



Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dirección de Investigación

Subdirección de Programación y Evaluación

Proyecto de Investigación 2018

Unidad:	SEDE	División:	AGRONOMÍA	Departamento:	FITOMEJORAMIENTO
Tema estratégico (ANA/PEP):	Obtención de nuevas variedades (pág. 109)				
Línea de investigación:	FISIOTECNIA DE CULTIVOS				
Título del proyecto:	Selección de genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) por su eficiencia en las relaciones fuente-demanda, en tres ambientes.				
Presupuesto solicitado (Máximo \$75,000)	\$75 000.00	El proyecto es:	Nuevo	Continuación	X
Tipo de investigación:	Básica	Aplicada	X	Tecnológica	e-mail del responsable fborregoe9@gmail.com
Vinculación:	Si	X	No	Fondos concurrentes:	\$50 000.00 (TERRENO Y MANEJO DEL CULTIVO)
Cooperante(s):	ING. JOSÉ LUIS LÓPEZ NIÑO (PAILA), ING. ABEL SALAS PARTIDA (SABINAS, N.L.)				
Entidad (es):	COAHUILA Y NUEVO LEÓN	Municipio (s):	SALTILLO Y PARRAS (COAHUILA), SABINAS, N.L.		
Localidades:	BUENAVIDA, PAILA, SABINAS, N.L.				
A realizar durante el(los) año(s):	2017-2018				
Participantes		Adscripción (Clave Depto.)	Expediente No.	Firma	
Responsable	Dr. Fernando Borrego Escalante	Fitomejoramiento	1322		
Colaborador:	Dra. Ma. Margarita Murillo S	Fitomejoramiento	947		
Colaborador:	Dr. Alfonso López Benítez	Fitomejoramiento	797		
Colaborador:	Dr. Adalberto Benavides M.	Horticultura	3303		
Colaborador:	Ing. Ma. Lourdes Hernández H.	Fitomejoramiento	3390		
Colaborador:	M.C. María Martha Ortega Rivera	Ciencias Suelo	1518		
		Grado por obtener	Matrícula	Firma	
Tesista:	Paulina Estrada Nieto	Maestría	42061513		
Programa Docente:	Fitomejoramiento				
Tesista:					
Programa Docente:					
Tesista:					
Programa Docente:					
	Vo. Bo.	Autoriza			
Firma y sello					
Nombre	Dr. Alfonso López Benítez Jefe de Departamento	Dr. Armando Robledo Olivo Subdirector de Programación y Evaluación			

- Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia para su archivo

Protocolo para Proyecto de Investigación 2018

1.-Título del proyecto

Presupuesto solicitado:

Selección de genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) por su eficiencia en las relaciones fuente-demanda, en tres ambientes.

\$75 000.00

2.- Introducción

En México el tomate cultivado (*Solanum lycopersicum* L.) ocupa el segundo lugar en importancia entre las hortalizas, con 2.770 millones de toneladas producidas anualmente, en 46 677 hectáreas, y un rendimiento promedio de 59.336 toneladas por hectárea. Las principales áreas tomateras en México, se encuentra en los estados de Sinaloa, San Luis Potosí, Michoacán, Baja California Norte, Jalisco y Zacatecas. En el área de influencia inmediata de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", en los estados de Coahuila y Durango, se explotaron en el año 2016, 1 035 hectáreas, con un rendimiento promedio de 128 toneladas por hectárea, favorecido por la explotación en invernadero y casa sombra. (Infosiap, SIAP-SAGARPA, 2017).

Al ser un cultivo de amplia utilización, para satisfacer la demanda de los principales núcleos poblacionales del norte del país, se hace necesario transportarlo de las áreas productoras, con el consiguiente aumento en el precio por los costos de flete y disminución de la calidad.

El 52% del territorio nacional (1'027,051 km²) corresponde a zonas áridas y semiáridas; el Norte de México (Coahuila, Durango, Chihuahua, Sonora, Zacatecas, Nuevo León, entre otros) representa alrededor del 40% de esta superficie. Estas condiciones de aridez afectan notablemente el desarrollo y rendimiento de los cultivos. Entre los factores que afectan las principales etapas fenológicas del cultivo y rendimiento (fecha a floración, fertilidad, número y tamaño de frutos) se encuentra la temperatura, la captación de energía solar para la fotosíntesis, la transpiración y el buen suministro de agua. Por lo anterior, se hace necesario realizar estudios de adaptación de cultivos, que tomen en cuenta, además del rendimiento (en cantidad y calidad), variables de fenología y fisiología, que permitan tener mejores criterios y resultados de selección, en la búsqueda de nuevas y mejores variedades.

Objetivos

- 1.- Determinar la eficiencia en las relaciones fuente-demanda en genotipos sobresalientes de tomate, en campo, invernadero y túnel.
- 2.- Determinar la calidad de frutos de tomate, en relación con la práctica de cultivo.
- 3.-Determinar la interacción genotipo-ambiente en las características de rendimiento y calidad.
- 4.-Seleccionar los mejores genotipos, por su calificación ponderada en parámetros fisiotécnicos, calidad y estabilidad.

Hipótesis

Es posible que genotipos de tomate provenientes de un programa de mejoramiento fisiotécnico presenten mejor calificación que testigos comerciales, en eficiencia en rendimiento, calidad y estabilidad.

3.-Revisión de Literatura

El tomate (*Solanum lycopersicom* L.) es una de las especies hortícolas más cultivada en todo el mundo, su demanda aumenta continuamente y con ello su producción y comercio (Martínez *et al.*, 2016). Los consumidores exigen calidad y nutrición en los frutos, en este sentido, el cultivo de tomate se ha identificado como un alimento funcional y

nutraceútico (Adalid *et al.*, 2010).

Los parámetros fisiológicos dependen de la genética, los factores ambientales (temperatura, luz, disponibilidad de agua y nutrientes, composición del aire), así como de las técnicas agrícolas (Dobrescu *et al.*, 2017).

La producción de biomasa en cualquier cultivo, además, está fuertemente determinada por la tasa fotosintética, la cantidad de agua y fertilizantes disponibles en el suelo (Medrano *et al.* 2007).

Los tejidos "fuente" fotosintéticamente activos, tales como las hojas maduras, exportan C fijado, principalmente en forma de sacarosa, a tejidos no-fotosintéticos de "demanda" tales como frutos u órganos reproductores, tubérculos, meristemos o raíces (Koch, 2004).

Es la hortaliza más popular y aceptada en la cultura gastronómica del mundo, y se cultiva en más de cien países para consumo en fresco o para su industrialización. Es un alimento ideal para incluirlo como parte de la alimentación diaria, debido a su riqueza en antioxidantes como el licopeno y vitaminas, que al ser parte de la dieta, permitirá una absorción constante en el organismo, evitando así el daño celular (Luna-Guevara y Delgado-Alvarado, 2014, Nour *et al.*, 2013).

En las últimas décadas los híbridos de tomate han destacado por su mayor rendimiento, resistencia a enfermedades, calidad de fruto y vida de anaquel (Jose *et al.*, 2016). Sin embargo, las variedades comerciales que se cultivan en este país, en condiciones de invernadero y a cielo abierto, son híbridos con reducida base genética, producidos por empresas transnacionales (Hernández-Leal *et al.*, 2013).

Entre las ventajas que presentan el uso de variedades indeterminadas híbridas se destacan su alto vigor, uniformidad, producción, excelente calidad y tolerancia a algunas enfermedades (Jaramillo *et al.* 2012).

El mejoramiento genético en tomate se ha orientado al rendimiento, adaptación a condiciones cálidas y húmedas, resistencia a enfermedades y calidad del fruto (Granadillo *et al.*, 1999; Bai y Lindhout, 2007; Scott, 2008).

Entre los procesos fisiológicos que se producen en las hojas, la fotosíntesis desempeña el papel más importante en la determinación del crecimiento y desarrollo de las plantas, influyendo así directamente en la cantidad y calidad del rendimiento, pues es la fuente de fotosintetizados (Dobrescu *et al.*, 2017).

La partición y asignación de carbono (C) está íntimamente relacionada con el crecimiento de las plantas, ya que la exportación de carbohidratos de las hojas fotosintéticas proporciona el sustrato para el crecimiento y el mantenimiento de los tejidos no fotosintéticos; así, los hidratos de carbono tales como sacarosa proporcionan tanto una fuente de energía y los bloques de construcción para la producción y mantenimiento de la biomasa, que determinará el rendimiento final, o demanda del cultivo. (Osorio *et al.*, 2014).

La fuerza de la fuente de una planta se define como la velocidad a la cual la planta produce asimilados, o tasa de fotosíntesis, y el tamaño de la demanda determina la cantidad de fotosintetizados que van a los órganos de importancia económica (Li *et al.*, 2015).

La relación entre la cantidad de fotosintetizados que se producen, su translocación a órganos de importancia económica y su acumulación en los mismos, con respecto al tiempo, se puede analizar con los parámetros de tasa de asimilación neta, tasa de crecimiento relativo, índice de rendimiento efectivo (índice de cosecha, relación entre el rendimiento económico y la totalidad de la biomasa) relación del área foliar e índice de eficiencia del área foliar, entre otros (Osorio *et al.*, 2014).

4.- Procedimiento Experimental

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo en tres ambientes: el ambiente uno se establecerá en primavera-verano 2017, en campo abierto en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, campus Buenavista; el ambiente dos se establecerá en macrotúneles, adyacentes al invernadero No. 6 en verano-otoño de 2017, y el ambiente tres se establecerá en invierno 2017-2018, en el invernadero No. 6, del programa de fisiotecnia del departamento de fitomejoramiento. La parcela experimental será de tres surcos con competencia completa, de 10 plantas cada surco. La parcela útil será de tres plantas centrales del surco central. El peso seco y área foliar para el análisis de crecimiento, se llevará a cabo en una planta por repetición, con competencia completa.

Variables a evaluar:

Peso y área foliar total de planta: toda la estructura de planta completa, en tres muestreos en su ciclo vegetativo: en floración, a inicio de cosecha y al cuarto corte.

Rendimiento: Número de cortes, Número de frutos por planta, Peso total del fruto por planta, Peso Promedio del Fruto, Diámetro Polar, Diámetro Ecuatorial y el Rendimiento proyectado en toneladas por hectárea.

Fenológicas

Días a floración, Días a Primer Corte, Días a Último Corte y Días en Cosecha.

Calidad del Fruto

Potencial de Iones Hidrógeno (pH), Grados Brix, Vitamina C en mg 100 g⁻¹, Color del Fruto y Licopeno, en mg 100 g⁻¹

Material Genético:

Genotipos procedentes del programa de mejoramiento fisiotécnico del Departamento de Fitomejoramiento: R1, F3, Y4, Y533, D1 y Y4xR1; testigos comerciales: Río Grande, Floradade, El Cid e Imperial.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico:

En cada ambiente, se establecerá en un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Se realizará un análisis combinado de los tres ambientes, y la interacción genotipo-ambiente, se determinará con el análisis AMMI.

Modelo estadístico individual:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación del i-ésimo genotipo en su j-ésima repetición.

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto de los tratamientos.

β_j = Efecto de los bloques ó repeticiones.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

Modelo estadístico combinado:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha_i * \beta_j) + \delta_k(j) + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Observación del i-ésimo tratamiento en su k-ésima repetición en el j-ésimo ambiente.

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto del tratamiento.

β_j = Efecto del j-ésimo ambiente.
 $\alpha_i \beta_j$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo ambiente.
 $\theta_k(j)$ = Efecto de la k-ésima repetición anidada en el j-ésimo ambiente.
 ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

Análisis AMMI

El análisis multivariado AMMI se realizará con el siguiente modelo, (Zobel, 1988):

$$Y_{ij} = \mu + g_i + a_j + \lambda_k \alpha_{ik} \gamma_{jk} + R_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor observado del i-ésimo genotipo en el j-ésimo ambiente

μ = Efecto de la media general.

g_i = Media del i-ésimo genotipo menos la media general

a_j = media del j-ésimo ambiente menos la media general

λ_k = Raíz cuadrada del valor característico del k-ésimo eje del análisis de componentes principales (ACP)k

$\alpha_{ik} \gamma_{jk}$ = Calificaciones del ACP para el k-ésimo eje del i-ésimo genotipo y el j-ésimo ambiente

R_{ij} = Residual del modelo.

Cronograma de Actividades para el 2018.

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Revisión de literatura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Siembra en charolas	X			X				X				
Preparación terrenos: (campo, túneles, invernadero)	X	X		X	X		X	X				
Trasplante		X			X			X				
Cruzas					X	X	X	X	X			
Manejo de experimentos			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Toma de datos.				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cosecha.						X	X	X	X	X	X	
Evaluación				X	X	X	X	X	X	X		
Selección y extracción de semillas						X	X		X	X		X
Revisiones de tesis										X	X	X
Examen de grado.												X

Cronograma de distribución de presupuesto para el 2018. (miles de pesos)

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Siembra en charolas	1											
Preparación terrenos: (campo, túneles, invernadero)	20											
Trasplante		1			1			1				
Cruzas					1	1	1	1				
Manejo de experimentos			5	5	5	5						
Toma de datos.			1	1	1	1	1	1	1			
Cosecha.						1	1	1	1			
Evaluación				1	1	1	1	1	1			
Selección y extracción de semillas						2	2		2	2		2

Duración total del proyecto

Año de Inicio	2017	Año estimado de conclusión	2018
---------------	------	----------------------------	------

5.-Productos Esperados

- 1.- Tesis de Maestría
- 2.- Presentación en congreso
- 3.- Publicación de artículo
- 4.- Genotipo seleccionado

6.-Literatura Citada

- Adalid, A. A.; Roselló, S. and Nuez, F. 2010. Evaluation and selection of tomato accessions (*Solanum section lycopersicon*) for content of lycopene, β -carotene and ascorbic acid. *J Food Compos Anal.* 23:613-618.
- Bai Y, P Lindhout (2007) Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? *Ann. Bot.* 100:1085-1094.
- Dobrescu, A., Hoza, G., & Balan, D. (2017). PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHANGES IN TOMATO HYBRIDS IN THE GROWING PERIOD. *Annals of the University of Craiova-Agriculture, Montanology, Cadastre Series*, 46(1), 403-408.
- Grandillo S., D. Zamir and S. D. Tanksley (1999) Genetic improvement of processing tomatoes: A 20 years perspective. *Euphytica* 110:85-97.
- Hernández-Leal E., R. Lobato-Ortiz, J. J. García-Zavala, D. Reyes-López, A. Méndez-López, O. Bonilla-Barrientos y A. Hernández-Bautista (2013) Comportamiento agronómico de poblaciones F2 de híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana* 36:209-215.
- http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do. Consultado el 2-IV-2017.
- Jaramillo N, Eliecer J, Sánchez L, Germán D, Rodríguez V, Aguilar PA, et al. Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. CORPOICA, Bogotá, Colombia, 2012. p. 482.
- Jose, J., Patel, A. I., & Patel, H. B. (2016). Heterosis Studies for Yield and Yield Attributing Traits in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Advances in Life Sciences*, 5(3), 908-913.
- Luna-Guevara, M. L., & Delgado-Alvarado, A. (2014). Importancia, contribución y estabilidad de antioxidantes en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(1), 51-57.
- Koch, K. (2004). Sucrose metabolism: regulatory mechanisms and pivotal roles in sugar sensing and plant development. *Curr. Opin. Plant Biol.* 7, 235–246. doi: 10.1016/j.pbi.2004.03.014
- Martínez, R. H.; Benítez, A. L.; Velázquez, J. E.; Aspeya, D. S.; Méndez, C. A. R.; Rojas, G. J. A. and Melgoza, F. A. G. 2016. Potencial genético y heterosis para rendimiento en líneas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 7:349-362
- MEDRANO H.; BOTA J.; CIFRE J., FLEXAS J., RIBAS-CARBÓ M., GULÍAS J. 2007. Eficiencia en el uso del agua por las plantas. Grupo de Biología de las plantas. Universidad de Alicante. 63- 67 p.
- Osorio, S., Ruan, Y. L., & Fernie, A. R. (2014). An update on source-to-sink carbon partitioning in tomato. *Frontiers in plant science*, 5, article 516, 11 pp.
- Li, T., Heuvelink, E., & Marcelis, L. F. (2015). Quantifying the source–sink balance and carbohydrate content in three tomato cultivars. *Frontiers in plant science*, 6.
- http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do. Consultado el 2-IV-2017.