



Dirección de Investigación
Subdirección de Programación y Evaluación

U A A A N
RECIBIDO
06 DIC 2017
HORA:
SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EVALUACIÓN

Proyecto de Investigación 2018

Formulario de datos del proyecto: Unidad: Saltillo, División: Agronomía, Departamento: Fitomejoramiento, Tema: Frijol, Presupuesto: \$50,000.00, Tipo: Básica, Vinculación: Si x No, Cooperante: Sr. Adalberto Castañeda Madrid, Entidad: Zacatecas, Municipio: Sombrerete, Localidades: Rancho Santa Elena de Loberos, Año: 2018.

Table with 5 columns: Participantes, Adscripción (Clave Depto.), Expediente No., Firma, and Grado por obtener / Matrícula / Firma. Includes rows for Responsable (M.C. Adolfo García Salinas) and multiple rows for Colaborador and Tesista/Programa Docente.

Signature and stamp section. Includes 'Vo. Bo.' and 'Autoriza' fields. Signatures of Dr. Alfonso López Benítez (Jefe de Departamento) and Dr. Armando Robledo Olivo (Subdirector de Programación y Evaluación).

Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia para su archivo

1.-Título del proyecto

Presupuesto solicitado:

ESTUDIOS GENETICOS Y FITOMEJORAMIENTO EN FRIJOL

\$50,000.00

2.- Introducción

El frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) es de origen mesoamericano, la importancia económica y social como cultivo radica en que junto con el maíz, trigo y arroz constituyen parte esencial de la alimentación de grandes núcleos de población a nivel mundial, en donde anualmente se establece una superficie del orden de los 24 millones de hectáreas, aún y cuando en algunos años se han llegado a sembrar 27. En México, quinto país productor a nivel mundial en 2014 de acuerdo a datos de la FAO, es el segundo cultivo básico en orden de importancia después del maíz, lo anterior debido a que se le considera como la principal fuente de proteína de origen no animal sobre todo de las clases marginadas, así como por las 1.715 millones de hectáreas que se dedicaron a su cultivo en promedio del periodo comprendido del 2010 al 2016 (SIAP-SAGARPA 2010-2016).

El 77.8 por ciento de la producción nacional de frijol se concentra en dos regiones geográficas, la del pacífico norte (Sinaloa y Nayarit) y la región de mayor importancia se localiza en la zona templada semiárida que se ubica en la parte centro norte del país y que comprende a los estados de Zacatecas, Durango, Chihuahua, Aguascalientes, San Luis Potosí y Norte de Guanajuato (Rosales 1998), donde en promedio de los años recientes (2010-2016) se siembran 1.165 millones de hectáreas, lo que equivale al 71.39 por ciento de la superficie nacional; vale la pena hacer mención que aproximadamente el 92 por ciento de esta superficie se maneja bajo condiciones de temporal por lo que su media de rendimiento es muy baja, aleatoria y fluctuante a través de años. Por otra parte, en el transcurso de los últimos años la superficie nacional dedicada al cultivo de frijol ha disminuido por diversos factores pasando de 2.1 millones de hectáreas en 2003 a 1.632 en 2016.

El consumo per-capita diario de frijol en México se ha visto disminuido durante los últimos 27 años al pasar de 35 gr. en 1987 a 25 gr. en 2016, se estima que el país requiere de producir un millón cien mil toneladas aproximadamente para satisfacer la demanda anual de esta leguminosa, sin embargo en algunos años esto no sucede (2011) por lo que se tiene la necesidad de importarlo; mientras que en otros se obtienen excedentes (2010, 2013 y 2014) provocando problemas en su comercialización y el desplome en el precio del producto (SIAP-SAGARPA).

El rendimiento medio a nivel nacional fluctúa considerablemente de un año a otro, en el 2015 fue de 620 Kg. ha⁻¹, mientras que en el 2014 fue 760, lo anterior debido principalmente a la cantidad y distribución de la precipitación; lo mismo sucede a nivel estatal dentro de un mismo año, en 2016 Yucatán presento la media más baja (0.37 Ton. ha⁻¹ y Baja California la más alta 2.0 (SIAP-SAGARPA 2016); sin embargo en forma general el rendimiento medio a nivel nacional es muy pobre si lo comparamos con el de otros países (USA. 1860 Kg. ha⁻¹).

Factores de muy diversa índole ya sea de manera individual o en forma conjunta son los que causan la baja productividad a nivel nacional y mundial, entre estos podemos considerar como los de mayor importancia a los siguientes:

1. El 87.5 por ciento de la superficie nacional que se siembra con frijol se hace bajo condiciones de temporal, de esta superficie, alrededor de 700 mil hectáreas son establecidas en localidades que no satisfacen ni en cantidad y/o distribución los requerimientos hídricos del cultivo.
2. La falta de desarrollo de variedades con mayor productividad, tolerancia a sequía y capacidad de adaptación a la gran diversidad de condiciones de precipitación que se presentan en las distintas regiones productoras.
3. Una muy baja proporción de la superficie se siembra con variedades mejoradas, aunado a lo anterior no existen en el país las organizaciones ni programas adecuados que se dediquen a la producción de semillas.
4. El mal manejo agronómico que se le da al cultivo impide de forma significativa que los diversos cultivares expresen de manera adecuada el potencial productivo.

Como ya fue señalado, en el altiplano, es donde se siembra la mayor cantidad de superficie de frijol, sin embargo es en esta región donde con mayor frecuencia se presentan problemas causados por la escasa y errática precipitación, llegando a provocar en ocasiones la pérdida total en grandes extensiones de cultivo, como sucedió en 2011 cuando se perdieron más de 600 mil hectáreas a nivel nacional (SIAP-SAGARPA 2011); ésta puede considerarse como la principal limitante de producción, por lo que durante muchos años una de las prioridades de los mejoradores de esta leguminosa ha sido formar genotipos con una mayor tolerancia a sequía.

Objetivos

- El objetivo principal de todo programa de mejoramiento de frijol, sobre todo para el altiplano mexicano, es desarrollar variedades con alta productividad, adecuado color de testa y calidad de grano, además de contar con tolerancia a sequía para las fluctuantes condiciones de temporal que se presentan en la región antes mencionada. Lo anterior debido a que los productores solo aceptarían para su siembra aquellas variedades de tipo comercial que produzcan más en los diversos ambientes en los que es establecida esta leguminosa.

Hipótesis

Es posible obtener por hibridación tipos de plantas en las cuales se conjuntan genes favorables (genes de efectos acumulativos) que poseen los progenitores seleccionados de manera aislada, además que se pueden presentar por recombinación segregantes transgresivos, lo que nos permitiría obtener genotipos con una mayor productividad y otras características agronómicas de importancia económica para las fluctuantes y erráticas condiciones de temporal del altiplano mexicano.

3.-Revisión de Literatura

Generalmente la ganancia genética obtenida por mejoramiento en frijol, es demasiado reducida, sobre todo si se trabaja bajo condiciones de temporal, lo anterior de acuerdo con Lépiz 2010, se debe a la estrecha base genética que poseen los cultivares desarrollados a la fecha, aunado a lo anterior, a la escasa utilización de la extensa variabilidad genética con que cuenta el germoplasma silvestre.

Márquez 1988, Considera que el punto de partida y el más importante para iniciar un programa de hibridación para crear variabilidad genética en una especie, es la adecuada selección de los progenitores, menciona que existen dos formas a través de las cuales podemos realizar esta selección: La primera es basándonos en la aptitud combinatoria general de los progenitores, mientras que la segunda es por medio de la complementación génica entre los progenitores seleccionados; por su sencillez y economía el programa de frijol de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro utiliza este último método. Esta metodología consiste en la identificación de materiales (variedades, líneas puras o en proceso de formación) que posean los caracteres complementarios favorables de interés, aún y cuando estos se encuentren de forma aislada en cada uno de los genotipos seleccionados, posteriormente son realizados los cruzamientos entre los progenitores seleccionados. La variabilidad genética producida es manejada utilizando el método propuesto por Miranda (1966) denominado HIMMSI (Hibridación, multiplicación masal y selección individual), modificando la propuesta original al realizar selección en generaciones tempranas ($F_3 - F_4$) para caracteres mayores de herencia simple (color de testa, tamaño de semilla) y de importancia agronómica. Las líneas derivadas en generaciones avanzadas (F_7) son evaluadas bajo condiciones de temporal primero en progenies por surco, posteriormente en pruebas preliminares y por último en ensayos de rendimiento, comparándolas siempre con variedades testigo de igual color de testa, para de esta forma identificar a las líneas superiores a través de años. La localidad donde se realiza este trabajo es Sombrerete, Zacatecas con temporal clasificado como regular, es importante mencionar que esta se encuentra en una región considerada como representativa del altiplano mexicano, además de ser el municipio donde se siembra la mayor superficie (96.5 mil hectáreas) a nivel nacional con el cultivo de frijol. Utilizando este procedimiento, se ha identificado a través de los años a diversas líneas que además de poseer características agronómicas adecuadas han mostrado una productividad superior al de las variedades testigo. Como ejemplos podemos mencionar a la línea **DG-146-94-1**, este material en noviembre de 2006, fue aceptado como variedad con el nombre de **FLOR DE MAYO AN05** por el **Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS)**, por lo que ya aparece en el **Catálogo Nacional de variedades Vegetales (CNVV)**; también en octubre de 2010 se concluyó el proceso de registro, ante esa misma dependencia, de la línea **Z-06-237-1**, la cual apareció en el **CNVV** de 2011 con el nombre de **FLOR DE MAYO AN10** y la universidad recibió el título de obtentor en junio de 2012; a la fecha ya fue aceptada para su registro la variedad de frijol negro, a la cual se le asignó el nombre de **NEGRO BRUJAN**, recibiendo el título de obtentor en diciembre de 2014. Lo anterior muestra la buena productividad que a la fecha a tenido **el programa de frijol de la institución**, al lograr desarrollar, registrar y liberar estas tres nuevas variedades de esta leguminosa. Es importante señalar que estos materiales además de poseer excelentes características agronómicas (mayor tamaño de semilla, color de testa preferencial, adaptación a la cosecha mecánica, mejor respuesta al tipo de temporal que se presenta en el altiplano, etc.), la productividad que mostraron durante su proceso de evaluación y validación superó significativamente al mostrado por las variedades Flor de Mayo Sol, Flor de Mayo 2000, Negro San Luis y Negro FRIJOZAC; actualmente recomendadas por SAGARPA para su siembra en el altiplano.

Ibarra en el 2001, en el 2° congreso nacional de frijol, menciona que en los últimos años el programa de leguminosas del INIFAP, ha desarrollado, registrado y liberado para su uso comercial en la región del altiplano, trece variedades mejoradas, estas han sido adoptadas en mayor o menor medida por los productores; entre estas podemos mencionar

los casos de Pinto Villa (Acosta et al. 1995), Pinto Mestizo (Acosta et al. 2001 a), Pinto Bayacora (Acosta et al. 2001 b), Negro Altiplano (Acosta et al. 2001 c). En los siguientes años han sido registradas otras variedades como son: Pinto Saltillo (Sánchez V. 2002), Negro Guanajuato (Acosta et al. 2008), Pinto Bravo (Rosales et al. 2012 a), Pinto Libertad (Rosales et al. 2012 b), Pinto Centauro (Rosales et al. 2012 c), Pinto Centenario (Rosales et al. 2012 d), etc. Dentro de las variedades de tipo pinto, Villa fue la que mayormente se sembró hasta el 2004, a partir de ese año su siembra fue desplazada por otras variedades (Pinto Saltillo, Mestizo, etc.); por diversas causas algunas variedades no tuvieron aceptación entre los productores y consumidores, entre estas podemos mencionar a: Manzano, Bayo Victoria, Bayo Durango, Negro Zacatecas, Negro Durango, Negro Frijozac, etc.

En promedio en el periodo comprendido de 2010 al 2016, el 94.97 por ciento de la producción de frijol en México fue obtenida por seis colores de testa siendo estos en orden de importancia los tipos negros, pintos, azufrados, flores de mayo, flores de junio y bayos; el restante 5.03 por ciento por tipos como ojos de cabra, garbancillo, cacahuete, alubias, etc. (SIAP SAGARPA 2010-2016). En México se consumen aproximadamente 400,000 mil toneladas de frijol negro anualmente, esto principalmente en el sur de nuestro país, gran parte de este volumen (30 a 35 por ciento) es producido en el altiplano (Zacatecas), las variedades utilizadas son de diversos tipos (semillas opacas o brillantes, grandes o pequeñas, bolas o planos, etc.) y de distinta calidad culinaria y nutrimental (tiempo de cocción y contenido proteínico diferencial, etc.); estos factores son de suma importancia considerarlos, ya que en función de ellos está la aceptación y/o rechazo de las nuevas variedades por parte de los productores y/o consumidores (Guzmán Tovar 2009). Por lo anterior, el programa de frijol de la universidad se ha propuesto como uno de sus objetivos el desarrollar materiales con un alto nivel de calidad y productividad con los tipos negro, pintos y flores de mayo.

4.- Procedimiento Experimental

LOCALIDAD DE PRUEBA.- Se ubicará en el municipio de Sombrerete, Zacatecas; en el rancho propiedad del Sr. Adalberto Castañeda M. (agricultor cooperante), con una precipitación media anual de 450 mm. y una altura sobre el nivel del mar de 2300 metros, esta localidad se clasifica como de potencial medio, además de ser representativa del altiplano, los trabajos se conducirán bajo condiciones de temporal y la siembra se realizara al establecimiento del mismo, la razón de trabajar bajo estas condiciones es que del 1.165 millones de hectáreas que se siembran en la región del altiplano el 92.4 por ciento se hace bajo condiciones de temporal (1.08 millones hectáreas).

METODO Y MATERIAL GENETICO.- Este variara de acuerdo a los objetivos y metas planteadas y se describen a continuación:

EVALUACION DE VARIEDADES Y LINEAS EXPERIMENTALES SOBRESALIENTES.- En estos ensayos son probadas, además de variedades recomendadas y colectadas, todas las líneas que en años previos se han destacado por su comportamiento; los materiales son agrupados de acuerdo a su color de testa (Pintos, Negros y Flores de Mayo) formándose tres ensayos, vale la pena mencionar que de las progenies individuales de frijol negro probadas en 2017, se identificaron a seis con un alto nivel de productividad, resistencia a roya, rendimiento por planta y peso de 100 semillas superior a 30 gramos, por lo que en 2018 se incorporaran al ensayo de rendimiento. **Los objetivos** de este trabajo son, en primer lugar, el detectar a las líneas que potencialmente puedan ser consideradas para ser registradas como nuevas variedades, además el de identificar aquellos genotipos que posean características agronómicas favorables y complementarias para incorporarlos al programa de hibridación; bajo las siguientes **hipótesis:** Al menos una de las líneas experimentales supera en rendimiento y otros caracteres a las variedades testigo, nuestra segunda hipótesis es que los diversos materiales probados poseen diferentes genes complementarios favorables, los cuales pueden ser acumulados por medio de los cruzamientos. **El diseño experimental** será bloques al azar con 5 repeticiones, la unidad experimental consistirá de dos surcos de seis metros de largo con una distancia entre ellos de 76 cm, cosechando cinco metros lineales como parcela útil (3.8 m²), se sembrarán 80 semillas por surco. **Las variables** a tomar serán: Días a tercer hoja trifoliada, a floración y a cosecha en las etapas fenológicas V₄, R₅ y R₉ respectivamente; vigor y reacción a enfermedades; vainas por planta, semillas por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento por planta y por parcela útil, serán tomadas a la cosecha (etapa R₉).

SELECCIÓN DE PROGENIES INDIVIDUALES. Se realizarán selecciones dentro de las poblaciones segregantes (2) de frijol negro para lo anterior se considerarán en campo los componentes primarios de rendimiento (Número de vainas por planta y número de semillas), así como la resistencia a roya y antracnosis; mientras que en bodega se considerará el peso de 100 semillas, desechando aquellas progenies con peso menor a 30 gramos por 100 semillas.

EVALUACION DE PROGENIES INDIVIDUALES. Utilizando el método de progenie por surco se evaluarán las progenies individuales (25) seleccionadas en 2017, las cuales presentan resistencia al ataque de roya.

TOMA DE DESCRIPTORES VARIETALES.- Se tomarán por segundo año los 56 descriptores varietales en tres nuevas líneas de frijol negro.

INCREMENTO DE SEMILLA ORIGINAL. Se multiplicará la semilla original de las variedades de frijol **FLOR DE MAYO AN05** y **AN10** además de **NEGRO BRUJAN**, para lo cual, se establecerá un lote de 300m² de cada uno de los

materiales y se realizará selección masal, eliminando plantas fuera de tipo y cosechándose plantas de una misma madurez fisiológica.

AVANCE GENERACIONAL DE POBLACIONES SEGREGANTES.- Las dos poblaciones segregantes de frijol pinto formadas en el invernadero en 2015 y las dos formadas en 2017, se establecerán en campo para obtener masalmente la semilla F₅ y F₃ respectivamente; en estas poblaciones se realizará en bodega la selección de semillas en base a su color de hilio, testa y tamaño, se verá la posibilidad de realizar selecciones individuales dentro de las poblaciones F₅.

Cronograma de Actividades para el 2018.

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Preparación y selección de semilla	X	X	X	X	X							
Preparación del terreno					X	X						
Siembra						X	X					
Toma de datos							X	X	X	X	X	X
Selección de progenies									X	X		
Cosecha										X	X	

Cronograma de distribución de presupuesto para el 2018.

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Preparación del terreno					3.0							
Siembra						7.5						
Toma de datos							6.0	6.0	6.0			
Selección de progenies										6.0		
Cosecha										8.0	7.5	
Acumulado					3.0	10.5	16.5	22.5	28.5	42.5	50.0	

Duración total del proyecto

Año de Inicio	1979	Año estimado de conclusión	Indefinido
---------------	------	----------------------------	------------

5.-Productos Esperados

- Obtención de la F₅ y F₃ de las 4 poblaciones segregantes de frijol pinto.
- Selección de progenies individuales en poblaciones segregantes de frijol negro.
- Identificación de líneas de frijol negro con altos niveles de productividad y con peso de 100 semillas mayores a 30 gramos.
- Toma de descriptores varietales.
- Incremento de semilla original de las 3 variedades de frijol desarrolladas y registradas por la UAAAN.

6.-Literatura Citada

- Acosta Gallegos, J.A., et al. 1995. Registration of "Pinto Villa" common Bean. Crop Sci. 35: 1211
- , et al. 2001 a. Registration of "Mestizo" Pinto Bean. Crop Sci. 41: 1650-1651
- , et al. 2001 b. Registration of "Bayacora" Pinto Bean. Crop Sci. 41: 1645-1646
- , et al. 2001 c. Registration of "Negro Altiplano" Common Bean. Crop Sci. 1647-1648
- , et al. 2008. Negro Guanajuato, Nueva Variedad de Frijol para el Centro de México. Agricultura Técnica en México. Vol. 34, No. 1
- Guzmán Tovar, I., et al. 2009. Estudio Comparativo de Características de Calidad entre Genotipos de Frijol de Grano Negro. Agricultura Técnica en México. Vol. 35, No. 4
- Ibarra Pérez, F. J., et al. 2001. Variedades Mejoradas de Frijol para el Altiplano Semiárido de México. Memorias del 2° Congreso Nacional de Frijol. Durango, México.
- López Ildelfonso, R., et al. 2010. Los Parientes Silvestres del Frijol Común en el Occidente de México. Universidad de Guadalajara. 64pp.
- Márquez Sánchez, F. 1988. Genotecnia Vegetal. Métodos Teorías Resultados. Tomo II. Primera edición. AGT Editor, S.A. México. p 505-522.
- Miramontes Piña, C. U. 2001. Situación y Perspectivas del Mercado Mundial de Frijol. SIAP-SAGARPA. Memorias del

2° Congreso Nacional de Frijol. Durango, México.

Miranda Colín, S. 1966. Mejoramiento del Frijol en México. Folleto Misceláneo No. 13

Rosales Serna, R., et al. 1998. Fenología y Adaptación del Frijol en el Altiplano de México. Resumen XVII Congreso de Citogenética. p. 165

-----, et al. 2012 a. Pinto Bravo: variedad mejorada de frijol para el estado de Durango. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico Núm. 60

-----, et al. 2012 b. Pinto Libertad: variedad mejorada de frijol para el estado de Durango. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico Núm. 61

-----, et al. 2012 c. Pinto Centauro: variedad mejorada de frijol para el estado de Durango. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico Núm. 62

-----, et al. 2012 d. Pinto Centenario: variedad mejorada de frijol para el estado de Durango. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico Núm. 63

Sánchez Valdez, I. 2002. Pinto Saltillo, Nueva Variedad de Frijol para el Altiplano de México. Agricultura Técnica en México. Vol. 27, No. 1

INIFAP
SAGARPA

PROCESOS GENÉTICOS Y FITOMORFOGENIA EN FRIJOL

Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico
FRIJOL: Mejoramiento Genético del Frijol para las
Regiones montañosas del Altiplano Mexicano

Objetivos	Temas y temas

El frijol es uno de los principales cultivos de México, especialmente en el Altiplano Mexicano, ya que es una especie con alta productividad, adaptada a las condiciones de alta montaña y que presenta una gran resistencia a las enfermedades. El objetivo de este proyecto es mejorar el frijol en el Altiplano Mexicano, mediante el uso de técnicas de mejoramiento genético y fitomorfogénico, para obtener variedades con alta productividad, adaptadas a las condiciones de alta montaña y que presenten una gran resistencia a las enfermedades. El proyecto se divide en tres etapas: 1) Caracterización de las variedades de frijol existentes en el Altiplano Mexicano; 2) Mejoramiento genético y fitomorfogénico de las variedades de frijol; 3) Evaluación de las variedades mejoradas en las condiciones de alta montaña del Altiplano Mexicano.