



# Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dirección de Investigación

Subdirección de Programación y Evaluación



## Proyecto de Investigación 2018

Unidad:	Saltillo	División:	Agronomía	Departamento:	Fitomejoramiento
Tema estratégico (ANA/PEP):	Fitomejoramiento				
Línea de investigación:	Maíz				
Título del proyecto:	Mejoramiento de criollos de maíz de grano azul				
Presupuesto solicitado (Máximo \$75,000)	75,000.00	El proyecto es:	Nuevo	<input checked="" type="checkbox"/>	Continuación
Tipo de investigación:	Básica	<input checked="" type="checkbox"/>	Aplicada	<input type="checkbox"/>	Tecnológica
Vinculación:	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Fondos concurrentes:
Cooperante(s):					
Entidad (es):	Puebla	Municipio (s):	Tenampulco y Venustiano Carranza		
Localidades:					
A realizar durante el(los) año(s):	2018				
Participantes			Adscripción (Clave Depto.)	Expediente No.	Firma
Responsable	Dr. Sergio Alfredo Rodríguez Herrera		Fitomejoramiento		
Colaborador:	Dr. Alfonso López Benítez		Fitomejoramiento		
Colaborador:					
Colaborador:					
Colaborador:					
Colaborador:					
			Grado por obtener	Matrícula	Firma
Tesista:	Ángel Reyes Macin		Maestría	41121512	
Programa Docente:	M.C. en 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:
Mejoramiento de criollos de maíz de grano azul	\$ 75,000.00

### 2.- Introducción

El maíz es el cultivo más importante de México, en el 2015 se obtuvieron 24,694,046.25 toneladas de maíz en grano, de las cuales el 85.89% correspondió a maíz blanco, 13.64% maíz amarillo y el restante 0.47% a maíz azul, de color y pozolero (SIAP, 2017).

La amplia variación genética en sus características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas, asociadas a su amplia adaptabilidad, han permitido la selección de maíces para usos especiales (Espinosa et al., 2010). Los maíces de uso especial más comunes son los de grano de color (varios), grano azul o morado, el pozolero y palomero por mencionar algunos; los cuales tienen oportunidad de mercado a causa de que los consumidores aprecian estos tipos de maíz por sus características culinarias como el color, la textura, el sabor y por el uso en la preparación de varios platillos típicos (Hellin et al. 2013).

### Objetivos

#### Objetivo general

Mejorar dos criollos de maíz de grano azul mediante el método de retrocruza limitada.

#### Objetivos específicos

Encontrar en los materiales segregantes alguna población que presente un mejor contenido de lisina, triptófano y antocianinas totales en comparación con sus progenitores.

### Hipótesis

Encontrar una retrocruza que presente mejores características para formar una población que presente el grano azul y un mayor contenido de lisina y triptófano, pero con un arquetipo deseable.

### 3.-Revisión de Literatura

En las razas de maíz nativas de México hay variedades de grano pigmentado donde encontramos carotenoides o flavonoides del tipo antocianinas, las cuales confieren al grano de maíz colores desde rojo tenue hasta púrpura intenso (Salinas et al., 1999). Las antocianinas se pueden encontrar en muchas partes de la planta, sin embargo, en el grano de maíz se acumulan predominantemente en el pericarpio, en la aleurona o en ambas estructuras (Salinas et al., 1999), en una menor cantidad también las podemos encontrar en el endospermo almidonoso y el embrión (Cui et al., 2012). La acumulación del pigmento en las estructuras del grano determina el posible uso de este tipo de maíces (Salinas et al., 2013). Si se encuentra en la aleurona, el grano puede ser nixtamalizado para la elaboración de productos con tonalidades azules, cuando se acumula en el pericarpio y en cantidad suficiente podría considerarse para la extracción de pigmentos (Salinas et al., 1999; Salinas, 2009).

Las antocianinas se utilizan como colorantes naturales para el consumo humano (Salinas et al., 2013), además de que tienen varias propiedades, entre ellas destacan la capacidad antioxidante (Harakotr et al., 2014; Nile y Park, 2014), la capacidad antimicrobiana (Zhao et al., 2009), la actividad anti-proliferativa de diversos tipos de células cancerosas (Urias-Lugo et al., 2015), el efecto hipolipemiante (Mex-Álvarez et al., 2016) y anti-inflamatorias (Li et al., 2012; Zhu et al., 2013).

Además, el maíz es ampliamente utilizado como fuente de proteína en los humanos y en la alimentación animal, sin embargo, como en la mayoría de los cereales la proteína del maíz se encuentra en el endospermo (75 a 85%) y es pobre en el contenido de aminoácidos esenciales como la lisina y el triptófano (Huang et al., 2004), lo cual ocasiona problemas de salud pública como la desnutrición y mayores gastos de producción en la alimentación animal. Ante esto el CIMMYT ha generado el maíz con calidad proteica (QPM), el cual contiene aproximadamente el doble de lisina y de triptófano en comparación con el maíz normal (Mendoza-Elos et al., 2014). Por lo cual una combinación de maíces azules que contengan una buena calidad proteica puede ser una opción muy viable para resolver varios problemas.

Debido a que los maíces de color azul son producidos por agricultores para el autoconsumo y bajo condiciones de temporal presentan rendimientos bajos. Aunque en algunos estados del centro del país estos maíces se siembran de manera comercial por presentar un sobreprecio promedio del 6.7% (Hellin et al., 2013), adicionalmente por la baja aceptación que los maíces QPM ha presentado, el presente trabajo pretende mejorar dos criollos de maíz azul por el método de retrocruzada limitada (Márquez et al., 2000), utilizando líneas de maíz QPM, maíz dulce y una línea de maíz normal.



#### 4.- Procedimiento Experimental

La primera etapa del presente trabajo se llevo a cabo en las instalaciones de la UAAAN donde se realizaron las cruza para obtener la F1. El material genético que se utilizara serán dos materiales criollos pertenecientes a la raza tuxpeño colectados en Tenampulco, Puebla y Acapulco, Guerrero, en cuanto a los donadores recurrentes que se emplearan serán dos líneas provenientes del CIMMYT (CML-312 y S03-TLYQAB-03), una de la UAAAN (18(19)) y una F2 segregante de un híbrido de maíz dulce. La segunda etapa del trabajo se realizará en el municipio de Tenampulco, Puebla en donde se realizará la retrocruza de las F1 obtenidas hacia los materiales criollos, la cual fue sembrada en el mes de diciembre de 2017. Y la tercera etapa, consistirá en la evaluación de la RC1, las F1 y progenitores, la cual se realizará en la estación de trabajo del CIMMYT ubicada en Agua Fría, Venustiano Carranza, Puebla, donde se establecerá un diseño bloques al azar con parcelas divididas con tres repeticiones para evaluar las RC1 realizadas, las F1 y los 6 progenitores.

En la evaluación de las RC 1 la unidad experimental consistirá en una parcela de dos surcos de 5 m de longitud y 0.8 m de separación, con 21 plantas cada uno (52, 500 plantas ha-1); de cada unidad se tomarán los siguientes datos: altura de planta, altura de mazorca, días a floración masculina y femenina, numero de mazorcas por planta, rendimiento de grano, longitud de mazorca, diámetro central de la mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, número de granos por mazorca. Además, también se determinará el contenido de antocianinas totales, el contenido de lisina y triptófano de cada uno de los progenitores, F1 y RC1 de acuerdo con la metodología descrita por (Galicia et al., 2012), para su determinación las muestras se enviarán al Laboratorio de calidad nutricional del maíz y análisis de tejidos vegetales del CIMMYT.

Otra de las partes que se pretende abordar en este estudio es identificar QTLs mediante el mapeo de regiones cromosómicas para identificar genes que estén relacionados con la formación y tipo de antocianinas. Para realizar esto se pretenden utilizar como valores fenotípicos los datos obtenidos del contenido de antocianinas de cada uno de los progenitores, F1 y RC1; y los datos genotípicos se basarán en marcadores moleculares que ya se encuentren disponibles en la base de datos de maiz GDB ([www.maizegdb.org](http://www.maizegdb.org)). Para la localización de QTLs significativos se realizará una regresión lineal simple para cada uno de los marcadores. El análisis bioinformático consistirá en asociar genes conocidos con la ruta de las antocianinas con los QTLs que se obtengan en este estudio.

Aunado a esto se realizará la genotipificación por secuenciación de cada uno de los progenitores, F1 y RC1 por medio del genotipado DArT vasado en una matriz convencional tal como lo describe (Sansaloni et al., 2010), para la realización de esta parte del trabajo se enviarán las muestras al Laboratorio de Servicio de Análisis Genético para la Agricultura (SAGA) en la sede del CIMMYT.

Cronograma de Actividades para el 2018.

Actividad por realizar		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Preparación del terreno	X												
Riegos	X	X	X	X			X	X	X	X			
Siembra	X						X						
Floración			X	X						X			
Polinizaciones			X	X						X			
Cosecha					X	X							
Preparación de semilla						X							
Toma de datos											X		
Pruebas de laboratorio											X	X	
Análisis de datos												X	X

Cronograma de distribución de presupuesto para el 2018.

Actividad por realizar	D-2017	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Preparación del terreno	X												
Riegos	X	X	X	X			X	X	X	X			
Siembra	X						X						



Floración			X	X						X			
Polinizaciones			X	X						X			
Cosecha					X	X							
Preparación de semilla						X							
Toma de datos										X			
Pruebas de laboratorio										X	X		

Duración total del proyecto

Año de Inicio	Diciembre, 2017	Año estimado de conclusión	Febrero, 2019
---------------	-----------------	----------------------------	---------------

#### 5.-Productos Esperados

Presentación de grado  
 Elaboración de la tesis  
 Publicación de un artículo en una revista indexada  
 Presentar el trabajo en un congreso

#### 6.-Literatura Citada

Cui, L., Rongqi G., Shuting D., Zhang J., Peng L., Zhang H., Meng J. and Shi D. (2012). Effects of ear shading on the anthocyanin contents and quality of kernels in various genotypes of maize. *Aust. J. Crop. Sci.* 6 (4): 704-710.

Espinosa, T. E., Mendoza C. M., Castillo G. F., Ortiz C. J. y Delgado A. A. (2010). Aptitud combinatoria del rendimiento de antocianinas y de características agronómicas en poblaciones nativas de maíz pigmentado. *Rev. Fitotec. Mex.* 33 (1): 11-19.

Galicia, L., Miranda A., Gutiérrez M. G., custodio O., Rosales A., Ruiz N., Surles R., Palacios N. (2009). Laboratorio de calidad nutricional de maíz y análisis de tejido vegetal: Protocolos de laboratorio 2012. México, D.F.: CIMMYT.

Hellin, J., Keleman A., López D., Donnet L. y Flores D. (2013). La importancia de los nichos de mercado. Un estudio de caso del maíz azul y del maíz para pozole en México. *Rev. Fitotec. Mex.* 36 (6): 315-328.

Huang S., Whitney R. A., Zhou Q., Kathleen P. M., Dale A. V., Jan A., Alan L. K., Luethy M. H. (2004). Improving nutritional quality of maize proteins by expressing sense and antisense zein genes. *J. of Agri. and Food Chem.* 52(7): 1958-1964.

Márquez, S. F., Sahagún, C. L., Carrera, V. J. A. y Barrera, G. E. (2000). Retrocruza limitada para el mejoramiento genético de maíces criollos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 52 p.

Mendoza-Elos, M., Andrio-Enriquez, E., Juarez-Goiz, J. M., Mosqueda-Villagómez, C., Latournerie-Moreno, L., Castañón-Nájera, G., ... & Moreno-Martínez, E. (2014). Contenido de lisina y triptófano en genotipos de maíz de alta calidad proteica y normal. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 22(2): 153-161.

Mex-Álvarez, R., Garma-Quen P., Bolívar-Fernández N., Guillén-Morales M. y Tut-Heredia J. (2016). Efecto hipolipemiante de variedades de maíz (*Zea mays* L.) del Estado de Campeche (México). *Revista Iberoamericana de Ciencias.* 3 (5): 106-113.

Nile, S. H., & Park, S. W. (2014). Antioxidant,  $\alpha$ -glucosidase and xanthine oxidase inhibitory activity of bioactive compounds from maize (*Zea mays* L.). *Chemical biology & Drug Design.* 83 (1): 119-125.

Salinas, M. Y., García S. C., Coutiño E. B., y Vidal M. V. (2013). Variabilidad en contenido y tipos de antocianinas en granos de color azul/morado de poblaciones mexicanas de maíz. *Rev. Fitotec. Mex.* 36(Supl. 3-a): 285-294.

Salinas, M. Y., Soto H. M., Martínez B. F., González B. F., Ortega P. R. (1999). Análisis de antocianinas en maíces de grano azul y rojo provenientes de cuatro razas. *Rev. Fitotec. Mex.* 22: 161-174.

Salinas, M. Y. (2009). Uso de maíces con pigmento tipo antociano. En: *Temas Selectos de la Cadena Maíz-Tortilla: Un Enfoque Multidisciplinario*. A. P. De Teresa-Ochoa, G. Viniestra-González (comps). Universidad Autónoma Metropolitana. pp: 177-202.

Sansaloni, C. P., Petrolli C. D., Carling J., Hudson C. J., Steane D. A., Myburg A. A., Grattapaglia D., Vaillancourt R. E. and Kilian A. (2010). A high-density Diversity Arrays Technology (DArT) microarray for genome-wide genotyping in *Eucalyptus*. *Plant Methods*, 6(1), 1-16.

SIAP. 2017. Anuarios de producción agrícola 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultada en línea en febrero 2017: <http://www.gob.mx/siap/>.

Urias-Lugo, D. A., Heredia J. B., Muy-Rangel M. D., Valdez-Torres J. B., Serna-Saldivar S. O., & Gutiérrez-Urbe J. A. (2015). Anthocyanins and phenolic acids of hybrid and native blue maize (*Zea mays* L.) extracts and their antiproliferative activity in mammary (MCF7), liver (HepG2), colon (Caco2 and HT29) and prostate (PC3) cancer cells. *Plant Foods for Human Nutrition.* 70(2): 193-199.

Zhao, X., Zhang C., Guigas C., Ma Y., Corrales M., Tauscher B., & Hu X. (2009). Composition, antimicrobial activity, and antiproliferative capacity of

anthocyanin extracts of purple corn (*Zea mays* L.) from China. *European Food Research and Technology*. 228(5): 759-765.

Zhu Y., Ling W., Guo H., Song F., Ye Q., Zou T., Li D., Zhang Y., Li G., Xiao Y., Liu F., Li Z., Shi Z. and Zhang Y. (2013) Anti-inflammatory effect of purified dietary anthocyanins in adult with hypercholesterolemia: A randomized controlled trial. *Nutr. Metab. Cardiovas*. 23: 842-849.