} (Grijalba *et al.*, 2011) hasta 600 tha^{-1} (Sánchez *et al.*, 2014).

Existen factores que afectan el rendimiento productivo del jitomate en invernadero, como son: la luz, temperatura, nutrimentos y agua (Shimeles *et al.*, 2017). Fischer y Orduz (2012) mencionan que la intensidad lumínica deficiente, no limita tan severamente la producción como una temperatura deficiente o el estrés hídrico. La calidad de la fruta está influenciada por la fuente genética y su interacción con el ambiente (Kolota y Adamczewska, 2001; Grijalba *et al.*, 2009; Raiola *et al.*, 2015); también tienen influencia la fertilización, el sistema de producción y riego (Luna *et al.*, 2014), la interacción entre ellos, afectan el número de frutos por racimo, longitud del fruto, cantidad de semillas y peso de fruto. Las plantas de tomate requieren de una temperatura óptima de 27° y 18°C diurna/nocturna (Nuez, 1995) y según Pérez y Castro (2011) de 25 a 28°C para un adecuado crecimiento y maduración del fruto en invernadero, en la etapa de floración puede ser de 22°C. El suelo debe tener un pH de 5.5- 6.0 (Rodríguez *et al.*, 1997).

La endogamia es la probabilidad de que dos genes en cualquier locus en un individuo sean idénticos por descendencia de progenitores a progenie (Falconer, 1980), en tomate las plantas pueden presentar la herencia transgresiva, el cual se manifiesta por las características agronómicas y productivas de la progenie capaz de mantener el rendimiento productivo y ocasionalmente ser superiores a la F_1 (Rieseberg *et al.*, 1999). Por ello en todo proceso de mejoramiento genético, se requiere conocer las características genéticas de las poblaciones, sus caracteres cuantitativos, interacción con el ambiente y su efecto génico (Gaspar *et al.*, 2012; Ramírez y Nienhuis, 2012); y aunque la endogamia afecta la producción en vegetales, la obtención de las líneas es una fuente imprescindible para la formación de híbridos. El número de frutos está determinado por la cantidad de hojas que actúan como fuente de asimilados, de acuerdo con su filotaxia, el raleo de frutos, el número de hojas y su distancia a los frutos puede variar, la poda y practicar el raleo de frutos, provoca que la traslocación de los asimilados sea dirigida a los frutos adyacentes, promoviendo un aumento de la longitud, diámetro y peso del fruto (Russell y Morris, 1983). El objetivo de este proyecto consiste en evaluar la calidad física del fruto y rendimiento de plantas F_2 y F_4 de tomate tipo saladette.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de invernadero en el Instituto Tecnológico de Roque, ubicado en el km 8 de la carretera Celaya-Juventino Rosas, ciclo (P-V, 2018). La ubicación geográfica 20°34'51.7" N 100°49'40.2" W, a una altura de 1775 msnm, a una temperatura media anual de 22° C (García, 1973). El experimento consistió en evaluar 9 progenies de tomate tipo saladette, estas poblaciones fueron de tipo F_4 las siguientes: (Top 2299 B, Top 2299 G, Savanta, Pai Pai, Romana) y poblaciones (F_2); (Pai Pai, Diamante, Garras, Tissey), las semillas se obtuvieron de plantas de híbridos comerciales.

Para la colecta de los frutos se seleccionaron plantas de calidad con buen aspecto en el desarrollo vegetativo. La cosecha de frutos se dio en la etapa de rayado denominado parámetro 6 (rojo 90 %) (Kader, 2002), dejando transcurrir tres días para su madurez total. Posteriormente para la extracción de la semilla se colectó de 3-5 frutos de las plantas F_3 y F_1 . Las semillas se extrajeron de forma manual donde se incluyó la pulpa del fruto, se colocaron en frascos en donde permaneció en fermentación por 48 h, después se procedió a lavar y con el auxilio de un colador se retiró el mucílago de la semilla, la cual una vez limpia se colocó en papel secante a temperatura ambiente. Se dejó reposar y se almacenó durante 8 días. Para la germinación se utilizaron charolas de poliestireno de 128 cavidades, agregando peat moss como sustrato, se procedió a la siembra de la semilla, finalmente se cubrió con una capa de vermiculita en proporción 3:1. La emergencia inicio a los 8 días, y con 49 días dds, se trasplantó con la presencia de 3-4 hojas verdaderas.

El trasplante en invernadero se realizó de acuerdo a la metodología del sistema de camas biointensivas, anteriormente se había adicionado 32 tha^{-1} de estiércol de bovino pre-compostada, el trasplante fue a finales de abril, estableciendo camas de 50 cm de ancho por 11 m de largo con una separación de 60 cm entre camas. La distancia entre plantas fue de 30 cm, a una sola hilera los que representa una densidad de 25,000 plantas por hectárea.

El sistema de riego fue por goteo, con un tinaco Rotoplast (1000 L) a una altura de 2 m, sobre las camas se colocaron tubos de PVC de 2 pulgadas de diámetro, la apertura de orificios fue a cada 30 cm, se aplicó riego cada tercer día, con una duración de 15-20 min, suministrando la cantidad de 1 L agua en suelo por planta en su etapa inicial y de 2.5-3.5 L por planta en etapa de producción.

Se fertilizó con urea (46-00-00) 10.6 g/planta hasta la floración, la segunda aplicación fue de NPK (17-12-14) 12.2 g/planta después del inicio del primer racimo, en tres ocasiones. Por deficiencias nutrimentales de micronutrientos se realizaron aplicaciones foliares con $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0.308 gL^{-1}) y $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0.0045 gL^{-1}). El control de las malezas fue manual. La presencia de mosquita blanca se eliminó con cipermetrina ((\pm)- α -ciano-3-fenoxibencil(\pm) cis,trans-3-(2,2-dicloro-clopropanocarboxilato) aplicando 1 ml L^{-1} de agua. Por exceso de humedad se realizó aplicaciones foliares de captan (N-Triclorometilitio-4-ciclohexano-1,2 dicarboximida), 5 gL^{-1} y Azufer 71 52% (4 gL^{-1}). Dentro de las labores culturales del cultivo fue la poda de formación la cual se realizó la eliminación de los brotes axilares, dejando únicamente solo un tallo, mismo que se le colocó rafia para la conducción de la planta.

El diseño experimental fue completamente al azar, con 9 tratamientos y seis repeticiones considerando una planta por unidad experimental dando un total de 54 UE en el experimento, se realizó la selección de un fruto de las plantas F_2 y F_4 de los racimos 1, 3 y 5 para el estudio. La cosecha se efectuó del racimo 1, 3 y 5 a los 58, 86 y 116 días. Las variables evaluadas fueron: estimación de rendimiento por planta (RenP) luego proyectada a ha; número de frutos por racimo (NFrR1, 3, 5), longitud de frutos por racimo (LogFrR1, 3, 5), número de semillas por fruto de racimo (NSR1, 3, 5), peso de frutos por racimo (PeFrR1, 3, 5); El análisis estadístico se realizó mediante un ANAVA con el paquete estadístico SAS (v. 9.0) de Microsoft para Windows y prueba de comparación de medias (Tukey $\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del ANAVA para la (LogFrR 1, 3 y 5); además de (NSR 1, 3 y 5); y finalmente (PeFrR 1, 3 y 5) en frutos de progenies F_2 y F_4 ; (los datos originales se realizó la transformación aplicando raíz cuadrada); se obtuvo que las 4 variables evaluadas en los diferentes números de racimo resultaron altamente significativas ($P \leq 0.01$) en los genotipos de tomate evaluados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza de calidad física de tomate tipo saladette en plantas F₂ y F₄ ciclo (P-V, 2018).

F.V	G	NFrR	NFrR	NFrR	LogFr	LogFr	LogFr				PeFrR	PeFrR	PeFrR
I	1	3	5	R1	R3	R5	NSR1	NSR3	NSR5	1	3	5	
Trat	8	44.8*	33.7*	30.2*	962.8**	659.2**	665.1**	**	**	**	**	**	**
Err	4												
or	5	1.09	0.94	0.90	132.77	50.0	21.76	45.6	51.08	57.2	202.9	411.8	175.2
Tot	5	408.	312.	282.	13677.			51529.	12632.	11988.	28855.	49443.	24350.
al	3	0	8	3	7	7524.1	6300.6	2	3	0	8	4	9
C.V		18.4	16	17.7	15.1	9.9	6.4	12.1	18.2	16.4	11.5	17.3	10.8

* , **= Significativo y altamente significativa ($P \leq 0.05, 0.01$); CV = Coeficiente de variación; FV= Fuente de variación; gl = Grados de libertad; NFrR 1, 3, 5= Número de frutos por racimo 1, 3, 5 (total); LogFrR 1, 3, 5 = Longitud de frutos por racimo 1,3,5 (mm); NSR 1,3,5 = Número de semillas por fruto por racimo 1,3, 5 (total); PeFrR1, 3, 5= Peso de frutos por racimo (g).

De acuerdo con la prueba de comparación de medias Tukey ($\alpha=0.05$), el mayor número de frutos se presentaron en los genotipos Savanta y Romana (F₄) de los tratamientos (3 y 8), mientras que los genotipos con menor número de frutos por racimo fue Diamante (F₂) y Top2219 B (F₄) en el primer racimo, en el racimo 3 y 5 fueron Diamante y Pai-pai (F₄). La mayor longitud de fruto se observó en los tratamientos 4 y 2 de los genotipos Pai Pai y Top2219 G (F₄) del primer racimo y el racimo 3 y 5 fue Top2219 G y Pai Pai (F₄); los de menor longitud de fruto fue Savanta (F₄) y Top2219 B (F₄), estos se caracterizan por presentar un tomate de tipo bola.

Cuadro 2. Prueba de medias de calidad física en poblaciones de tomate saladette F₂ y F₄ ciclo (PV, 2018).

Genoti	Tr	NFr	NFr	NFrR	LogFr	LogFrR	LogFr				PeFr		
po	at	R1	R3	5	R1	3	R5	NSR1	NSR3	NSR5	PeFrR1	R3	PeFrR5
Savan		11.6	11.1	10.00	63.72	58.91	61.14	41.66	46.33	43.16	109.11	95.62	
ta F ₄	3	6 a	6 a	a	c	de	d	d	b	cd	cd	b	97.45 e
Garra		7.50	6.50	5.50	72.00	70.38	71.65	108.0	41.83	75.16	130.45	100.1	112.98
s F ₂	7	b	c	cd	bc	bcd	c	0 a	bc	a	abc	0 b	cde
Roma		7.33	8.50	7.66	75.14	72.64	72.41	16.33	44.33	43.66	109.15	109.1	113.65
na F ₄	8	b	b	b	bc	bc	c	e	b	cd	cd	2 b	cde
Pai		5.16	5.33	6.00	76.35	69.60	70.56	69.66	34.83	50.16	123.83	132.2	150.40
Pai F ₂	5	c	cd	bc	bc	bcde	c	b	bcd	bc	bc	3 b	a
Pai		4.50	3.66	3.83	99.09	78.09	84.22	54.83	30.66	37.33	151.63	103.1	118.63
Pai F ₄	4	c	d	de	a	ab	b	c	cde	cde	a	0 b	bcde
Tissey		4.33	5.00	3.33	78.47	62.14	70.66	62.00	24.33	44.50	147.15	118.2	142.25
F ₂	9	c	cd	e	abc	cde	c	bc	de	bcd	ab	3 b	ab
Top22													
19		3.83	5.33	4.16	92.77		93.54	19.16	41.50	33.83	109.25	115.5	123.11b
GF ₄	2	c	cd	de	ab	88.93 a	a	e	bc	de	cd	2 b	cd
Diana		3.33	4.33	3.33	66.23	79.65	72.23	96.66	69.83	58.00	139.96	176.9	137.78
nte F ₂	6	c	d	e	c	ab	c	a	a	b	ab	3 a	abc
Top22													
19 B		3.33	4.66	4.33	61.85		59.42	33.00	19.66	28.16		98.92	99.35
F ₄	1	c	d	cde	c	56.75 e	d	d	e	e	91.86 d	b	de

NFrR1= Número de frutos del racimo 1, 3 y 5 (promedio), LogFrR1= longitud de frutos del racimo 1, 3 y 5 (mm); NSR1= número de semillas del racimo 1, 3 y 5 (total); PeFrR1= Peso de frutos del racimo 1, 3 y 5 (g).

En general se puede considerar que la longitud de los frutos de tipo guaje, fueron los que presentaron mayor tamaño, no así en peso dado que los de tipo bolas son más pesado pero con menor número de frutos por racimo (Cuadro 2). El número de semillas en las progenies Diamante y Garras (F_2) fueron superiores en el primer racimo, en el racimo 3 fue Diamante (F_2) y Savanta (F_4), en el 5to racimo se presentó en Garras y Diamante (F_2) en esta variable se observó que los frutos de mayor peso, fueron los presentaron la mayor cantidad de semillas).

El mayor peso del racimo 1 fue Tissey (F_2) y Pai-Pai (F_4) y en el racimo 3 y 5 fue Diamante y Pai-pai (F_2), en los genotipos de Savanta (F_4) y Top2219 B (F_4) presentaron el menor valor en peso de fruto, una de las características de estos frutos fue que en el caso de Savanta puede presentar una gran cantidad de frutos, aunque de tamaño pequeño, su variabilidad es bastante amplia, pueden ser de tipo saladette o tipo bola, por lo que permite realizar una selección de acuerdo a los objetivos de estudio.

Al realizar las estimaciones de los rendimientos se observó que los genotipos endogámicos con mayor promedio de frutos Savanta y Romana (F_4) con valores de 10.9 y 7.8 frutos promedios en los tres racimos, con peso promedio de los frutos de tres racimos de 100.72 y 110.64 g; el genotipo de menor número de frutos promedio fue en Diamante con 3.66 presentando peso promedio de 151.55 g.

La estimación de rendimiento se consideró el número promedio de frutos por peso promedio de fruto en tres racimos; a una densidad de 25 mil plantas por ha, y donde se obtuvo que el mayor rendimiento fue en el genotipo Savanta y Romana con rendimientos de 137.74 y 108.28 tha^{-1} , ésta producción se consideró su estimación hasta cinco racimos. El genotipo endogámico más afectado en cuanto a rendimiento fue Top 2219 B (F_4) con una estimación de 49.6 tha^{-1} (Figura 1).



Figura 1. Variabilidad genética en jitomate tipo saladette F_2 y F_4 , en el rendimiento productivo de plantas endogámicas.

Ardilla (2011) al evaluar 3 híbridos de tomate en el número de frutos por racimos encontró que del racimo 1 al 4 presentaron en promedio 7 frutos, permaneciendo casi constante; sin embargo, los frutos entre los racimos 5 al 11 obtuvo 5 frutos en promedio, Gaspar *et al.* (2012) encontraron que en líneas de tomate el número de frutos por racimo fue desde 4.6 a 5.9; mientras que Yebirzaf *et al.* (2016) obtuvieron en promedio de 4.7 a 7.2 frutos por racimo en variedades de tomate; los resultados de esta evaluación en plantas endogámicas presentaron un mayor número de frutos por racimo en promedio de 10.0 a 11.6 en Savanta (F_4) mientras que el genotipo con menor valor promedio fue el Top 2219 B (F_4) desde el racimo 1 al 5 con frutos por racimo de 3.3 a 4.6, existen estudios que señalan que esta productividad está altamente influenciado por un factor genético (Grijalba *et al.*, 2009) en plantas endogámicas, se ha observado este comportamiento productivo .

En la longitud de fruto resultados de Gaspar *et al.* (2012) mencionan que en líneas de tomate en dos ciclos de endogamia obtuvieron frutos con rango de 4.3 a 9.5 cm; pero Yebirzaf *et al.* (2016) reportaron un valor promedio de 3.7 a 4.9 cm; en ambos casos los resultados anteriores, al compararse con los resultados de esta investigación se determinó que la longitud del fruto fueron mayores; sin embargo, si observa que a medida que aumenta el número de racimos las longitudes son menores que coinciden con Quintana *et al.* (2010). El número de semillas

se pudo observar que tanto el genotipo Diamante (F_4) y Garras (F_2) fueron los genotipos que presentaron el mayor número de semillas, que fueron los mismos genotipos con mayor peso por fruto, en este caso el primero es de tipo bola, mientras que el segundo es saladette, resultados que coinciden con (Mosquera y Jaramillo, s.f.; Vásquez *et al.*, 2010), quienes evaluaron híbridos y variedades de tomate en condición de invernadero.

Grijalba *et al.* (2009) al evaluar 5 híbridos de tomate saladette obtuvieron que el peso de fruto en dos años consecutivos diferencias altamente significativas destacando el híbrido Don Raúl con un rango de peso de 69 a 120 g por fruto; Ramírez y Nienhuis (2012) evaluó híbridos de tomates en tres localidades en Costa Rica y obtuvo en promedio de peso de fruto desde 26 a 84.8 g; y determinó que existe interacción entre los híbridos y las condiciones de las zonas agroecológicas; Yebirzaf *et al.* (2016) encontraron un peso promedio de frutos en cuatro variedades de jitomate de 94.7 a 139.2 g; en este trabajo se obtuvo un rango de peso promedio de 150 a 176 g por fruto de los racimos 1, 3 y 5, por lo tanto, se puede determinar que a pesar del alto nivel endogámico existen genotipo de tipo saladette que sobresalen y se puede realizar una selección conspicua. La amplia variabilidad genética observada en la siembras de esta progenies es prometedora ya que se pueden realizar una selección y que se permita alcanzar objetivos identificados por los mejoradores.

Magaña *et al.* (2013) al evaluar 7 híbridos, encontraron que existen mayor variabilidad en la progenies F_2 ; que pueden superar a la F_1 en tamaño, número de frutos y por ende en rendimiento, este comportamiento productivo concuerda con los resultados de este trabajo, que al menos una progenie F_4 (Romana F_4) se comportó superior a su F_2 , este genotipo que se ha evaluado en tres años sucesivamente y se ha determinado que en número y peso fruto de manera estable por dos ciclos de cultivo, representa una opción de un genotipo sobresaliente y que puede seleccionarse para su establecimiento comercial. Hernández *et al.* (2013) al evaluar 14 progenies de F_2 y comparar con las respectivas F_1 , obtuvo que de la evaluación de entre progenies F_1 y F_2 mencionan la posibilidad de seleccionar al menos un genotipo para generar alternativas productivas, resultados que también concuerda con los resultados que se obtuvieron en este trabajo experimental.

Existen plantas endogámicas con alto potencial productivo, considerando que la meta sea el rendimiento total, se puede sacrificar el tamaño y la uniformidad del fruto, el uso de la generación F_2 o de mayores endogamias puede reducir los ingresos por decremento en la calidad y tamaño de fruto, conservando su producción total, lo que para los pequeños productores rurales sería una enorme ventaja al reducir sus costos de producción, se considera que tanto las progenies de la F_2 y las F_4 , presentan variabilidad en varias de las variables evaluadas, pero a pesar de ello los genotipos que presentan una buena productividad en las endogamias tempranas, tienden a seguir siendo plantas con alta producción en las siguientes generaciones.

CONCLUSIONES

En base al rendimiento total por planta, pueden emplearse plantas endogámicas de tomate saladette genotipo Romana (F_4) y Savanta (F_4), que provengan de variedades o híbridos comerciales.

En el número de frutos por racimo, destaca Savanta (F_4) y Garras (F_2) y Romana (F_4), mientras que para el peso de frutos por racimo Diamante (F_2) y Pai-pai (F_4) y (F_2).

Cuando en el mercado no sea tan importante el tamaño del fruto, se pueden cultivar plántulas endogámicas que provengan de híbridos comerciales, previamente evaluadas en el aspecto productivo. Las progenies F_4 de determinados genotipos, pueden experimentar serios problemas de desarrollo de sus plantas y disminuir su rendimiento productivo; sin embargo, pueden presentarse genotipos que sean estables productivamente.

La variación genética entre las plantas de las generaciones filiales F_2 y F_4 derivadas de híbridos, se reflejó en una amplia segregación, forma del fruto y peso de fruto, a pesar de ello las plantas F_2 que se comportan estables, sus siguientes generaciones mantienen sus características productivas hasta su establecimiento en la F_4 .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardilla R, GH (2011). Estudio del crecimiento de la planta y del fruto de tres híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum*) en tiempo fisiológico, bajo cubierta de plástica. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Departamento de Agronomía. Bogotá Colombia, 73 p.
- FAO, Food and Agriculture Organization (2014). Anuario estadístico de la FAO, 2014. La alimentación y la agricultura en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- FIRA, Fideicomiso Instituidos en Relación con la Agricultura (2017). Panorama agroalimentario. Tomate Rojo, 2017. Dirección de investigación económica y sectorial. México, D.F. 25 p.
- Hernández-Leal, E; Lobato-Ortiz, R; García-Zavala, JJ; Reyes-López, D; Méndez-López, A; Bonilla-Barrientos, O; y Hernández-Bautista, A (2013). Comportamiento agronómico de poblaciones F₂ de híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Rev. Fitotec. Mex. 36 (3): 209 – 215.
- Falconer, DS (1980). Introduction to quantitative genetics. Trad. PhD. Fidel Márquez Sánchez. 10ª. Impr. Edit. Continental, S.A. México, D.F. pp. 78-87.
- Fischer, G. y J.O. Orduz-Rodríguez (2012). Ecofisiología en frutales. pp. 54-72. En: Fischer, G. (ed.). Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Produmedios, Bogotá.
- 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.
- Grijalva C, RL; Macías D, R; y Robles C, F (2011). Comportamiento de híbridos de tomate bola en invernadero bajo condiciones desérticas del noroeste de sonora. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14: 675 – 682.
- Grijalva C, RL; Robles C, F; y Macías D, R (2009). Híbridos de tomate para la producción de invernadero en el noroeste de sonora. Folleto técnico número 1 centro de investigación regional del noroeste. Campo experimental de costa de Hermosillo.
- Gaspar-Peralta P, JC Carrillo-Rodríguez, JL Chávez-Servia, AM Vera-Guzmán, I Pérez-León (2012). Variación de caracteres agronómicos y licopeno en líneas avanzadas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Phytom. Revista Internacional De Botánica Experimental International Journal Of Experimental Botany. 81: 15-22.
- Kolota, E. y K. Adamczewska-Sowinska (2001). Evaluation of new leek cultivars for early growing. Veg. Crops Res. Bull. 54, 29-34.
- Kader, A A (2002). Quality and safety factors: definition and evaluation for fresh horticultural crops. In: Kader, A. A. (ed). Postharvest Technology of Horticultural Crops. Third edition. University of California, Agriculture and Natural Resources Pub. 3311. USA. pp: 279-286.
- Magaña-Lira, N; Peña-Lomelí, A; Sánchez-del Castillo, F; Rodríguez-Pérez JE; y Moreno-Pérez, E del C (2013). Comportamiento productivo de híbridos F₁ de tomate y sus poblaciones F₂. Rev. Fitotec. Mex. 36 (4): 371 - 379.
- Luna-Guevara, ML; y Delgado-Alvarado, A (2014). Importancia, contribución y estabilidad de antioxidantes en frutos y productos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Revista de Investigación y Difusión Científica Agropecuaria.18(1): 51-66.
- Mosquera R, CA; y Jaramillo V, J (2010). Producción de semilla en 3 tipos de tomate (*L. esculentum*) en condiciones del valle geográfico del río Cauca. Inst. Colombiano Agrop. ICA. A.A. 233. Palmira. Acta Agronómica. 46-58.
- Nuez F (1995). El cultivo del tomate. Edit. Mundi Prensa. Barcelona, España. pp. 51-197.
- Pérez GM; y Castro, BR (2011). Jitomate en invernadero. Edit. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, Estado de México. pp. 30-34.
- Quintana-Baquero, RF; Balaguera-López, HE; Álvarez-Herrera, JF; Cárdenas-Hernández, JG; Pinzón, EH (2010). The effect of number of clusters per plant on tomato (*Solanum lycopersicum*L.) yield. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 4 (2): 199-208.
- Ramírez C, C; y Nienhuis, J (2012). Evaluación del crecimiento y productividad del tomate (*Lycopersicom sculentum* Mill.) bajo cultivo protegido en tres localidades de Costa Rica. Tecnología en marcha. 25(1): 3-15.
- Raiola, A; Tenore, GC, Barone, A; Frusciante, L; and Rigano, MM (2015). Vitamin E Content and Composition in Tomato Fruits: Beneficial Roles and Bio-Fortification. Int. J. Mol. Sci. 16: 29250–29264;

- Doi:10.3390/ijms161226163 www.mdpi.com/journal/ijms
- Rodríguez R, R; Tabarez R, JM; y Medina San J, J.A (1997). Cultivo moderno del tomate. 2ª. Ed. Edit. Mundi Prensa, S.A. México, D.F. pp. 15-19.
- Rieseberg, L H; Archer, MA and Wayne, RK (1999). Transgressive segregation, adaptation, and speciation. *Heredity* 83:363-372.
- Russell, CR; and Morris, DA (1983). Patters of assimilates distribution and source sink relation ships in the young reproductive tomato plants. *Ann. Bot.* 52, 357-363.
- Sánchez-del-Castillo, F; Bastida-Cañada, OA; Moreno-Pérez, E del C; Contreras-Magaña, E; Sahagún-Castellanos J (2014). Rendimiento de jitomate con diferentes métodos de cultivo hidropónico basados en doseles escaleriformes. *Rev. Chapingo Ser. Hortic* 20(3), 239-251.
- SIAP (2016). Sistema de información agrícola y pecuaria. Avances y cierres de la Producción Agríc. México, DF.
- SIAP (2018). Sistema de información agrícola y pecuaria. Avances y cierres de la Producción Agrícola. México, D.F.
- SIAVI (2016). Secretaría de Economía (SE), Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI).
- Shimeles T; Do Su P; Mu Hong S; and Cheon Soon J (2017). Review on factors affecting the quality and antioxidant properties of tomatoes. *African Journal of Biotechnology*. 16(32): 1678-1687. DOI: 10.5897/AJB2017.16054.
- Vásquez-Ortiz, R; Carrillo-Rodríguez, JC; y Ramírez-Vallejo P (2010). Evaluación morfo-agronómica de una muestra del jitomate nativo del Centro y Sureste de México. *Naturaleza y Desarrollo*. 8(2): 49-64.
- Yebirzaf Y; Derbew B; and Kassaye T (2016). Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Yield and Fruit Quality Attributes as Affected by Varieties and Growth Conditions. *World Journal of Agricultural Sciences* 12 (6): 404-408. DOI: 10.5829/idosi.wjas.2016.404.408.

MORFOLOGÍA DE FRUTOS EN LA PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO EN PROGENIES ENDOGÁMICAS DE POBLACIONES DE TOMATE S₂ Y F₂

Juan C. Muños Mondragón¹, Jesús Frías Pizano²; Davino Pérez Mendoza²; José E. Frías Ramírez³; J. Guadalupe García Rodríguez²; Francisco Chablé Moreno^{2§}

¹Alumno de ingeniería en Agronomía I T Roque; ²Prof-Investigador I T Roque;

³Profesor-Investigador Tecnológico de Torreón, Coahuila.

[§]Autor responsable: fchable4oct@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la morfología del fruto y rendimiento en progenies endogámicas de tomate S₂ y F₂. Esta hortaliza es de las más consumidas en el mundo, su fruto aporta vitaminas A, C, E, y K, minerales y licopeno; el consumo *per cápita* a nivel mundial es de 18 kg; en México es de 15 kg. Este fruto debe reunir características de calidad como el color, sabor, forma, longitud, diámetro y peso. La producción de tomate en México depende de la importación del 100% de las semillas, para los agricultores rurales el costo de semilla es alto, por ello estudiar las características del fruto y rendimiento de plantas S₂ y F₂ derivadas de híbridos comerciales es importante. El presente estudio se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México en Roque, en los invernaderos. Las plántulas se obtuvieron por autopolinización (S₁) y polinización normal (F₁) con frutos en grado de madurez 5, las semillas se establecieron en charolas con Peat Moss, ocho genotipos evaluados, tres saladette, tres bola y dos cherry, el trasplante se realizó en camas biointensivas. El riego fue por goteo y las fertilizaciones a base de urea y triple 17. El diseño experimental fue completamente al azar, constituido por ocho tratamientos y seis repeticiones. Las variables evaluadas fueron: longitud de fruto (LF), diámetro de fruto (DF), peso de fruto (PF); en los racimos 2,4 y 6; se analizó mediante el paquete SAS, los tratamientos estadísticamente diferentes, se realizó una prueba de medias (Tukey $\alpha = 0.05$). El resultado del ANAVA se obtuvo todas las variables presentaron diferencias altamente significativas, se determinó que la variable DF Germany F₂ presentó los valores promedios más altos superiores a los otros genotipos mientras que las variables LF y PF los genotipos Germany F₂ y Córdoba S₂ son los que predominan con los valores promedios mayores, las progenies más afectadas por la endogamia fueron Cherokee y Chocolate ambas F₂, la estimación de rendimiento destaca Germany F₂, pero es el genotipo Córdoba S₂, quien por su calidad de fruto es una progenie sobresaliente con alto potencial productivo.

Palabras claves: Tomate, Morfología de fruto, Rendimiento, Progenies endogámicas, S₂ y F₂

SUMMARY

The objective was to evaluate the morphology of the fruit and yield in inbred progenies of tomato S₂ and F₂. This vegetable is one of the most consumed in the world, its fruit provides vitamins A, C, E, and K, minerals and lycopene; the per capita consumption worldwide is 18 kg; in Mexico it is 15 kg. This fruit must meet quality characteristics such as color, taste, shape, length, diameter and weight. Tomato production in Mexico depends on the import of 100% of the seeds, for rural farmers the cost of seed is high, so studying the characteristics of the fruit and yield of plants S₂ and F₂ derived from commercial hybrids is important. The present study was carried out at the National Technological Institute of Mexico in Roque, in the greenhouses. Seedlings were obtained by self-pollination (S₁) and normal pollination (F₁) with fruits in maturity 5, seeds were established in trays with Peat Moss, eight genotypes evaluated, three saladette, three ball and two cherry, the transplant It was performed in biointensive beds. Irrigation was by drip and fertilizations based on urea and triple 17. The experimental design was completely random,

consisting of eight treatments and six repetitions. The variables evaluated were: fruit length (LF), fruit diameter (DF), fruit weight (FP); in clusters 2,4 and 6; the SAS package was analyzed, the treatments were statistically different, a means test was performed (Tukey $\alpha = 0.05$). The result of the ANOVA was obtained, all the variables presented highly significant differences, it was determined that the DF Germany F₂ variable showed the highest average values superior to the other genotypes, while the variables LF and PF the genotypes Germany F₂ and Córdoba S₂ are the ones that prevailed with the highest average values, the progenies most affected by inbreeding were Cherokee and Chocolate both F₂, the yield estimate highlights Germany F₂, but it is the Cordova S₂ genotype, which due to its fruit quality is an outstanding progeny with high productive potential.

Key words: Tomato, Fruit morphology, Yield, Inbred progenies, S₂ and F₂.

INTRODUCCIÓN

El fruto de tomate *Lycopersicon esculentum* (Mill) es el segundo producto hortofrutícola de importancia mundial por su superficie de siembra y volumen consumido, se cultiva en varios países, los principales productores son China, Estados Unidos, Turquía y la India; México ocupa el décimo lugar productivo en el mundo (FIRA, 2016). Esta hortaliza aporta a la dieta vitaminas A, C, E, y K, minerales incluyendo el Fe y licopeno (Raiola *et al.*, 2015; Wang y Seymour, 2017).

La morfología del fruto depende en gran medida de la variedad o híbrido cultivado (Rivera *et al.*, 2013); puede tener influencia el clima, manejo de cultivo; por otro lado, existen atributos o grados de la calidad del fruto los son: color, sabor, forma, tamaño, firmeza, aspecto externo (NMX-FF-031, 1998; Barrett *et al.*, 2010; Rivera *et al.*, 2013), estas categorías están reguladas en México mediante la NMX-FF-031, donde se definen los grados de calidad para el consumo de este fruto en fresco de tomate (NMX-FF-031, 1998) el cual clasifica al tomate en México 1, México 2 y México 3 así sus combinaciones entre ellas para calificar el grado de la calidad y de acuerdo con la norma existen dos tipos de tomate: Bola y Alargado (Saladette) que deben cubrir los requisitos del grado de calidad.

Al evaluar las plántulas que se derivaron y que conformaron las progenies endogámicas producen diferentes tipos de frutos variables en su forma: bolas, saladette, arriñonado, alargados (tipo pepinillos), semibola y ocasionalmente frutos deformes; esto como resultado del proceso endogámico característica de una homocigosis de las progenies. Para resolver este problema y otros de calidad de frutos, los programas de mejoramiento genético, frecuentemente recurren a las fuentes de genes de tomates silvestres y semi-domesticados (Baena *et al.*, 2003; Causse *et al.*, 2007; Robertson y Labate, 2007).

En un programa de mejoramiento genético, es necesario conocer las características genéticas de las poblaciones, los caracteres genéticos cuantitativos, su efecto de variación por efecto ambiental, y por efectos génicos, es importante determinar los componentes de la variación que se miden y que se expresan como varianza fenotípica (Molina, 1992; Falconer y Mackay, 1996). En líneas avanzadas de tomate los caracteres agrónomicas interactúan con el ambiente, las afectan durante su cultivo, periodo estacional del año, pero existen caracteres donde las varianzas ambientales son mayores que las genotípicas; la interacción genotipo-ambiente afectan los caracteres de rendimiento (Grijalva *et al.*, 2009; Grijalva *et al.*, 2011; Gaspar *et al.*, 2012), estas expresiones en variedades e híbridos también tienen influencia en los niveles productivos y rendimiento (Grijalva *et al.*, 2011; Yebirzaf *et al.*, 2016); por otro lado, a mayor cantidad de racimos por planta afecta la calidad, aunque la cantidad productiva se incrementa (Suárez *et al.*, 2018), para mejorar la calidad y apariencia del tomate se debe adoptar ciertas técnicas (nutrición adecuada, control de temperatura, cambio de arquitectura de la planta, poda apical, poda de frutos) con un fin de un manejo técnico del cultivo (Guimarães *et al.*, 2007; Herrera *et al.*, 2015).

La producción de tomate está representada por componentes productivos como son: número de racimos, frutos por racimo y peso de fruto; pero un suministro de agua deficiente y temperatura inadecuada afectan el rendimiento

(Adams *et al.*, 2001; Grijalva *et al.*, 2011; Monte *et al.*, 2013), pero sin duda un factor determinante en los rendimientos productivos es la calidad de la semilla, en México la totalidad de la semilla se importa, la cual es producida en el extranjero (Scott, 2008), los costos de producción de tomate son altos para muchos productores rurales en México (Juárez *et al.*, 2000).

De acuerdo con Poehlman y Allen (2003), en especies autógamias la segregación en la F₂ del híbrido provoca reducción del rendimiento y de características de calidad del fruto, debido a que el grado de heterocigosis se reduce a la mitad, así como al efecto de la endogamia (Jarne y Charlesworth, 1993) conocida como depresión endogámica. En cambio, otros investigadores consideran que la heterosis en especies autógamias como el tomate, no se expresa en igual magnitud que en especies alogámias (Foolad, 2007). El estudio de la calidad y el rendimiento del fruto en tomate es de suma importancia en las F₂ (Hernández *et al.*, 2013), por ello el objetivo del presente estudio fue evaluar la morfología del fruto durante la producción y rendimiento en progenies endogámicas de poblaciones de tomate S₂ y F₂.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México en Roque, Celaya, Guanajuato, este se sitúa en los paralelos 20° 30' 28" con latitud Norte 100° 50' 00" de longitud Oeste y con la altitud de 1765 msnm, con una temperatura media mensual de 21°C.

Se evaluaron ocho materiales genéticos (cuatro tipos endogámicos S₂ que corresponde a Romana, Garras, Diamante y Córdoba; cuatro en categoría F₂ Germany, Rock1, Cherokee, Chocolate). En la selección de la planta para obtener las semillas se consideró: a) plantas vigorosas, b) frutos sanos, c) forma de fruto saladette y bola, d) grado de madurez (5). Las semillas se extrajeron de frutos de plantas híbridas comerciales, las semillas F₂ (autopolinización libre) mientras que las S₂ (se aisló con bolsa "glassine"); se colectaron tres frutos al azar de plantas en F₁ y en S₁, a todos los frutos se realizó un corte transversal, se extrajo las semillas con todo y pulpa, se colocó en un frasco y se dejó fermentar por 48 h, posteriormente se lavaron y con el auxilio de un colador para eliminar el mucílago, se dejaron secar durante 72 h al ambiente y se almacenó hasta la siembra.

La siembra de las semillas fueron en charolas de polietileno de 128 cavidades el 23 de febrero, el sustrato usado a base de peat moss y cubierta con una capa delgada de vermiculita, se trasplantó el 13 de abril de 2018 en camas biointensivas, cuando las plantas presentaron tres a cuatro hojas verdaderas se establecieron en camas de 11 m de largo y 50 cm de ancho.

Durante el desarrollo del cultivo se aplicó solución nutritiva de ácidos húmicos 0.5 L por cada 10 litros de agua. El sistema de riego fue por goteo con un suministro de agua de 1 L por planta hasta la etapa inicial, antes de la floración y de 2.5 a 3.5 L en la etapa productiva. La aplicación de fertilizantes fue a base de Urea (10 g) y 7.5 g (Triple 17) al trasplante a los 40, 60 y 80 días ddt por planta, se adicionó materia orgánica composteada 32 tha⁻¹. La corrección de deficiencias nutrimentales en plantas endogámicas se realizó con aspersiones foliares con CuSO₄·5H₂O (0.308 gL⁻¹) y MgSO₄·7H₂O (0.0045 gL⁻¹). Para prevenir el ataque de enfermedades se usó Captán (N-(triclorometilitio) ciclohex-4-en-1,2-dicarboximida) 2 kg ha⁻¹. Cuando las plantas iniciaron la emisión de yemas axilares se eliminaron en su totalidad, dejando un solo tallo, el tutoreo se realizó con rafia. Para prevenir el ataque por gallina ciega se usó un insecticida granulado Pounce 0.4G® (Permetrina: 3 fenoxibencil (1RS)-ds, trans-3-(2,2-diclorovinil)-2,2 dimetil ciclopropano carboxilato) 8 g por metro lineal, debido a la incorporación de estiércol de bovino composteado. El deshierbe fue en forma manual.

El diseño experimental fue completamente al azar con ocho tratamientos y seis repeticiones considerando una planta por unidad experimental, dando un total de 48 plantas, se evaluó la cosecha del racimo dos, cuatro y seis, se seleccionó un fruto por racimo por planta, se realizaron 3 cosechas (48, 65, 92 ddt). Las variables evaluadas

fueron: longitud de fruto (LF) diámetro de fruto (DF) peso de fruto (PF) en los racimos número dos, cuatro y seis en base a estas variables se estimó la calidad estándar del fruto. El análisis estadístico se realizó un ANAVA en el paquete estadístico SAS (V 9.0) de Microsoft para Windows y los tratamientos estadísticamente diferentes se sometieron una prueba de comparación de medias (Tukey $\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ANAVA de la evaluación de la morfología del fruto de las progenies de tomate endogámicos S_2 y F_2 , presentan en ambas generaciones filiales S_2 y F_2 una amplia variabilidad, que la longitud, diámetro y peso de fruto, se determinó que presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en las diferentes fechas de muestreo. Los CV (%) resultaron bajos, con excepción del peso de fruto en el racimo 2, donde se presentó una mayor variabilidad entre los datos muestreados con coeficiente de variación 22.8% (Cuadro 1); sin embargo, se pueden considerar que se encuentran entre los límites de aceptación experimental. Aunque se presenta una amplia variabilidad, entre cada genotipo evaluado puede existir diferencias en tamaño, forma y peso (Cuadro 1).

Cuadro 1. ANAVA de variables agronómicas y rendimiento de poblaciones de jitomate saladette S_2 y F_2 , en el ciclo (P-V, 2018).

F.V	Gl	LFR2	LFR4	LFR6	DFR2	DFR4	DFR6	PFR2	PFR4	PFR6
Trat	7	2191.8 3**	3115.87 **	5104.31 **	1598.49 **	1760.05 **	5104.31 **	24420.0 6**	29594.5 8**	20267.2 8**
Error	40	42.88	23.28	35.02	37.28	35.17	35.02	470.25	162.98	356.78
Total	47	17058. 2	22742.6 9	37131.3 8	12680.9 5	13727.2 5	37131.3 8	189750. 51	213681. 55	156142. 41
CV(%)		11.5	8.1	9.5	13.9	12.5	9.5	22.8	12.7	21.4

*, ** = Diferencias significativa y altamente significativa ($P \leq 0.05, 0.01$); FV = Fuente de variación; gl = grados de libertad; LFR2, 4 y 6 = longitud de fruto en racimos 2, 4 y 6 (mm); DFR2, 4 y 6 = Diámetro de fruto en racimos 2, 4 y 6 (mm); PFR2, 4 y 6 = Peso de fruto en racimo 2, 4 y 6 (g).

La prueba de comparación de medias (Tukey $\alpha = 0.05$) se obtuvo que para las variables longitud, diámetro y peso de frutos las progenies de los genotipos Germany F_2 (tipo bola) Córdoba S_2 (Tipo guaje) son los que presentan los valores promedios estadísticos superiores, con excepción del diámetro de fruto en donde la progenie diamante S_2 presenta mayor diámetro, esta cualidad se debe a este es de tipo de tomate es de fruto es bola.

En cuanto a las progenies Rock F_2 y Chocolate F_2 (ambos tipos Cherry) presentan los valores promedios más bajos estadísticamente, en este caso por ser frutos de menor tamaño (Cherry) en ambos casos (Cuadro 2).

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron se puede considerar que los frutos del genotipo de Germany F_2 a pesar de tener los valores promedios de mayor magnitud en cuanto a longitud de 8.41 cm y peso de fruto de 184.7 g, no representa uno de los tipos de tomate más comerciales, su fruto tiene una consistencia blanda y puede sufrir daños fácilmente durante el transporte; mientras que Córdoba S_2 con media de longitud de 9.1 cm y un peso de 169.10 g, aunque no presenta el valor promedios más alto, se encuentra en el mismo grupo estadístico, su fruto de calidad (firmeza, color, forma) superior a la de Germany F_2 .

Al realizarse la estimación de rendimiento de las progenies de tomate evaluados, se obtuvo que el genotipo Germany en los tres racimos evaluados fue de 554.1 g por planta; mientras que en el genotipo Córdoba S_2 fue de 507.30 g por plantas; los genotipos más afectadas en cuanto a la media de rendimiento los genotipos de Rock F_2 y Chocolate F_2 .

Cuadro 2. Cuadro de comparación de medias en poblaciones de jitomate saladette S₂ y F₂.

Trat	Genotipo	LFR2	LFR4	LFR6	DFR2	DFR4	DFR6	PFR2	PFR4	PFR6
5	Germany F ₂	73.00 a	88.33 a	91.16 b	75.66 a	76.00 a	87.83 a	196.17 a	201.46 a	156.47 a
4	Córdoba S ₂	79.16 a	85.00 a	109.50 a	34.16 cde	40.66 c	42.16 c	163.33 ab	180.00 a	163.98 a
3	Diamante S ₂	56.96 b	47.76 c	47.78 d	59.48 b	63.58 b	65.26 b	133.45 bc	115.21 b	89.48 b
1	Romana S ₂	79.00 a	75.83 b	77.66 c	44.83 c	59.16 b	58.50 b	100.00 cd	136.00 b	134.50 a
2	Garras S ₂	54.97 b	67.35 b	67.66 c	38.50 cd	42.16 c	43.66 c	66.41 de	90.23 c	73.00 bc
7	Cherokee F ₂	30.16 c	34.16 d	40.16 de	41.83 cd	37.50 cd	43.00 c	37.32 e	33.05 d	38.83 cd
6	Rock F ₂	40.85 c	40.00 cd	30.66 e	30.71 de	32.93 d	30.66 d	33.43 e	33.00 d	34.37 d
8	Chocolate F ₂	38.50 c	33.66 d	32.00 e	25.66 e	26.16 d	26.00 d	30.60 e	14.91 d	13.83 d

(Tukey $\alpha = 0.05$) LFR2 = Longitud de fruto en racimo 2; LFR4 = Longitud de fruto en racimo 4; LFR6 = Longitud de fruto en racimo 6 (mm); DFR2 = Diámetro de en racimo 2; DFR4 = Diámetro de fruto en racimo 4; DFR6 = Diámetro de fruto en racimo 6 (mm); PFR2 = Peso de fruto en racimo 2; PFR4 = Peso de fruto en racimo 4; PFR6 = peso de fruto en racimo 6 (g)..

El rendimiento estimado por ha fue de 27.70 para las progenies de Germany F₂, mientras que Córdoba S₂ presentó un rendimiento estimado de 25.36 tha⁻¹ respectivamente; ambos casos se consideró una densidad de 25 mil plantas por hectárea (Figura 1).



Figura 1. Cultivo de plantas endogámicas S₂ y F₂ de tomate: a) panorama general; b) Romana S₂; c) Cherokee F₂; d) Rock F₂; e) Córdoba S₂; f) Chocolate F₂.

En investigaciones realizadas por Vázquez (2010) al evaluar variables morfoagronómicas de colectas de tomate del centro y sureste de México encontró que el peso de fruto desde tipo saladette hasta tipo tomatillo encontraron un rango desde 16.0 a 87.9 g por fruto una longitud desde los 24 hasta los 63 mm; donde las colectas GUE-79 y GUE-80 presentaron los más altos valores promedio; estos resultados se pueden considerar como promisorias para fines de explotación comercial al menos por su precocidad y productividad; en esta investigación se validan esos resultados y en las progenies S₂ y F₂ evaluadas dado que existen genotipos que sobrepasan los valores promedios señalados anteriormente y pueden ser importantes en un programa de mejoramiento genético.

Por otro lado, las aportaciones de Gaspar *et al.* (2012) determinó que el diámetro de fruto en líneas avanzadas encontró un rango de 51 a 63 mm; se considera que el diámetro y volumen del fruto depende de la extensibilidad epidermal (Thompson, 2001), aunque el aspecto genético es sobresaliente, en esta investigación los resultados son similares ya que presentan un rango más amplio pero que tiende a distribuirse de manera semejante, se obtuvo que las progenies evaluadas y en cuanto a la forma del frutos si presentaron rasgos parecidos a los progenitores de los cuales provenían.

De acuerdo con esta investigación los resultados muestran que las progenies de tomate S_2 y F_2 donde su comportamiento del peso del fruto del racimo dos y anterior al racimo ocho los frutos tienden a decrecer en sus calidades físicas como pueden ser peso, longitud y diámetro en este sentido Suarez *et al.* (2018) al realizar un estudio económico de cantidades de racimo y fruto por racimo y determinar la calidad del fruto, concluyeron que a medida que se incrementa el número de racimos en una planta a partir del racimo cinco o superior, estos tienden a presentar menor calidad, aunque los rendimientos productivos sean mayores, los mismo afirma Quintana *et al.* (2016) para ellos aseguran que hasta el racimo 12 los productores se ven beneficiados en el rendimiento, no en la calidad.

Los resultados mostraron que los caracteres complejos o de herencia cuantitativa como rendimiento, diámetro y peso de fruto, y número de frutos por racimo, estos coinciden con los principios teóricos de herencia poligénica (Molina, 1992; Falconer y Mackay, 1996); y aquellas líneas avanzadas que presenten características sobresalientes deben de considerarse importantes para un programa de mejoramiento o para realizar la comercialización siempre y cuando se cubran los grados de calidad que se establecen en las norma de consumo en fresco de acuerdo a la legislación vigente en cada país. Una adecuada selección de los híbridos, variedades pueden contribuir ampliamente para los productores, ya que estos pueden establecer sus cultivos asegurar adecuados rendimientos que permita aumentar sus ingresos económicos.

CONCLUSIONES

Los frutos de las progenies S_2 y F_2 de tomate tipo saladette bola y cherry son una alternativa para la siembra ya que las progenies pueden producir frutos de calidad, aunque la amplia variabilidad afecte los rendimientos totales.

Las características de calidad como lo es la longitud, diámetro y peso de fruto en las progenies de S_2 y F_2 son el resultado de la herencia genética de los progenitores del cual provienen y aunque presentan amplia variabilidad genética, la determinación del carácter genético a estudiar, al ser un carácter cuantitativo y de compleja regulación génica, su expresión final puede deberse efecto de la interacción del efecto ambiental y genético.

Los rendimientos de frutos de las progenies de Germany F_2 y Córdoba S_2 se obtuvieron los valores promedios más altos, mientras que los genotipos Cherokee F_2 y Chocolate F_2 presentaron los más bajos.

Potencialmente se considera el establecimiento de plántulas que se deriven de semillas de F_1 de híbridos comerciales, sin embargo, su comportamiento productivo puede presentar una amplia variabilidad que es una limitante productiva, pero también existen genotipos de alta productividad, de donde se seleccionan, los más sobresalientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams SR; Cockshull KE and Cave RJ (2001). Effect of temperatura on the growth and development of tomato fruits. *Annals of Botany*. 88: 869-877.

- Baena D; Vallejo FA y Estrada EI (2003). Avance generacional y selección de líneas promisorias de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) tipo chonto y milano. *Acta Agronómica* 5: 1-9.
- Barrett, DM; Beaulieu JC; Shewfelt R (2010). Color, Flavor, Texture, and Nutritional Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Desirable Levels, Instrumental and Sensory Measurement, and the Effects of Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50:369–389. DOI:10.1080/10408391003626322
- Causse M; Damidaux R y Rouselle P (2007). Traditional and enhanced breeding for quality traits in tomato. En: Razdan, M.K. and A.K. Mattoo (eds.), pp. 153-192. *Genetic Improvement of Solanaceous Crop, Vol. 2: Tomato*. Science Publishers. Enfield, New Hampshire, USA. 658 p.
- CODEX STAN 293 (2007). Norma para el tomate de la FAO.
- Falconer DS y Mackay TFC (1996). *Introduction to Quantitative Genetics*. Prentice Hall. Malaysia, 464 p.
- FIRA (2016). Panorama Agroalimentario. Tomate Rojo. Dirección de investigación y evaluación económica y sectorial. Fideicomisos Instituidos en relación con la agricultura. 1-35 p. [ONLINE] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_Tomate_Rojo_2016.pdf.
- Foolad RM (2007) Genome mapping and molecular breeding of tomato. *Int. J. Plant Genomics* 2007:1-52.
- Gaspar-Peralta P, JC Carrillo-Rodríguez, JL Chávez-Servia, AM Vera-Guzmán, I Pérez-León (2012). Variación de caracteres agronómicos y licopeno en líneas avanzadas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Phyton. Revista Internacional De Botánica Experimental International Journal Of Experimental Botany*. 81: 15-22.
- Grijalba C, RL; Robles C, F; y Macías D, R (2009). Híbridos de tomate para la producción de invernadero en el noroeste de sonora. Folleto técnico número 1 centro de investigación regional del noroeste. Campo experimental de costa de Hermosillo.
- Grijalba C, RL; Macías D, R; y Robles C, F (2011). Comportamiento de híbridos de tomate bola en invernadero bajo condiciones desérticas del noroeste de sonora. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14: 675 – 682.
- Guimarães M; DaSilva DJH; Fontes PCR; Caliman FRB; Loos RA y Stringheta PC (2007). Produção e sabor dos frutos de tomateiro submetidos a poda apical e de cachos florais. *Hortic. Bras.* 25(2): 265-269.
- Hernández-Leal E; Lobato-Ortiz R; García-Zavala JJ; Reyes-López D; Méndez-López A; Bonilla-Barrientos O y Hernández-Bautista A (2013). Comportamiento agronómico de poblaciones F₂ de híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 36 (3): 209 – 215.
- Herrera H; Hurtado-Salazar A; y Ceballos-Aguirre N (2015). Estudio técnico y económico del tomate tipo cereza élite (*Solanum lycopersicum* L. var. Cerasiforme) bajo condiciones semicontroladas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 9(2): 290-300.
- Jarne P, D Charlesworth (1993). The evolution of the selfing rate in functionally hermaphrodite plants and animals. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 24:441-466.
- Juárez LGF; Sánchez del C F; Contreras ME (2000). Efectos del manejo de esquejes sobre el rendimiento de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía. *Rev. Chapingo S. Hort.* 6:19-23.
- Molina GJD (1992). Introducción a la genética de poblaciones y cuantitativa: Algunas implicaciones en genotecnia. AGT Editor. México, D.F. 349 p.
- Monte JA; De Carvalho DF; Medici LO.; Da Silva DBL & Pimentel C (2013). Growth analysis and yield of tomato crop under different irrigation depths. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17 (9): 926–931.
- NMX-FF-031 (1998). Productos alimenticios no industrializados para consumo humano. Hortalizas frescas. Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Normas mexicanas. Dirección general de normas. 1-15 p.
- Poehlman JM y Allen DS (2003) *Mejoramiento Genético de las Cosechas*. Ed. Limusa. D.F., México. pp:172-176.
- Quintana-Baquero RA; Balaguera-López HE; Álvarez-Herrera JG; Cárdenas-Hernández JF; Pinzón EH (2016). Efecto del número de racimos por planta sobre el rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 4 (2): 199-208.
- Raiola, A; Tenore, GC, Barone, A; Frusciante, L; and Rigano, MM (2015). Vitamin E Content and Composition in Tomato Fruits: Beneficial Roles and Bio-Fortification. *Int. J. Mol. Sci.* 16: 29250–29264; Doi:10.3390/ijms161226163 www.mdpi.com/journal/ijms.

- Rivera ML; Quiroga Martín MI; González Erbin O y Moraga (2013). Postcosecha de tomate. Laboratorio de Postcosecha E.E.A. Mendoza Centro Regional Mendoza-San Juan, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 6, 1-6.
- Robertson LD y Labate JA (2007). Genetic resources (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and wild relatives. En: Razdan, M.K. and A.K. Mattoo (eds.), pp. 25-75. Genetic Improvement of Solanaceous Crop, Vol. 2: Tomato. Science Publishers. Enfield, New Hampshire, USA. 658 p.
- Suárez O; Hurtado-Salazar A; Ceballos-Aguirre N (2018). Número de racimos y la sostenibilidad económica del tomate bajo condiciones semicontroladas. Temas agrarios. 23(1): 55 – 61.
- Scott J W (2008). Fresh market tomato breeding in the USA. Acta Hort. 789:21-26.
- Thompson DS (2001). Extensiométric determination of the rheological properties of the epidermis of growing tomato fruit. Journal of Experimental Botany. 52: 1291–1301.
- Vásquez-Ortiz R; Carrillo-Rodríguez JC; Ramírez-Vallejo P (2010). Evaluación morfo-agronómica de una muestra del jitomate nativo del Centro y Sureste de México. Naturaleza y Desarrollo. 8 (2): 49-64.
- Wang and Seymour (2017). Tomato Flavor: ¿Lost and Found? Molecular Plant. <http://dx.doi.org/10.1016/j.molp.2017.04.010>
- Yebirzaf Y; Derbew B; and Kassaye T (2016). Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Yield and Fruit Quality Attributes as Affected by Varieties and Growth Conditions. World Journal of Agricultural Sciences 12 (6): 404-408. DOI: 10.5829/idosi.wjas.2016.404.408.

EVALUACIÓN DE LÍNEAS ENDOGAMICAS DE MAÍZ DERIVADAS DE HIBRIDOS COMERCIALES

Daniel Huerta-Santoyo^{1§}; Francisco Chablé-Moreno¹; J. Gabriel Ramírez-Pimentel¹; Estéfana Alvarado-Bárcenas¹

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque, Km.8 Carretera Celaya-JR

[§]Autor responsable: daniesantoy@hotmail.com

RESUMEN

Se estudió las características agronómicas de líneas de maíz (*Zea Mays* L.) altamente homocigótica y de alto rendimiento derivadas de híbridos de maíces comerciales adaptados a las condiciones del bajo, para emplearlas como progenitoras de híbridos de cruce simple. Los genotipos evaluados fueron 18 líneas de maíz blanco derivados de híbridos comerciales de maíz a los cuales se les aplicó 2 fertilizaciones y 3 riegos durante el desarrollo del cultivo. La autofecundación se realizó entre los 70 a 82 días, durante el inicio de la inflorescencia femenina se cubrió con bolsas glassine, la inflorescencia masculina con una bolsa de papel estraza para realizar la autofecundación. La cosecha se hizo de forma manual, el secado fue natural y el beneficio de la semilla fue manual. Las variables evaluadas fueron: Altura de planta (AltP) (cm), Número de hojas (NH), Peso de mazorca (Pmz), Longitud de mazorca (LMz), Número de hileras (NoHil), Granos por hilera (Grhil), Longitud de olote (LogOlot). el análisis de los datos recabados fue realizado con el programa estadístico SAS versión 9.4, se realizó un análisis de varianza y si estos presentaban diferencias significativas se aplicó una comparación de medias aplicando la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). Los resultados más sobresalientes fueron de las líneas mediante el análisis de varianza presentaron diferencias altamente significativas, para la variable altura de planta destacó el genotipo Sultán, en cuanto a la variable número de hojas destacó SULTÁN, en cuanto a la variable peso de mazorca SEQ destacó sobresalientemente, la variable longitud de mazorca DZ1 y SULTÁN tuvieron los valores más relevantes, la variable número de hileras presentó su valor más relevante de SAN PEDRO, en cuanto a los granos por hilera destaca sobresalientemente SAN PEDRO, la variable longitud de olote presentó en SULTÁN Y SEQ los promedios más sobresalientes.

Palabras clave: Líneas, maíz, endogamia

SUMMARY

The agronomic characteristics of highly homozygous and high yield maize lines (*Zea Mays* L.) derived from hybrids of commercial maize adapted to shoal conditions were studied, to be used as progenitors of simple cross hybrids. The genotypes evaluated were 18 lines of white corn derived from commercial hybrids. of corn to which 2 fertilizations and 3 irrigations were applied during the development of the crop. The self-fertilization was carried out between 70 and 82 days, during the beginning of the female inflorescence was covered with glassine bags, the male inflorescence with a brown paper bag to perform the self-fertilization. The harvest was done manually, drying was natural and the benefit of the seed was manual. The evaluated variables were: Height of plant (AltP) (cm), Number of leaves (NH), Weight of ear (Pmz), Length of ear (LMz), Number of rows (NoHil), Grains per row (Grhil), Length of corn (LogOlot). The analysis of the data collected was performed with the statistical program SAS version 9.4, an analysis of variance was performed and if these presented significant differences, a comparison of means was applied by applying the Tukey test ($\alpha = 0.05$). The most outstanding results were of the lines through the analysis of variance presented highly significant differences, for the variable plant height highlighted the Sultán genotype, regarding the variable number of leaves highlighted SULTÁN, regarding the cob weight variable SEQ highlighted outstandingly, the variable length of ear DZ1 and SULTÁN had the most relevant values, the variable number of rows presented its most relevant value of SAN PEDRO, as far as the grains per row outstandingly stands out SAN PEDRO, the variable length of olote presented in SULTÁN And SEQ the most outstanding averages.

Keywords: Lines, corn, inbreeding

INTRODUCCIÓN

El maíz se cultiva bajo una gran variedad de ambientes tanto de clima y suelos (Beyona *et al.* 2010). A pesar de su importancia, son bajos los promedios de producción en México con 2.9 t ha⁻¹ (SIAP, 2015), esto se debe en gran medida al empleo de semillas criollas (Virgen *et al.*, 2016). Aunque existen semillas híbridas con altos rendimientos producidas por compañías transnacionales como: Monsanto, Pioneer, Syngenta, Dekalb, Asgrow, Dows Agrosiences, también son empleadas por compañías nacionales con poca participación en El Bajío Guanajuatense (Rivas, Semillas Rica, Semillas Correa, Berentsen, Cincinatti Seed), en ambos casos las semillas tienen alto costo, inclusive llega a ser inaccesible a productores rurales. La producción de líneas para formar híbridos es cara y requiere de mayor tiempo. Ante ello se deben impulsar programas nacionales de producción de semillas de calidad con tecnología propia (González *et al.*, 2008).

La formación de híbridos de maíz consiste en la obtención de las líneas por autopolinización controlada; una línea se produce mediante autofecundación y selección hasta que se obtienen plantas aparentemente homocigóticas después de cinco a siete generaciones, esto provoca reducción en el vigor de la planta (Márquez, 1988). En el mejoramiento moderno de plantas es importante el conocimiento relativo al componente genético de los materiales usados como progenitores en un programa de hibridación, debido a que se conoce que hay progenitores que se combinan bien para la formación de progenies híbridas altamente productivas. Mediante el conocimiento de la aptitud combinatoria de los progenitores, el investigador logra una mayor eficiencia en su programa de mejoramiento si éste selecciona líneas con un buen comportamiento promedio en una serie de cruzamientos e identifica combinaciones híbridas específicas con un comportamiento superior a lo esperado, con base en el promedio de líneas que intervienen en el cruzamiento (Cervantes 2014).

Con base en lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar las características agronómicas y específicas de 18 líneas altamente homocigóticas y de alta capacidad de rendimiento, derivadas de híbridos de maíces comerciales adaptados a las condiciones del bajío, para emplearlas como progenitoras de híbridos de cruce simple. La hipótesis fue que las líneas evaluadas tendrán alta capacidad de rendimiento y características agronómicas similares o superiores a los híbridos comerciales de los cuales se derivan.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el campo experimental del área de posgrado del Instituto Nacional de México-Roque (ITR) en el km 8 de la carretera Celaya-JR, con ubicación geográfica de 20°34'51.7"N 100°49'40.2"W. Clima semiseco, durante el ciclo de cultivo se presentó una temperatura máxima de 28.6°C y una mínima de 12.3°C de marzo a agosto de 2017 (INIFAP, 2017). La siembra se estableció en el ciclo (P-V, 2017), se dieron cuatro riegos durante el ciclo productivo y una fertilización (240-40-00) la cual se dividió en dos aplicaciones el 50% de nitrógeno (N) y el 100% del fosforo (P) durante de la siembra y el resto del (N) a los 40 días de siembra (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. Las líneas a evaluar fueron 18 líneas de maíz blanco derivados de híbridos comerciales. La cosecha se realizó de forma manual cuando se observó madurez fisiológica, el secado fue natural y el beneficio de la semilla fue manual. Las variables evaluadas fueron: Altura de planta (AltP) (cm), Número de hojas (NH), Peso de mazorca (Pmz), Longitud de mazorca (LMz), Numero de hileras (NoHil), Granos por hilera (Grhil), Longitud de olote (LogOlote). Para el análisis de los datos recabados durante la investigación fue necesario el uso de un programa estadístico que pudiese arrojar los resultados de una manera adecuada, este se realizó con el programa estadístico SAS versión 9.4, en este se realizó un análisis de varianza

y si estos presentaban diferencias significativas se aplicó una comparación de medias aplicando la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características agronómicas y de rendimiento de las líneas evaluadas en el ciclo (P-V, 2017), de las cuales los resultados de la prueba de comparación de medias (Tukey ≤ 0.05) dio como resultado que las líneas que presentaron los valores promedio estadísticamente superiores en altura de las líneas de maíz, fue la línea Sultán con un valor de 272 cm, el valor medio estuvo representado por la línea Puma con un valor de 180 cm, el valor promedio más bajo se presentó en la línea caimán con un valor de 144.33 (Cuadro 1). En cuanto al número de hojas la línea que presentó el valor promedio más alto fue sultán con un valor de 16 hojas, el valor medio promedio lo tiene la línea Cardenal con un valor de 12.33 hojas, en cuanto al valor promedio más bajo fue de la línea Magno con un valor de 11 hojas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Prueba de comparación de medias de altura de plantas y número de hojas de 18 genotipos de maíz provenientes de regeneración in vitro (P-V, 2017).

N. Prog	Genotipo	Altp¶	NH¥	PMz€
1	Sultán	272a	16 a	195.5 bc
2	San pedro	271.333a	16 a	221.0 a
3	P3055	219.333b	15.66 a	128.5 fg
4	7 Leguas	210.667bc	12 a	165.6 cdf
5	SRSD	208bc	12 a	163.2 cdf
6	DEK	206bc	13.33 a	200.9 ab
7	INF	188bc	13 a	198.5 bc
8	Cardenal	186.667cd	12.33 a	202.5 ab
9	Puma	180cde	12 a	199.6 bc
10	SEQ	173.33def	12 a	223.5 a
11	DZ1	167.33def	14.2 a	181.2 bcd
12	MAY10	165.33defg	13.33 a	159.4 dfg
13	KM27	164.66defg	12.33 a	198.5 bc
14	Magno	164defg	11 a	211.4 ab
15	3 Valles	162.66efg	11.66 a	179.1 bcd
16	Canelo	157fg	13 a	152.0 dfg
17	CRM30	148.66g	12.66 a	99.0 g
18	Caimán	144.33g	12.22 a	162.2 cdf

Los valores con la misma letra en cada variable son estadísticamente iguales entre los diferentes tratamientos (Tukey $\leq, 0.05$), ¶ = Altura de planta, ¥ = Número de hojas, € peso de mazorca.

La variable peso de mazorca el genotipo que presentó el valor promedio más alto fue SEQ. de 223.5 gramos, en cuanto al valor medio promedio presentado para esta variable se encuentra el genotipo 3 VALLES, con un peso promedio 179.1 gramos, en cuanto al valor promedio más bajo se encuentra el genotipo CRM30 con un valor de 99 gramos (Cuadro 1). Las características agronómicas y de rendimiento de las líneas evaluadas en el ciclo (P-V, 2017), de las cuales los resultados de la prueba de comparación de medias (Tukey ≤ 0.05) determino que las líneas que presentaron los valores promedio estadísticamente superiores para la variable longitud de mazorca, DZ1 con un valor promedio de 20 centímetros, con respecto al valor medio promedio de 15.66 centímetros correspondiente a el genotipo P3055. El valor promedio más bajo correspondiente a esta variable lo tiene el genotipo Magno con 13.33 centímetros (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias de variables agronómicas evaluadas en campo de 18 genotipos LMz (Longitud de mazorca), NoHil (Numero de hileras), GrHil (Granos por hilera), (LogOlot)

N. Prog	Genotipo	LMz	NoHil	GrHil	LogOlot
1	Sultán	19.33a	12.66a	20.33 a	19.93a
2	San pedro	14.66a	16.33a	28.33 a	14.66a
3	P3055	15.66a	14.66a	16 a	15.66a
4	7 Leguas	14.33a	11.33a	35 a	15.33a
5	SRSD	15a	14a	27 a	15 a
6	DEK	16a	13.33a	20.33 a	16 a
7	INIFAP	15.33a	13.25a	24.33 a	15.33a
8	Cardenal	15a	16a	24.67 a	15 a
9	Puma	17.66a	15.33a	26 a	17.66a
10	SEQ	16a	12a	32 a	19 a
11	DZ1	20a	14a	24.67 a	20 a
12	MAY10_	16a	12a	15 a	16 a
13	KM27	16.66a	16.66a	28.67 a	16.66a
14	Magno	13.33a	14a	18.33 a	13.33a
15	3 Valles	18a	16a	21 a	18 a
16	Canelo	16a	16a	24.33 a	16 a
17	CRM30	16.67a	14a	16.33 a	16.66 a
18	Caimán	14a	14.66a	18.33 a	14 a

Longitud de olote. Cifras con la misma letra en cada variable son estadísticamente iguales entre los diferentes tratamientos (Tukey \leq , 0.05). La variable número de hileras el valor promedio más alto lo tiene el genotipo KM27 con un valor de 16.66 hileras, en cuanto a el valor promedio medio para esta misma variable lo tiene el genotipo Sultán con un valor de 12.66 hileras. El valor promedio más bajo correspondiente para esta variable lo tiene genotipo 7 leguas con 11.33 hileras. La variable granos por hilera en cuanto a los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias dio como valor promedio más alto el genotipo KM27 con un valor de 28.67 granos, en cuanto al valor medio para esta variable el genotipo INIFAP con el valor de 24.33 hileras, el valor promedio más bajo lo tiene el genotipo MAY10 con un valor de 15 hileras. La variable longitud de olote el valor más alto corresponde al genotipo DZ1 con un valor de 20 centímetros en cuanto al valor medio para esta variable corresponde al genotipo KM27 con valor de 16.66 centímetros, con respecto al valor promedio más bajo fue del genotipo caimán con un valor correspondiente a 14 centímetros.

CONCLUSIÓN

El establecimiento de las líneas en el campo experimental del instituto Nacional de México-Roque se realizó a cabo con éxito, así como el manejo agronómico que conllevó el cultivo desde el momento de la siembra, así como los riegos y las fertilizaciones aplicadas al cultivo durante el ciclo. El proceso de endogamia se realizó en un periodo de 70 a 82 días después de establecimiento. Esta herramienta es una técnica potencial para fortalecer los programas de mejoramiento de maíz.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque, por proporcionar los insumos necesarios para llevar a cabo el experimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 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.
- Cervantes, F., Gasca, M., Andrio, E., Mendoza, M., Guevara, L., Vázquez, F., & Rodríguez, S. (2014). Densidad de población y correlaciones fenotípicas en caracteres agronómicos y de rendimiento en genotipos de maíz. *Ciencia y tecnología. agrop.*, 9-16.
- 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.
- Gutiérrez, Emiliano; Espinoza, Armando; Palomo Gil, Arturo; Lozano, José Jaime; Antuna, Oralia Aptitud combinatoria de híbridos de maíz para la comarca lagunera *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 27, núm. Es1, septiembre, 2004, pp. 7-11 Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México.
- Márquez, S.F. 1988. *Geotecnia vegetal: métodos, teoría, Resultados*. Tomo II. Ed. AGT Editor, México, D.F.
- SAS (2002). *Statistical Analysis System. User's guide version 9.0: Statistics*. SAS Institute Inc, Cary, NC
- SIAP (2013). *Situación actual y perspectiva del maíz en México 1996-2012*, México, D.F. SIAP. <http://www.siap.gob.mx/>
- 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.

INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE EN EL CULTIVO DE MAÍZ UTILIZANDO MODELOS DINÁMICOS

Marlen Cuevas Vázquez^{1*}; María E. Rojo García¹; Ricardo Yáñez Lopez²; Luis P. Guevara Acebedo²;
Daniel Rodríguez Mercado²; Hugo C. Cisneros López²

¹Estudiantes de ingeniería; ²Docente, Tecnológico Nacional de México / I T Roque, Km. 67 Carretera Juventino Rosas, Roque, C. P. 38110, Celaya, Guanajuato, Mex.

*Autor responsable: 15980484@itroque.edu.mx

RESUMEN

Con el propósito de caracterizar las áreas de maíz de temporal de Guanajuato, se analizó el rendimiento de grano de dos genotipos "A-791" tardío y "PUMA" corto, mediante modelos de simulación que incluyen variables de tipo de suelo, profundidad y disponibilidad de humedad. El algoritmo matemático utilizado fue el MSPEC-Maíz para la evaluación de genotipos en distintos ambientes incorporado al SIMPEC 3.1. Utilizando los sistemas de información geográfica se representaron los resultados de manera espacial. A los resultados de rendimiento para cada estación se les calculó la probabilidad de excedencia al 80% de probabilidad acumulada. Los resultados indican que el genotipo A-791 tiene mejor desempeño en los municipios del centro sur del estado mientras que en caso del genotipo Puma destaca en los municipios noroeste, esto debido a que por haber menor disponibilidad de humedad el genotipo de ciclo largo tiene problemas con estrés por sequía y por lo tanto su crecimiento y desarrollo es limitado, mientras que el genotipo de ciclo corto tiene mayor posibilidad de completar el ciclo con menor exposición a estrés y por esta condición logra mayor producción. La selección del mejor genotipo es relevante cuando se quiere aprovechar al máximo el agro ecosistema.

Palabras clave: Potencial productivo, Modelos ecológicos, Variabilidad climática, Clasificación agroclimática.

ABSTRACT

In order to characterize the rainfed maize areas of Guanajuato, we analyzed the grain yield of two genotypes "A-791" late and "PUMA" short, using simulation models that include soil type variables, depth and moisture availability. The mathematical algorithm used was the MSPEC-Maize for the evaluation of genotypes in different environments incorporated to the SIMPEC 3.1. Using Geographic information systems, the results were represented spatially. The performance results for each station are calculated the probability of exceeding the 80% of accumulated probability. The results indicate that the genotype A-791 has better performance in the municipalities of the Southern center of the state while in the case of the Puma genotype stands out in the northwest municipalities, this because of having lower moisture availability the genotype of long cycle It has problems with drought stress and therefore its growth and development is limited, while the short-cycle genotype is more likely to complete the cycle with less stress exposure and by this condition it achieves higher production. The selection of the best genotype is relevant when you want to make the most of the agro ecosystem.

Key Words: Productive Potential, ecological Models, climatic Variability, agroclimatic Classification.

INTRODUCCIÓN

Un modelo es la representación simplificada de un sistema y son útiles para describir, explicar o comprender mejor la realidad. Los modelos de simulación constituyen una herramienta para entender la complejidad que caracteriza los sistemas ecológicos y ambientales. Tiene la disponibilidad de traducir una colección de hipótesis acerca de procesos ecológicos en una representación de cómo el ecosistema funciona en su totalidad.

El análisis con modelos permite evaluar los impactos tecnológicos, económicos, ambientales, las estrategias productivas y los pronósticos del rendimiento de los cultivos. Su empleo se enfoca generalmente a comprender mejor los problemas y anticipar la realidad que se investiga. Un buen modelo es capaz de revelar interacciones entre los diferentes componentes que no eran evidentes al estudiar cada uno de los procesos separadamente y permitirá ensayar experimentos que no se podrían realizar en el sistema real.

En México se siembran cerca de un millón de hectáreas de maíz de temporal, en condiciones de mediana y baja tecnología (Turrent et al. 1998). En el caso de Guanajuato, el temporal en ocupa más del 50% de la superficie agrícola, esta modalidad de producción es la de mayor vulnerabilidad debido a lo errático del clima; Es común encontrar variaciones del temporal entre regiones y entre años, más aún, si a esto le sumamos las prácticas de manejo poco adecuadas el cuadro se agrava teniendo como resultado baja productividad en este sistema de producción. El maíz es el cultivo con mayor superficie en el estado, los rendimientos varían de manera importante, es en este sentido que el SIAP reporta que para el año 2017 en riego del rendimiento promedio de 8.91 ton/ha, mientras que en temporal el promedio fue de 1.71 ton/ha, no obstante, en regiones del norte del estado se presentaron rendimientos de 300 kg e incluso pérdida total. Sin duda la elección del genotipo es uno de los elementos importantes en el sistema de producción en temporal, por ende, una caracterización de genotipos en las distintas regiones del estado es útil para conocer el comportamiento entre regiones y entre años.

Diversos genotipos de maíz se establecen año con año en Guanajuato, desde semillas mejoradas hasta maíces nativos, la elección de un material con características sobresalientes en cuanto a tolerancia a sequía es indispensable para reducir la vulnerabilidad en la producción de este cultivo. La selección del mejor genotipo es relevante cuando se quiere explotar al máximo el sistema agrícola, la forma tradicional, rápida y económica, es a través de la introducción, prueba y posterior selección de materiales y/o genotipos (Duvick, 1996). La respuesta de los genotipos depende o está en función de cómo interaccionen con el ambiente (Vincent y Woolley, 1972). Un genotipo que tenga un comportamiento medio aceptable en una diversidad de ambientes, se dice que interacciona poco con el ambiente o que es estable. (Finlay y Wilkinson, 1963).

Para lograr una agrupación adecuada de ambientes basada en la identificación de problemáticas comunes se debe considerar las relaciones del rendimiento de grano, tanto con factores físicos (precipitación, altitud, suelo, etc.) como fitopatológicos. Sin embargo, la identificación de factores que sean de utilidad, su registro y el entendimiento de las relaciones con la respuesta del cultivo, son tareas difíciles, por lo que la forma práctica de describir las asociaciones entre sitios de prueba, se basa en el propio rendimiento del cultivo (Peterson y Pfeiffer, 1989; Westcott, 1987). Shorter et al. (1991), al discutir diversos enfoques que involucran el mejoramiento genético, la fisiología y los modelos de simulación, para evaluar la adaptación de genotipos en ambientes específicos, indican que los modelos de simulación proveen los medios para identificar y priorizar algunos caracteres de adaptación de manera cuantitativa a través de un amplio rango de ambientes específicos

Los modelos de simulación representan una opción para la evaluación de genotipos en distintos ambientes reduciendo los costos, el tiempo en la obtención de resultados y la exploración de mayor numero de ambientes, es por lo anterior que el objetivo de este trabajo es el de evaluar dos genotipos de maíz de ciclo corto y tardío utilizando un modelo de simulación en las áreas agroclimáticas de Guanajuato con variables como tipo de suelo, profundidad y disponibilidad de humedad.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La presente investigación se realizó en el Instituto Tecnológico de Roque, ubicado en los 20.579444° latitud norte y -100.82500° longitud este con altura de 1760 msnm. Para realizar el trabajo se utilizó un modelo de simulación que integrara la información del cultivo para la estimación de la fenología, suelo y sus propiedades hidráulicas, disponibilidad de humedad mediante el balance de humedad del suelo, radiación disponible para el cultivo, producción de materia seca y su distribución en los distintos órganos de la planta.

Modelo de simulación. Para llevar a cabo este estudio se utilizó un modelo de simulación del crecimiento del cultivo de maíz desarrollando por Quijano y col., (1991), el cual se considera los siguientes procesos: el desarrollo del cultivo en función de acumulación de calor; potencial de producción de biomasa a partir de la energía disponible; la condición de hidratación del cultivo y su consiguiente efecto sobre la tasa de crecimiento del mismo, como resultado del balance de humedad en el sistema suelo-planta-atmosfera.

Este modelo se incorporó al Sistema de Información denominado SIMPEC 3.1 desarrollado por Quijano *et al.* (2004), el cual permitió alimentar el modelo con las series históricas de 122 estaciones de clima del estado de Guanajuato y las características físicas de los suelos predominantes.

Se utilizaron dos genotipos que fueron A791, que es un genotipo tardío, y Puma (genotipo precoz que comúnmente se utiliza en el temporal). En el Cuadro 1 observamos los requerimientos térmicos de los genotipos utilizados en el estudio.

Cuadro 1. Requerimientos térmicos de genotipos de maíz utilizando temperatura base 10 en las distintas etapas de desarrollo del cultivo.

Etapas fenológicas	A791	PUMA
Emergencia	260	200
Fin de etapa juvenil	580	520
Jiloteo	720	680
Inicio de llenado de grano	896	790
Madurez Fisiológica	1560	1300

Base de datos de clima: Se utilizaron 122 estaciones con series históricas de al menos 10 años y hasta 60 años, a estas estaciones se les calculó el área de influencia con la metodología de Polígonos de Thiessen. Las series climáticas fueron revisadas para la detección de datos aberrantes, en los casos donde esta condición se presentaba los datos eran desechados.

Base de datos de suelo: Con la información de muestreo de perfiles de suelo realizada por INEGI y que tienen disponible en la capa de edafología, se recuperaron los datos de textura y profundidad de suelo, la cual se presenta en términos de porcentaje de arena, limo y arcilla. La información utilizada se obtuvo de capa de edafología escala 1:250,000 que está disponible para descarga en el sitio web de la institución.

Áreas de respuesta homogénea: Los polígonos de Thiessen resultado de la base de datos de clima se unieron a la edafología para determinar las áreas de respuesta homogénea de clima y suelo y con ello definir el total las combinaciones suelo-clima a simular para cubrir el estado de Guanajuato.

Análisis de resultados. Los resultados de rendimiento para cada estación se calculó la probabilidad de excedencia, (al 80% de probabilidad acumulada), esta información se incorporó a las áreas de respuesta homogénea. Mediante el uso de sistemas de información geográfica se construyeron mapas de rendimientos, en áreas con agricultura de

temporal en Guanajuato. Finalmente se compararon los resultados de ambos genotipos para definir la pertinencia en la elección de uno u otro material en las zonas del estado.

RESULTADOS Y DICUSIÓN.

Para generar información en todo el estado se realizaron 39800 simulaciones para cada genotipo, (esto incluye el total de años para cada estación). Los resultados indican que ambos materiales varían en desempeño en las diferentes zonas con temporal en el estado. Los resultados indican que el genotipo A-791 tiene mejor desempeño en los municipios del centro sur de Guanajuato, destacando los municipios de Pénjamo, Abasolo, Yuridia, Moroleón, Uriangato, Acámbaro (Figura 1). En el caso del genotipo Puma destaca en los municipios de San Felipe, Dolores Hidalgo, San Diego de la Unión, San Miguel Allende, San Luis de la Paz, San Diego de la Unión, Jerécuaro, y Coroneo (Figura 2), con rendimientos por arriba de lo que el genotipo de ciclo largo puede obtener. Lo anterior es debido a que por haber menor disponibilidad de humedad, el genotipo de ciclo largo tiene problemas con estrés por sequía y por lo tanto su crecimiento y desarrollo es limitado, mientras que el genotipo de ciclo corto tiene mayor posibilidad de completar el ciclo con menor exposición a estrés y por esta condición logra mayor producción.

La Figura 1 muestra los rendimientos del genotipo A-791 en las áreas de temporal de Guanajuato, donde podemos observar que en el norte y sureste del estado se podrían esperar los rendimientos más bajos, estas zonas coinciden con los las estadísticas de SIAP donde se reportan rendimientos bajos en temporal. En la Figura 2 se presentan los resultados de las simulaciones con el Genotipo Puma, este material presenta buen desempeño en las zona norte de Guanajuato, sobre todo si es comparado con los resultados obtenidos con el A-791.

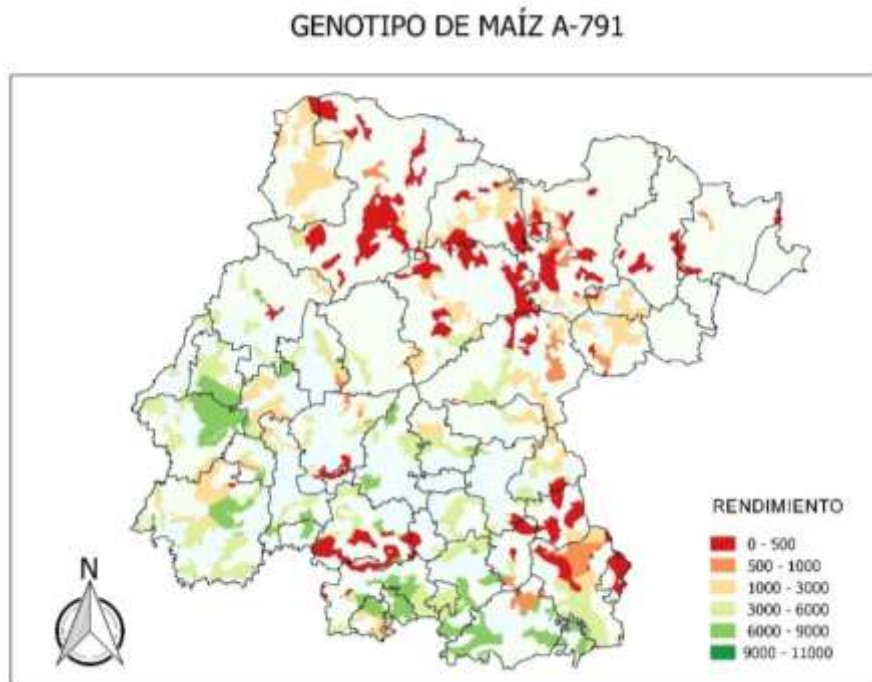


Figura 1. Rendimiento de maíz genotipo A-791 utilizando un modelo de simulación dinámica

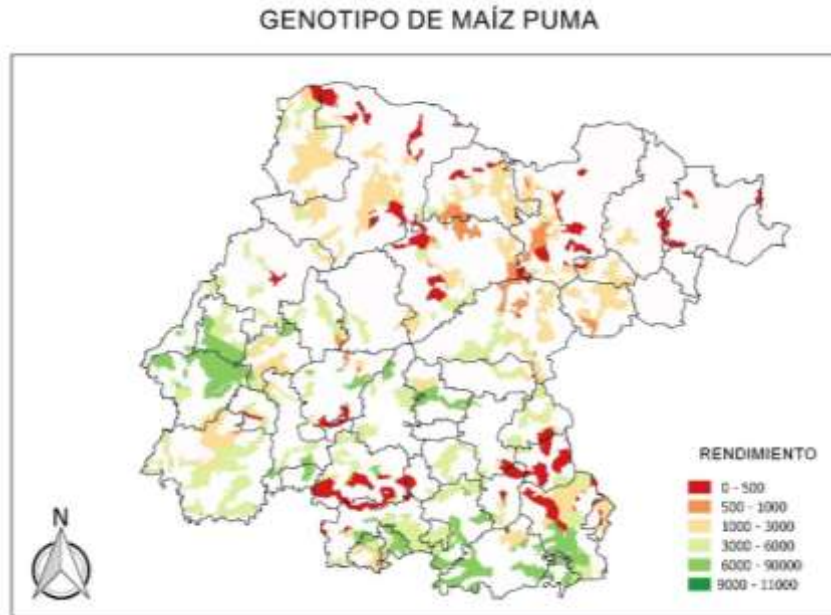


Figura 2. Rendimiento de maíz genotipo PUMA utilizando un modelo de simulación dinámica

Para adaptar genotipos a una región específica Shorter et al. (1991), indican la necesidad de entender los factores ambientales involucrados que condicionan la adaptación a los ambientes, los procesos físicos que influyen en estos factores, y la naturaleza y variación de las respuestas genotípicas a dichos factores. Es importante entender las bases genéticas de los procesos fisiológicos involucrados.

En este estudio se presentan dos genotipos con distintos requerimientos de temperatura, el A791 se requiere una mayor demanda de temperatura en comparación del PUMA. Con los resultados obtenidos tenemos información para elegir con mayores elementos un genotipo con mayor aptitud a cada región. La selección del mejor genotipo es relevante cuando se quiere aprovechar al máximo el agro ecosistema, por lo que este tipo de análisis representa una rápida y económica, para la selección de materiales y/o genotipos (Duvick, 1996).

CONCLUSIÓN

Con base en los datos obtenidos, los modelos de simulación son una herramienta para la elección de genotipos a un ambiente determinado. Además, un modelo de simulación permite manipular posibles respuestas de características específicas de las plantas y si estas son seleccionables, los modelos de simulación constituyen una herramienta muy útil para el mejoramiento genético, para confeccionar genotipos adecuados a condiciones específicas de clima, suelo y manejo agronómico. Los modelos de simulación pueden retroalimentar los programas de selección que deben enfocar sus esfuerzos a la obtención de genotipos eficientes en el uso de agua y nitrógeno.

El análisis realizando indica que el bajío presenta buen potencial para el temporal, sin embargo, la zona norte muestra rendimientos bajos debido a las condiciones edafoclimáticas, por lo que para esta zona es recomendable analizar otros escenarios como una reconversión productiva o programas de mejoramiento de suelo para aumentar la eficiencia en la captación de agua de lluvia.

AGRADECIMIENTOS.

Al TECNM por el financiamiento del proyecto: "Modelado de las interacciones genotipo ambiente de maíz bajo escenario actual y de cambio Climático".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carranza, R. Y. (2008). Evaluación del Potencial Productivo de Frijol Bajo en Guanajuato Utilizando un Modelo Agroclimático. *International Scientific Congress and National Bean Fair*.
- Daniel Vera Aviles, e. a. (2013). Análisis de Estabilidad para la Región Central del Litoral Ecuatoriano. *Scientia Agropecuaria*, 218.
- E de la Cruz Lazaro, e. a. (2009). Rendimiento de Grano de Genotipos de Maíz Sembrados Bajo Tres Densidades de Población. *Universidad y Ciencia*, 98.
- Jose Dimas Lopez Martienez, e. a. (2010). Evaluación de Genotipos de Maíz en Condiciones Deficientes de Humedad en Durango., (pág. 48). durango.
- Victor Magaña, e. a. (2014). Evaluación de Escenarios Regionales del Clima Actual y de Cambio Climático Futuro para México., (pág. 26).
- Walter Miranda, e. a. (2014 - 2017). Fecha de Siembra, Densidad y Genotipo de Maíz en el Noroeste Bonaerense. 42.
- INIFAP. 2007. Paquetes tecnológicos para Maíz de temporal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México.
- Cantú A., M.A.; C. A. Reyes M.; L. A. Rodríguez. 2010. La fecha de siembra: Una alternativa para incrementar la producción de Maíz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Rio Bravo, Tam.
- Simulación de crecimiento de maíces precoces en condiciones de secano. *Anatomía mesoamericana* 13(2): 123-128. 202

VARIETADES DE SOYA PARA EL ESTADO DE CAMPECHE

Hernández P.M.*¹, Soto R.J.M.¹, Medina M.J.¹; Martínez G.D.²; Felizardo T.J.³

¹Campo Experimental Edzná (CE-Edzná) del INIFAP. Km. 15.5 Carretera Campeche-Pocuyaxum; Mpio. Campeche, Camp. C.P.24520. ²Profesor-Investigador CBTa. ³Productor cooperante.

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

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el comportamiento agronómico y productivo de diferentes variedades de soya en el estado de Campeche y obtener rendimientos superiores a la media estatal (2.56 t ha^{-1}). En el ciclo primavera/verano-2018, se evaluaron 10 variedades (siete generadas por el INIFAP y tres variedades comerciales). Se aplicó tecnología para producir soya generada por INIFAP (CE-Edzná). La parcela demostrativa se estableció el 19 de julio bajo condiciones de temporal, con una distancia entre surcos de 0.80m. Las variables evaluadas fueron: Altura de planta, número de semillas, vainas y ramas, altura a primera vaina y rendimiento de grano. La fenología reportó que en días a floración completa (R_2), el material más tardío con 54 días fue la Huasteca 200, mientras que la más precoz fue la variedad Tamesí con 32 días. Para los días de cosecha (R_8), la variedad más tardías fue la Huasteca 700 que presentó valores de 110 días a cosecha, mientras que el material más precoz fue la Tamesí con 95 días a cosecha. En el rendimiento se observan diferencias significativas, presentándose en primer lugar el grupo de las mejores variedades, donde se encuentran la Huasteca 400, Tamesí, Huasteca 600 y Huasteca 200 con 3.06, 3.00, 2.78 y 2.74 t ha^{-1} , respectivamente. La variedad Mariana presento los más bajos rendimientos con 1.2 t ha^{-1} .

Palabras claves: Variedades, soya, toneladas por hectárea.

SUMMARY

The objective was to evaluate the agronomic and productive behavior of different varieties of soybeans in the state of Campeche and obtain yields higher than the state average (2.56 t ha^{-1}). In the spring/summer-2018 cycle, 10 varieties were evaluated (seven generated by the INIFAP and three commercial varieties). Technology was applied to produce soybean generated by INIFAP (CE-Edzná). The demonstration plot was established on July 19 under temporary conditions, with a distance between rows of 0.80 m. The variables evaluated were: Plant height, number of seeds, pods and branches, first pod height and grain yield. The phenology reported that in days to full flowering (R_2), the latest material with 54 days was the Huasteca 200, while the most precocious was the Tamesí variety with 32 days. For the harvest days (R_8), the later variety was the Huasteca 700 that presented values of 110 days to harvest, while the earliest material was the Tamesí with 95 days to harvest. In the yield, significant differences are observed, presenting first of all the group of the best varieties, where Huasteca 400, Tamesí, Huasteca 600 and Huasteca 200 are found with 3.06, 3.00, 2.78 and 2.74 t ha^{-1} , respectively. The Mariana variety presented the lowest yields with 1.2 t ha^{-1} .

Key Words: Varieties, soybeans, tons per hectare.

INTRODUCCIÓN

La soya es la oleaginosa más cultivada a nivel mundial, debido a la alta cantidad de aceites y proteínas que contiene, de los cuales en promedio genera desde un 20% y un 40% respectivamente en el grano seco. La soya, 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 y 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 Tamaulipas, Sonora y Campeche (SIAP, 2017). Durante el año 2017, en la Península de Yucatán se sembraron 48,419 hectáreas, de las cuales el 82% corresponden al estado de Campeche, 12% al estado de Yucatán y 6% al estado de Quintana Roo. Cabe destacar que el mayor rendimiento a nivel nacional, lo posee Campeche con 2.56 t ha⁻¹, siendo la media nacional de 1.5 t ha⁻¹. Yucatán tiene una media de rendimiento de 2.38 t ha⁻¹, mientras que la de Quintana Roo es de 1.44 t ha⁻¹. Con la evaluación de estas variedades en el estado de Campeche, se tendrá información del comportamiento agronómico y productivo; y de esta forma poder darles herramientas a los productores para la toma de decisiones, en toda la península de Yucatán.

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. Para lograr lo anterior, es necesario realizar un programa de reconversión agrícola basado en un estudio de zonificación cuantitativa, que además considere factores socioeconómicos de los productores potenciales. 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 las variedades comerciales, la cual es un elemento muy importante para producir eficientemente este cultivo, y debe considerarse como una inversión para mejorar el rendimiento (Assis H. A; et al. 2005).

Objetivo. Evaluar el comportamiento agronómico y productivo de diferentes variedades de soya en el estado de Campeche y obtener rendimientos superiores a la media estatal (2.56 t ha⁻¹).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales: La evaluación consistió de 10 variedades, de los cuales 7 fueron generadas por el INIFAP y las otras tres restantes, son variedades de empresas comerciales (Cuadro 1).

Localización y características de las áreas donde se desarrolló el estudio. El trabajo se estableció en el año 2018, con el productor cooperante: Ing. Jorge Felizardo Treviño, en el Rancho "El Cholul", el cual se localiza 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. (Figura 1).

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, presenta una temperatura media anual de 27°C, con máximas promedio de 29.6° C y mínimas promedio de 23.2°C.

Cuadro 1. Variedades de soya utilizadas en el rancho “El Cholul”, ciclo PV-2018.

Numero	Variedades
1	HUASTECA 100
2	HUASTECA 200
3	HUASTECA 300
4	HUASTECA 400
5	TAMESÍ
6	HUASTECA 600
7	HUASTECA 700
8	VERNAL
9	LUZIÁNIA
10	MARIANA



Figura 1. Croquis del sitio donde estuvo ubicado el experimento.

Metodología. En el ciclo de producción primavera-verano 2018, con fecha de siembra del 19 de julio, se estableció la parcela demostrativa, formado por 10 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. El muestreo consistió de cinco muestras por variedad, de plantas en competencia completa con el método del cinco de oros, tomando dos surcos de dos metros por muestra.

Toma de datos. Los datos tomados en cinco plantas por muestra fueron: altura de planta, altura a primera vaina, número de entrenudos, numero de ramas, numero de vainas y numero de semillas por planta. En la muestra total, se tomó el número de plantas cosechadas y después del desgrane, se tomó los datos: peso de la muestra y porcentaje de humedad, con lo cual se determinó el rendimiento por muestra y por variedad.

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) Características agronómicas: Se evaluó la fenología de la planta* (días a R2-R8), altura de planta (m, en R₂ y R₈), altura de vainas (m), ramas por planta (número), vainas por planta (número), rendimiento (kg h⁻¹).
*Etapas fisiológicas reproductivas (se determinaron de acuerdo a los criterios establecidos por Fehr et al., 1971).
- 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 y medición del suelo: Este consistió de un desvare y posteriormente de una limpia con desbrozadora. Inmediatamente después se le dio tres rastreos, para que no hubiera tanto terrón y de esta manera permitiera germinar las semillas de una manera uniforme (Figura 2). Se realizó la medición del terreno con apoyo de estacas.



Figura 2. Preparación del suelo

Siembra: Se realizó de manera mecánica con una sembradora-fertilizadora (Figura 3), no sin antes realizar el tratamiento de la semilla con un fungicida e insecticida (Carboxin + permetrina), a una dosis de 20 kg de semilla /51 gramos de producto comercial y de una inoculación con bacterias (*Bradyrhizobium japonicum*), a una dosis de 100 kg de semilla/375 ml del producto comercial.



Figura 3. Siembra mecánica del cultivo de soya

Fertilización: Se realizó la aplicación del fertilizante granulado a las plantas a los 30 días después de la siembra, con DAP (18-46-00), a razón de 100 kg/ha.

Control de maleza: Se aplicó glifosato (faena) como preemergente, a una dosis de 2.0 l/ha. Al mes de nacidas, se aplicó pivot (Imazetaphyr) a razón de 1 l/ha. Se aplicó dos veces más el agroquímico Pivot (Imazetaphyr) a razón de 1 l/ha. También se efectuó el control de malezas de forma manual, con machete y de forma mecánica, con la ayuda de una desbrozadora.

Control de plagas: Se presentaron diversas plagas como son: diabroticas, larvas defoliadoras (falso medidor de la soya, minador y terciopelo), y chinches (verde y café), por lo que se realizaron diferentes aplicaciones con los productos novalurón, cipermetrina e Imidacloprid + Betacyfluthrin, a una dosis de 0.2, 0.2 y 0.5 L/ha; respectivamente, de producto comercial (Figura 4).



Figura 4. Plagas presentes en el cultivo de soya a) diabrotica b) gusano terciopelo c) chinche verde

Cosecha: Los materiales fueron cosechados en función de su madurez fisiológica, iniciando a fines de octubre y se terminó la segunda quincena del mes de noviembre (Figura 5).



Figura 5. Época de cosecha, en función de madurez fisiológica

b) Características agronómicas.

A las variedades se le registró datos fenológicos, agronómicos y de rendimiento; se procesaron las muestras obtenidas y se realizó un análisis de varianza bajo un coeficiente de confianza de 95% y prueba de medias de Fisher; para determinar la capacidad de adaptación agronómica de las variedades evaluadas en el estado de Campeche, tanto en rendimiento como en las demás características agronómicas.

Los resultados que arroja el análisis de varianza (Cuadro 2), es que tanto en el modelo, como en los tratamientos se observan diferencias significativas,

Cuadro 2. Análisis de varianza de 10 variedades evaluadas en el estado de Campeche, Camp. P-V. 2018.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16494251.10	12	1374520.93	11.88*	<0.0001
BLOQUE	191044.10	3	63681.37	0.55	0.6523
TRAT	16303207.00	9	1811467.44	15.65*	<0.0001
Error	3124534.40	27	115723.50		
Total	19618785.50	39			

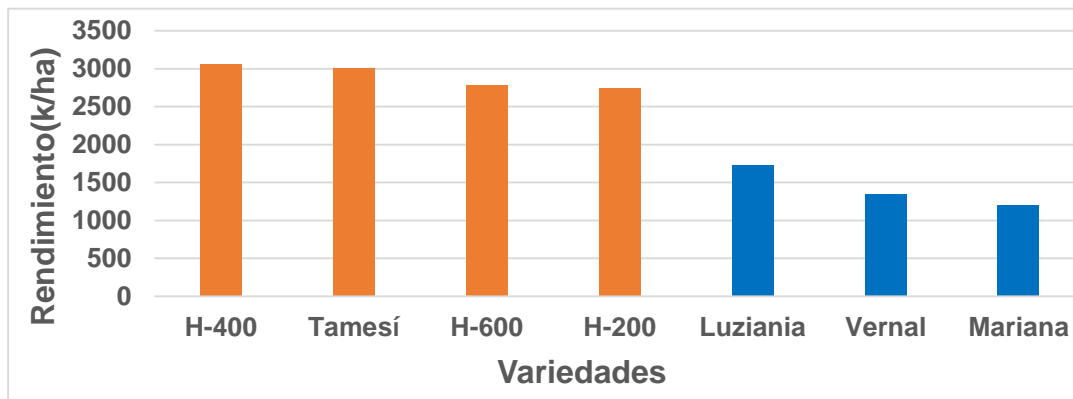
Se realizó la prueba de medias por el método de Fisher, al 0.05, (Cuadro 3), donde se puede observar que hubo diferencias significativas, presentándose en primer lugar el grupo de las mejores variedades, donde se encuentran la Huasteca 400, Tamesí, Huasteca 600 y Huasteca 200 con 3.06, 3.00, 2.78 y 2.74 t ha⁻¹, respectivamente. La variedad Mariana presento los más bajos rendimientos con 1.2 t ha⁻¹.

Cuadro 3. Prueba de medias de las 10 variedades evaluadas en el estado de Campeche, Camp. P-V. 2018.

Numero	Variedades	Rendimiento	
4	HUASTECA 400	3063.25	A
5	TAMESI	3004.75	A
6	HUASTECA 600	2777.50	A B
2	HUASTECA 200	2741.75	A B
3	HUASTECA 300	2494.50	B C
7	HUASTECA 700	2231.75	C D
1	HUASTECA 100	1990.00	D E
9	LUZIANIA	1722.00	E F
8	VERNAL	1349.75	F G
10	MARIANA	1197.25	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la gráfica 1, se puede observar que se obtuvo un incremento promedio de 1.2 t ha⁻¹ en el rendimiento de grano, entre las variedades generadas por el INIFAP (H-100, H-200, H-300, H-400, H-600, H-700 y Tamesí), y las variedades de otras empresas (Vernal, Luziânia y Mariana). Los rendimientos fueron con H-400, Tamesí, H-600 y H-200, que registraron un promedio de 2.9 t/ha; lo cual equivale a \$24,070.00 de ingreso total y un beneficio de \$12,570.00 por hectárea.



Gráfica 1. Rendimiento de variedades de soya bajo condiciones de temporal en Campeche.

En cuanto a fenología, en días a floración completa (R_2), el material más tardío con 54 días fue la Huasteca 200, mientras que la más precoz fue la variedad Tamesí con 32 días. En cuanto a la madurez fisiológica (R_7), fue la variedad Luziânia la más tardía con 101 días; mientras que la Huasteca 300 presentó el valor más bajo con 80 días. Para los días de cosecha (R_8), la variedad más tardía fue la Huasteca 700 que presentó valores de 110 días a cosecha, mientras que el material más precoz fue la Tamesí con 95 días a cosecha (Cuadro 4).

Cuadro 4. Fenología de variedades de soya evaluados en el rancho “El Cholul”, ciclo P-V 2018.

VARIETADES	R2	R4	R5	R6	R7	R8
HUASTECA 100	36	53	65	72	90	102
HUASTECA 200	54	57	59	69	86	107
HUASTECA 300	34	41	54	64	80	98
HUASTECA 400	35	42	61	65	88	105
TAMESÍ	32	42	61	72	85	95
HUASTECA 600	33	53	64	65	81	96
HUASTECA 700	43	46	64	74	92	110
VERNAL	41	46	69	72	91	105
LUZIANÍA	37	47	67	77	101	106
MARIANA	42	45	63	76	93	108

Por lo que respecta al número de ramas por planta se observa diferencia significativa, donde se establecen tres grupos, en el grupo uno, con el valor más alto se encuentran las variedades Mariana y Huasteca 100 con 11.0 y 12.6 ramas por plantas, respectivamente. En el grupo dos observamos a la Huasteca 400, Vernal, Luzianía, Huasteca 200 y Huasteca 700 cuyos valores oscilan entre las 5.2 y 7.2 ramas por planta y en el grupo número tres, observamos a Huasteca 300, Tamesí y Huasteca 600 con valores de 3.2, 4.6 y 4.8 ramas por planta, respectivamente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de ramas, vainas y semillas por planta de las diferentes variedades evaluadas en el rancho “El Cholul”, ciclo P-V 2018.

VARIETADES	RAMAS/PLANTA (Número)	VAINAS/PLANTA (Número)	SEMILLAS/PLANTA (Número)
HUASTECA 300	3.2 EF	81.2 DE	172.6 DE
VERNAL	5.4 CDE	102.2 BC	215.0 BC
TAMESÍ	4.6 EF	45.0 G	138.0 G
HUASTECA 400	5.2 CDE	103.6 BC	219.8 BC
HUASTECA 100	12.6 A	135.4 A	261.6 A
HUASTECA 600	4.8 EF	63.6 F	141.2 F
LUZIANIA	5.4 CDE	80.4 DE	167.6 DE
HUASTECA 700	7.2 CDE	120.6 AB	252.0 AB
MARIANA	11.0 AB	42.2 G	94.8 G
HUASTECA 200	6.2 CDE	62.6 F	135.6 F

En el número de vainas por planta encontramos diferencia significativa, encontrándose valores desde 42.2 a 134.4 vainas por planta; donde la variedad Huasteca 100 fue la que presentó el valor más alto y la variedad Mariana mostró el valor más bajo (Cuadro 5).

En lo que respecta al número de semillas por planta encontramos diferencia significativa, donde se observa que dependiendo del número de vainas por planta presentados, es el número de semillas por planta, por lo que la tendencia es la misma en esta variable, es así que la variedad Huasteca 100, es la que dio más semillas por planta con 261.6 y la variedad Mariana es la que presentó menos cantidad con 94.8 semillas por planta (Cuadro 5).

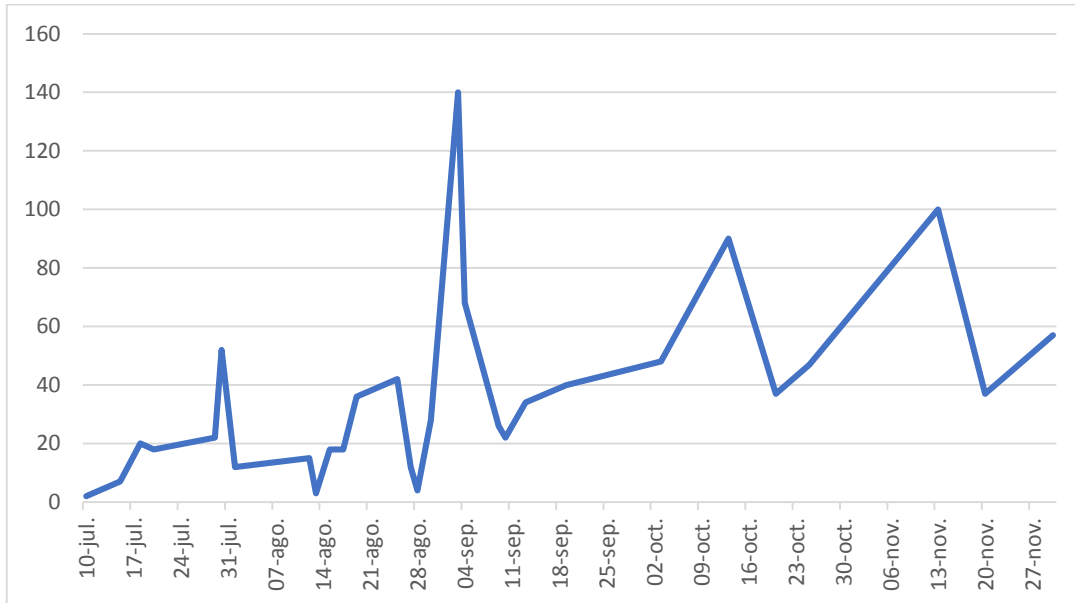
c) Información agrometeorológica

Los valores de las variables meteorológicas del periodo de julio a noviembre del año evaluado, se presentan en el Cuadro 4, puede observarse que la lluvia acumulada durante el ciclo ontogénico del año 2018 fue de 1055 mm y la temperatura media fue de 25.47.

Cuadro 4. Condiciones meteorológicas durante el ciclo ontogénico de las variedades de soya en el año 2018.

Mes	Precipitación	Temperatura Media
Julio	121	26.2
Agosto	188	27.03
Septiembre	330	26.36
Octubre	222	24.38
Noviembre	194	23.4
Acumulado y media	1055	25.47

Tomando los datos de temperatura y precipitación diaria, se graficó sus datos, donde podemos observar en la gráfica 2, que la curva muestra que las precipitaciones mayores se dieron a partir del mes de septiembre, presentándose un pico el día 03 de septiembre con 140 mm y mostrando otros dos picos con menores precipitaciones, el 13 de octubre con 90 mm y el 13 de noviembre con 100 mm. Las menores precipitaciones se presentaron en los meses de julio y agosto.



Gráfica 2. Datos de precipitación 2018, Rancho "El Cholul", Campeche, Camp.

CONCLUSIONES.

Huasteca 400, Tamesí, Huasteca 600 y Huasteca 200, son las variedades de soya evaluadas que presentaron las mejores características agronómicas y rendimiento aceptables de 3.06, 3.00, 2.78 y 2.74 t ha⁻¹, respectivamente. La variedad Mariana presentó los más bajos rendimientos con 1.2 t ha⁻¹. Los datos de lluvia indican una condición atípica durante el ciclo ontogénico de las variedades de soya evaluadas, lo cual impactó desfavorablemente en el rendimiento de grano alcanzado, ya que los datos históricos señalan una terminación del periodo de lluvias en noviembre, pero en este caso se tuvo excesos de lluvias durante los meses de septiembre, octubre y noviembre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ascencio L. Guillermo, N. Maldonado M., J. G. Garcia O. and H. R. Gill L.. 2013. AMMI and sequential path analyses of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] experimental lines in a breeding program in the Mexican tropics. *AJCS* 7(11):1772-1779 (2013) ISSN:1835-2707.
- Assis H. A; et al. 2005. Manual de identificación de enfermedades de soya. EMBRAPA (Empresa Brasileira Pesquisa Agropecuaria). Centro Nacional de Pesquisa de soya. Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento. Brasil. ISSN: 1516-781X. 72 p.
- Avila, V. J. e I. Hinojosa. 2000. Manejo integrado de mosca blanca. SAGAR, INIFAP, CIRNE, Campo Experimental Sur de Tamaulipas. Folleto técnico No. 16. 62 p.
- Fikru, J. H., L. G. Higley and J. E. Specht. 1998. Soybean cultivars and insect defoliation: Yield loss and economic injury levels. *Agron. Jour.* 90: 344-352.
- Fuente S.H. y Cárdenas D.J. 1983. Guía para fertilizar la soya bajo condiciones de temporal en Campeche. Folleto para productores No. 5. SARH-INIA-CIAPY-CAE Campeche. Campeche, Camp. México.10p.
- Gazzoni, D. L. 1994. Manejo de plagas de soja: Uma Abordagem Historica. Londrina: EMBRAPA-CNPSO / Brasilia: EMBRAPA-SPI. 72 p.
- Hernández Pérez Mirna. 2015. Agenda Técnica Agrícola Campeche (soya de temporal). SAGARPA, SENASICA, INIFAP. ISBN volumen: 978-607-7668-42-8. ISBN obra completa: 978-607-7668-11-4. Pp. 111-127.
- Maldonado, M.N, G. Ascencio, L. y J. Avila, V. 2007. Guía para cultivar soya en el sur de Tamaulipas. Folleto para productores No 2. C.E Sur de Tamaulipas, CIRNE-INIFAP. Altamira, Tamps; México. 83p.
- Maldonado, M.N 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.
- Maldonado, M. N., 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.
- Magallanes, E.A., A. Díaz F., M. A. Reyes R., E. Rosales R., M. Alvarado C., M. M. Silva S., A. J. Bustamante D. y H. M. Cortinas E. 2014. Tecnología de producción en soya [*Glycine max* (L.) Merrill] para el norte de Tamaulipas. INIFAP. Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tamaulipas. Folleto Técnico No. MX-0-310301-47-03-13-09-58. ISBN: 978-607-37-0247-8
- Rivera L. M. y Fuente S. H. 1983. Guía para producir soya de temporal en Campeche. Folleto para productores núm. 4. SARH-INIA-CIAPY-CAECAMPECHE. Campeche, Camp. México.12p.
- SIAP. 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera. <<https://www.gob.mx/siap>>
- Soto R. et al. 1990. Guía para producir soya de temporal en suelos rojo (kan-kab) en Quintana Roo. Folleto para productores núm. 20. CIFAPQROO-INIFAP-SARH. Chetumal, Quintana Roo, México. 14p.
- Valentín, A. E. y Tosquy V.O.H. 2006. Control químico y mecánico de maleza en soya de temporal. *Agricultura Técnica en México* Vol. 32 Núm. 3 septiembre-diciembre 2006 p. 353-358.

S.O.S CAMBIO CLIMÁTICO

Juan Carlos Raya Pérez
Tecnológico Nacional de México/ I T Roque. Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas

Celaya Guanajuato México, juraya@itroque.edu.mx

En el último año (2018) los costos por la degradación ambiental ascendieron a 947 mil millones de pesos, que equivalen a 4.4 por ciento del producto interno bruto (PIB); anualmente al país, México, le cuesta mil 600 millones de pesos el tratamiento médico y las pérdidas de productividad por la contaminación del aire. Según la ONU, si no se toman medidas urgentes será imposible alcanzar los objetivos de París 2015, para mantener el aumento de la temperatura mundial por debajo de 2 grados. El año 2017 el costo económico de los desastres climáticos alcanzó 320 mil millones de dólares; las concentraciones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso son las más altas en 800 mil años; la temporada de huracanes en el Caribe fue la más cara de la historia. La sequía en el continente africano obligó a emigrar a 900 mil personas. Las inundaciones por las lluvias monzónicas afectaron a 41 millones en Asia. Una investigación de Heede y Oreskes sobre las emisiones acumuladas de dióxido de carbono mostró que 90 corporaciones, algunas descendientes de la Standard Oil Company: Chevron/Texaco, Exxon/Mobil, y otras como BP, Total y Shell (las cinco grandes) a las que se añaden entes estatales y otras manejadas por gobiernos, han generado dos tercios de los GEI (CO₂/metano, etcétera) acumulados en la atmósfera desde los inicios de la era industrial (circa 1750). La agricultura y la ganadería son responsables de gran cantidad de emisiones de gases invernadero. Se prevé que en el futuro cercano las regiones áridas de México tenderán a sufrir sequías más severas, aunque las precipitaciones podrían ser más copiosas pero también más erráticas. Esto estaría relacionado con el fenómeno del niño, que se pronostica se volverá más intenso debido al calentamiento global. De acuerdo con Miguel Altieri hasta mediados del siglo pasado los rendimientos agrícolas dependían básicamente de recursos internos, del reciclaje de materia orgánica, de mecanismos de control biológico naturales, y de la lluvia. Este sistema agrícola respeta la ecología y los signos de degradación ambiental son pocas veces evidentes. La diversidad de cultivos sobre el suelo y la diversidad de vida en el subsuelo proveen protección contra alteraciones del clima, altibajos del mercado, plagas y pestes. El uso de biomasa se ve como una alternativa para reducir las emisiones de CO₂; por ejemplo, producir 2,5-dimetilfurano a partir de fructuosa; este es más denso energéticamente hablando que el etanol, es insoluble en agua y tiene mayor punto de ebullición. Hay muchos retos por delante. Proveer de agua y comida a más de 9 mil millones de seres humanos para el 2050 es todo un dilema, sobre todo, con ecosistemas degradados. Se deforestan entre 5.6 y 9.2 millones de hectáreas anuales de selvas tropicales, según evidencia satelital. Una isla de basura se ha acumulado en uno de los cinco vórtices donde convergen varias corrientes en el Océano Pacífico. Es una capa de basura de aproximadamente 402 mil 336 kilómetros, es decir del tamaño de Sonora y Chihuahua juntos. Se podrían enumerar gran cantidad de evidencias. La tremenda demanda de energía de la infraestructura y operación digital de la **web** se suma a los factores principales causantes del cambio climático. Para remediar esto se requiere de la participación de todos y cada uno, en lo individual y lo colectivo, sociedad civil, gobierno, ONG's, etc. El objetivo de este trabajo es crear conciencia sobre este grave problema y todo lo que acarrea. Es necesario preservar lo que aún queda y, de ser posible, regenerar lo regenerable.

Palabras clave: extinción, sequía, inundación, sustentable, efecto invernadero.

