

PRODUCCIÓN DE SEMILLA CERTIFICADA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L)  
CON DOS TECNOLOGÍAS Y EN DOS AMBIENTES EN EL ESTADO DE  
ZACATECAS

**OCTAVIO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ**

**T E S I S**

Presentada como requisito parcial  
para obtener el grado de:

**MAESTRO EN  
TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS**

**Universidad Autónoma Agraria**

**“Antonio Narro”**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista , Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre de 2005.



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO.

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

PRODUCCIÓN DE SEMILLA CERTIFICADA DE FRIJOL CON DOS  
TECNOLOGÍAS Y EN DOS AMBIENTES EN EL ESTADO DE ZACATECAS

TESIS

POR

OCTAVIO HERNÁNDEZ MARTINEZ

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y

Aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:

\_\_\_\_\_  
M.C. Antonio Valdez Oyervides

Asesor:

\_\_\_\_\_  
M.C. Federico Facio Parra

Asesor:

\_\_\_\_\_  
M.C. Enrique Medina Martínez

\_\_\_\_\_  
Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Subdirector de Postgrado

Buenavista Saltillo, Coahuila, Noviembre de 2005

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado para poder realizar mis estudios de Maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN) por haberme dado la oportunidad de seguirme formando profesionalmente en el área de Tecnología de Granos y Semillas.

Al Instituto nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por el apoyo suministrado para la realización de este trabajo.

Al MC. Antonio Valdez Oyervides por su valiosa participación en la planeación, realización y culminación de este trabajo, así como también su asesoría prestada durante toda la Maestría.

Al MC. Federico Facio Parra por el apoyo brindado en la realización de esta investigación hasta la conclusión de la misma.

Al MC. Enrique Medina Martínez por las facilidades proporcionadas para la realización de este trabajo, además de sus aportaciones técnicas dentro del mismo.

Al Ing. Lucio Casas Sánchez, Gerente de la Integradora Estatal De Productores de frijol de Zacatecas S. A de C. V. y a sus colaboradores por su valioso apoyo incondicional durante toda la Estancia en el Municipio de Calera de Víctor Rosales Zacatecas.

A todos los Maestros y Laboratoristas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) por su aportación teórica y práctica en mi formación profesional.

A la Subdirección de Postgrado por su apoyo para concluir con el exámen de grado y en especial a Lupita, Anita y Mirna por su asesoría dentro de la carrera.

A mis amigos y compañeros de generación Víctor Didier y Daniel Maldonado por su valiosa amistad y compañerismo durante toda la Maestría.

A mis compañeros del CCDTS Kande, Rodolfo, Humberto, Adriana, Chela, Ángel, Gabriel, César, Ulises, Aldana, Felipe, Eloy, Ney, Zury, Yeny y Gloria.

A mis mejores amigos *Magda* y *Nelson* por todo su apoyo y amistad incomparable en todo momento, mil Gracias

A mis Amigos Bruno, Ricardo, Sonia, Mario y Quirino por su amistad otorgada siempre.

## **DEDICATORIAS.**

A “Dios” por permitirme la vida y dejarme conocer muchas cosas dentro de esta Maestría.

A mis Abuelos Félix y Rosa, Cirílo (+) y Victoria

A mis Padres: Octaviano Hernández Martínez Y Gloria Martínez Carballo por todo su apoyo constante para poder seguir adelante en todas mis metas.

A mis hermanos Marco, Fabián y Alma por todos sus consejos y por preocuparse siempre por lo que yo haga.

A Mi esposa y a mi hija Ingrid Adamari que Dios las cuide siempre.

## COMPENDIO

Producción de semilla certificada de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) con dos tecnologías y en dos ambientes en el Estado de Zacatecas

POR

OCTAVIO HERNANDEZ MARTINEZ

MAESTRIA PROFESIONAL

TECNOLOGIA DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, NOVIEMBRE DE 2005.

MC. ANTONIO VALDES OYERVIDES – Asesor –

Palabras Clave: *Phaseolus vulgaris*, Producción, Semilla, Paquetes tecnológicos, Calidad.

Se estudiaron dos variedades de frijol: Negro Zacatecas y Flor de mayo Sol en dos ambientes y con dos paquetes tecnológicos de producción de

semilla, uno el que convencionalmente utiliza el productor y un segundo propuesto por el INIFAP en los municipios de Calera de Víctor Rosales y

Fresnillo, ambos del Estado de Zacatecas con el propósito de encontrar la mejor variedad, la mejor localidad y la mejor tecnología para producir semilla certificada de frijol de alta calidad.

Las variables evaluadas en este trabajo fueron, en campo: número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento total, y en laboratorio: peso de mil semillas, peso volumétrico, germinación estándar y vigor (envejecimiento acelerado).

Los resultados mostraron que en los parámetros medidos en campo número de vainas por planta y número de granos por vaina no se encontró diferencia significativa ni entre variedades ni entre paquetes tecnológicos, por lo que se podría afirmar que son características propias de cada variedad.

Para el caso del rendimiento, si se encontraron diferencias altamente significativas entre paquetes tecnológicos, siendo estadísticamente superior la tecnología de producción de semilla propuesta por el INIFAP hasta en un 28 por ciento.

En cuanto al peso de las semillas se encontró que estadísticamente la semilla producida con la tecnología del INIFAP mostró un mayor peso y mayor tamaño.

En la germinación de la semilla de la variedad negro Zacatecas se encontró que el paquete tecnológico del INIFAP fue estadísticamente superior al del productor, sin embargo el vigor en ambas variedades y ambos paquetes tecnológicos fue estadísticamente igual.

Se concluye que el mejor paquete tecnológico para incrementar el rendimiento de semilla fue el propuesto por el INIFAP, ya que se obtuvo un rendimiento superior en un 28 por ciento, a donde se utilizó el paquete tecnológico del productor, además de que utilizando la tecnología del INIFAP se obtuvo una semilla de mayor peso y mayor tamaño, que donde se produjo la semilla con el paquete tecnológico del productor.

Se puede afirmar que utilizando las dos tecnologías para producción de semilla se obtiene semilla de buena calidad, ya que se rebasan los estándares mínimos requeridos por el SNICS para la certificación de semillas.

Es factible recomendar las dos variedades manejadas en este trabajo para sustituir las variedades criollas de la región frijolera de Zacatecas, ya que cuentan con características agronómicas importantes y buena respuesta a una tecnología de producción adecuada, además presentan características culinarias agradables que las sitúan dentro de un mercado preferente.

## ABSTRACT

Production of certified bean seed (*Phaseolus vulgaris* L) with two technologies  
and with two environments in State of Zacatecas

BY

OCTAVIO HERNÁNDEZ MARTINEZ

PROFESIONAL MASTER

SEED AND GRAIN TECHNOLOGY.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

BUENAVISTA SALTILLO COAHUILA.

M.C. Antonio Valdez Oyervides – Advisor

*Key words:* *Phaseolus vulgaris*, production, seed, technological packs, quality.

Two varieties of beans were studied, Negro Zacatecas and flor de mayo sol, in two different environments and technological packs of seed production. One often is the most used by the farmer, and the second one was proposed by

INIFAP in the municipalities of Calera de Victor Rosales and Fresnillo, both in State of Zacatecas with the purpose of find out the best variety, location and technology for producing high quality–certified bean seed.

The parameters used in the present work were: the number of the sheaths per plant, number of seed per sheath and total yield, and in the laboratory were studied the weight of a thousand of seeds, volumetric weight and standard germination and force (fast aging).

The results showed that the parameters measured as the number sheath, per plant and number of seed per sheath have not significative differences among any variety or technological packs, so we could assume that those were characteristics of each variety.

There were highly significative differences between both technological packs in the case of total yield. The technology of seed production proposed by the INIFAP was superior in 28 percent.

It was found that the seeds produced with INIFAP'S technology were bigger and heavier than the seeds produced with conventional technology.

With INIFAP'S technology pack, the germination of seed of variety Negro Zacatecas, was highly superior but, the force were statistically the same among both varieties and technological packs.

The conclusion is that the best technology pack for increasing the yield of seeds was the one proposed by INIFAP, because of a superior yield of 28 percent compared with technology pack, plus using INIFAP'S technology we got a heavier and bigger seed.

So we can say that using both technologies for seed production we obtain good-quality seed because they exceed the minimal standards required by SNICS for seed certification.

It is feasible to recommend both seed varieties used in this work as a substitute of those natives varieties of the bean-farmer region of Zacatecas because they have important agronomical features and a good response to an adequate technology production.

## INDICE DE CONTENIDO.

	PAGINA
INDICE DE CUADROS.....	xv
INDICE DE FIGURAS .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo general .....	4
Objetivos específicos.....	4
Hipótesis .....	5
Metas .....	5
REVISIÓN DE LITERATURA .....	6
Origen del Frijol .....	6
Problemática del cultivo del frijol.....	7
El mejoramiento genético de las plantas.....	11
Concepto de semilla.....	14
Calidad de semillas.....	14
Control de calidad de semillas.....	19
Certificación de semillas.....	20
Normas específicas para la certificación de semilla de frijol según SNICS (1980).....	22
Normas de campo.....	22
Manejo del cultivo.....	23
Aislamiento.....	23
Inspección durante la cosecha y el almacenamiento.....	24
MATERIALES Y METODOS.....	26
Fase de campo.....	26
Material genético utilizado.....	27
Descripción de los genotipos utilizados.....	27

Negro Zacatecas .....	27
Flor de mayo sol.....	28
Metodología.....	29
Fase de laboratorio.....	31
Metodología experimental.....	31
Tratamientos.....	31
Diseño experimental.....	32
Campo.....	33
Laboratorio.....	34
Variables a evaluar.....	34
Fase de campo.....	34
Número de vainas por planta.....	35
Número de granos por vaina.....	35
Rendimiento.....	35
Fase de laboratorio.....	36
Contenido de humedad.....	36
Peso volumétrico.....	36
Peso de mil semillas.....	37
Porcentaje de germinación.....	37
Vigor (Envejecimiento acelerado).....	38
RESULTADOS Y DISCUSION.....	39
Variables de campo.....	41
Número de vainas por planta y número de granos por vaina.....	41
Rendimiento.....	41
Variables de laboratorio.....	43
Contenido de humedad.....	43
Peso Volumétrico .....	43
Peso de Mil Semillas .....	44
Por ciento de germinación.....	45
Vigor (Envejecimiento acelerado).....	46
CONCLUSIONES.....	48

RESUMEN..... 51  
LITERATURA CITADA..... 53

## INDICE DE CUADROS.

CUADRO No.		PAGINA
2.1	Tolerancias de campo en los factores que se indican para las semillas certificadas de frijol.....	24
2.2	Normas de Laboratorio para la certificación de semilla de frijol.....	25
3.1	Fechas de siembra y de cosecha para los materiales Negro Zacatecas y Flor de mayo sol con dos paquetes tecnológicos de producción.....	30
3.2	Características generales del establecimiento de dos variedades de frijol en dos ambientes y dos tecnologías de producción de semilla.....	32
4.1	Concentrado de resultados para las variables consideradas en la variedad de frijol Negro Zacatecas utilizando dos paquetes tecnológicos de producción de semilla certificada..	40
4.2.	Concentrado de resultados para las variables consideradas en la variedad de frijol Flor de mayo sol utilizando dos	

paquetes tecnológicos de producción de semilla certificada.. 40

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.		PAGINA
4.1	Medias de Rendimiento para las variedades Negro Zacatecas y Flor de mayo sol con dos tecnologías de producción de semilla.....	42
4.2	Medias del peso volumétrico para las variedades Negro Zacatecas y Flor de mayo sol con dos tecnologías de producción.....	44
4.3	Medias del peso de mil semillas para las variedades Negro Zacatecas y Flor de mayo sol con dos tecnologías de producción.....	45
4.4	Medias del por ciento de germinación y vigor de las variedades Negro Zacatecas y flor de mayo sol utilizando dos tecnologías de producción de semilla.....	46

## INTRODUCCIÓN

El frijol es el cultivo de mayor importancia a nivel mundial ya que ocupa una superficie cercana a los 14 millones de hectáreas. Entre los principales países productores se encuentran: La India, Brasil, México, China, Argentina y Estados Unidos.

En México, se siembran anualmente en promedio 2.5 millones de hectáreas con un rendimiento de 1.2 millones de toneladas, lo que equivale a un consumo anual per capita de 18 Kg., sin embargo esta producción es insuficiente, ya que existe la necesidad de cubrir un total de 1.4 millones de toneladas de grano para el consumo interno, por lo que nuestro país importa frijol principalmente

de los Estados Unidos y en ocasiones de Argentina con la consecuente fuga de divisas.

En nuestro país, el frijol como cultivo básico ocupa el segundo lugar de importancia después del maíz, en general se produce en casi todos los estados, destacando, Sinaloa, Nayarit, Durango, Chihuahua y Zacatecas; en este último

se cultivan alrededor de 800,000 hectáreas, con rendimientos promedios de 716 Kg/ha siendo el más importante a nivel nacional, aportando un total de 300 mil toneladas anualmente, lo que representa casi la cuarta parte del volumen de la producción nacional.

En la zona frijolera de la entidad persisten algunos problemas que limitan de alguna manera sus rendimientos, los cuales son presencia de enfermedades y plagas, deficiente fertilización del cultivo, el uso de variedades criollas de bajo rendimiento y susceptibles a problemas fitosanitarios, y la más importante de todas es la poca utilización de semilla certificada que se traduce en bajos rendimientos por unidad de superficie.

Es importante mencionar que la mayoría de los productores del país y específicamente del Estado de Zacatecas no usan la semilla certificada de esta leguminosa, surtiéndose de semilla con agricultores vecinos, familiares e inclusive en los mercados, esto trae como consecuencia como se indicaba anteriormente bajas producciones por hectárea, además de altas proliferaciones de plagas, enfermedades y malezas.

Instituciones gubernamentales como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) han generado materiales con características de calidad apreciables, pero a la fecha no se tienen programas de producción de semilla y transferencia de tecnología para que los productores tengan acceso a estas.

Por lo anterior, los productores de frijol del Estado convencidos de resolver la problemática convinieron en organizarse bajo el esquema de una empresa denominada Integradora Estatal de Productores de Frijol de Zacatecas, S.A. de C.V. y que asociados con el INIFAP y la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” acordaron resolver la problemática señalada a través de convenios de participación mutua, esto conlleva a realizar proyectos de investigación, capacitación y transferencia de tecnología con la intención de que los logros de la investigación lleguen directamente a los productores frijoleros.

En este caso se realizó un proyecto de validación y transferencia de tecnología para producir semilla certificada de frijol con los siguientes objetivos, hipótesis y metas.

### **Objetivo general**

Encontrar las mejores variedades de frijol, localidades y la mejor tecnología de producción de semilla de frijol, que puedan ser de mejor utilización a productores de semilla de frijol del Estado de Zacatecas.

### **Objetivos específicos**

- Encontrar la mejor variedad de frijol y su mejor localidad para producirla en la región frijolera del Estado de Zacatecas
- Encontrar el mejor paquete tecnológico para la producción de semilla certificada de frijol en el Estado de Zacatecas.

## **Hipótesis**

Al menos una de las variedades en una de las localidades utilizadas responderá a un paquete tecnológico de producción de semilla de frijol incrementando su rendimiento por unidad de superficie así como la calidad de la semilla para cumplir con los estándares de certificación.

## **Metas**

Para el año 2005 se tendrá la mejor variedad y la mejor localidad con la mejor tecnología para producir semilla certificada de frijol de alta calidad.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Origen del frijol

**El frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) es originario de América, del área México-Guatemala, en estos países se encuentra una gran diversidad de variedades tanto en forma silvestre como cultivados. Los restos más**

**antiguos datan del año 4975 a.c., (Negrete *et al.*, 1987).**

Ortega y Ochoa (2003) mencionan, que el frijol fue cultivado desde hace 8000 años y formó parte de los cuatro productos agrícolas (maíz, frijol, calabaza y chile) que constituyeron la columna vertebral de la alimentación de los pueblos mesoamericanos.

Negrete *et al.* (1987) mencionan que en México el frijol es la fuente de proteínas más importante y constituye junto con el maíz la base de la alimentación sobre todo de la población de menores ingresos.

Sánchez *et al.* (2001) destacan, que la gran diversidad de climas y nichos ecológicos, así como culturales de nuestro país ha traído como consecuencia una gran diversidad de tipos o calidades de frijoles: negros, bayos, azufrados,

flores, pintos, ayocotes etc, hecho que demuestra la diversidad de mercados, preferencias, precios y calidades de esta leguminosa, ya que según Ortega y Ochoa, (2003) se estima que en la actualidad se siembran alrededor de 20 variedades y 50 criollas en el territorio nacional.

### **Problemática del cultivo del frijol**

El frijol en México es uno de los cultivos que presentan ciertas limitantes que reducen su producción, por ejemplo, Campos (1997) menciona que los bajos rendimientos de frijol, se deben a diversos factores entre los cuales destacan las enfermedades causadas por microorganismos que en ocasiones llegan a mermar hasta un 100 por ciento de la producción, para lo cual recomienda como medida preventiva el uso de variedades resistentes a enfermedades.

SARH (1992) cita a la Roya del frijol (*Uromyces phaseoli* var. *Typica*) como una de las enfermedades problemáticas del cultivo del frijol y que se localiza en todos los Estados de la República principalmente en Zacatecas, causando daños en menor a mayor grado.

Entre sus reportes menciona a el Estado de Guanajuato en donde se

han estimado reducciones en el rendimiento hasta de un 40 – 80 por ciento. En 1988 el daño causado por esta enfermedad fue hasta del 100 por ciento en variedades criollas de la región. En Sinaloa se han reportado pérdidas hasta de un 30 por ciento, de allí la importancia de utilizar semilla certificada de frijol para contrarrestar estas pérdidas.

**Sánchez et al. (2001) destacan, que otro de los grandes problemas que presenta el frijol en México, es la falta de transferencia de tecnología que existe entre el proceso de investigación y la adopción por parte de los productores de frijol; ya que la escala productiva, la alta dispersión y falta de organización por parte de los productores representa un gran obstáculo en este proceso. Los productores de frijol tradicionalmente usan como semilla los granos producidos por ellos en ciclos anteriores, esto se debe al poco acceso a los nuevos materiales genéticos ya que no se ha desarrollado un mercado formal de semillas mejoradas de frijol; así mismo, comenta también el autor que muy posiblemente otra limitante sea la baja rentabilidad que presenta este cultivo, lo cual está llevando al productor a un círculo vicioso, no utiliza semillas mejoradas, porque no tienen rentabilidad y no tienen rentabilidad porque no utiliza semillas mejoradas.**

De León (1985) menciona que la semilla mejorada de frijol no se aprovecha al máximo, ya que son pocos los fitomejoradores que entregan a entidades semilleras una nueva variedad, acompañada de un paquete tecnológico necesario para la multiplicación de las semillas, y que en muchos de los casos para resolver problemas agronómicos se han tenido que adaptar métodos utilizados para la producción de granos.

Por otra parte Serrano (2004) menciona que la mayoría de los investigadores se encuentran en una situación un poco contradictoria, ya que de un total de 132 investigadores en frijol a nivel nacional, solo el 12 por ciento se encuentra en las regiones productoras que concentran el 70 por ciento de la producción nacional, lo que hace una relación real de 14 investigadores por cada 240,000 productores, además de las carencias de recursos para la investigación.

Ortega y Ochoa (2003) señalan, que no solo los factores de clima o de uso inadecuado de suelo influyen de manera directa en la producción de frijol, sino que también tiene que ver con aspectos tecnológicos, lo que demuestra que la transferencia de tecnología en el sector agropecuario sigue siendo un reto para las instituciones, pese a los esfuerzos que han venido realizando.

Por su parte Sánchez *et al* (2001) subrayan que la cultura del pueblo mexicano influye también en la problemática del cultivo del frijol, ya que desde el punto de vista de la comercialización de este, su consumo per cápita se ve afectado por el hecho de que la dieta del mexicano, hoy en día se enfrenta a los cambios de hábitos de la sociedad como consecuencia del urbanismo, la migración y el empleo entre otras causas. Por otra parte el tránsito de una economía cerrada a una economía global está ejerciendo grandes presiones en la red de producción, comercialización y consumo.

Por otro lado Sánchez *et al* (2001) señalan también que las demandas del mercado en cuanto a calidades, poco responden a los programas de siembra de esta leguminosa, donde los productores muchas veces deciden las variedades a sembrar considerando aspectos agronómicos y no de mercado, ocasionando posteriormente problemas de comercialización y problemas sociales.

Así mismo destacan también que otro de los factores que afectan el consumo del frijol, es la segmentación del mercado en preferencias en cuanto a tipos y calidades (negros, azufrados, pintos, bayos, etc.), con lo cual no basta de que exista un abasto suficiente en general, sino que, este abasto debe de cumplir las demandas por calidades en los diferentes mercados y un problema

aun no resuelto es la oferta por calidades y la demanda por estas.

Por otro lado subrayan que la competencia del productor mexicano con el productor norteamericano es cada vez más fuerte, ya que se observa un panorama más claro que los productores de frijol de Estados Unidos están integrando su red de valor para atender el mercado mexicano. Ante esta situación de nada sirve la ventaja comparativa de contar con la genética mundial de frijol, ya que los productores de Estados Unidos han venido mejorando su producción y variedades de acuerdo a las demandas del mercado mexicano.

Al respecto destacan también la necesidad que existe en México de modernizar la producción de frijol y reordenar la red de frijol nacional para antes del 2008 con el fin de que funcione en términos de competitividad, ya que para ese año las importaciones de EE.UU. y Canadá hacia México quedarán libres de gravamen.

Acosta y Pérez (1998) mencionan que los problemas crónicos del frijol en México, mismos que conllevan a rendimientos bajos e inestables, podrían en parte solucionarse con apoyo económico sostenido a los productores y a la investigación y transferencia de tecnología.

Además señalan que existe la información tecnológica necesaria para incrementar y estabilizar la producción nacional de frijol, para ello es necesario un mayor impulso a la transferencia de tecnología y la promoción y apoyo al cultivo en regiones de mayor potencial productivo.

Sánchez *et al.* (2001) señalan que las tecnologías para incrementar la productividad, bajar los costos de producción y reducir los riesgos climáticos en las zonas de temporal es implementando el uso de semillas mejoradas, con un mejor aprovechamiento de insumos, así como también el empleo de mejores practicas de cultivo

### **El Mejoramiento genético de las plantas**

Brauer (1980) menciona que para cada zona agrícola donde se cultive frijol, se desea encontrar variedades más productivas a fin de que el cultivo resulte más remunerativo para el agricultor, siendo no menos importantes otras características a considerar en el mejoramiento genético de este cultivo como lo es la resistencia a enfermedades, ya que estas son muy numerosas en nuestro país por la gran diversidad de climas que prevalecen en la áreas en donde se cultiva frijol; sin embargo algunas otras características son también

demandadas y a su vez importantes como lo es su hábito de crecimiento, ciclo vegetativo, madurez uniforme y características físicas de la semilla como el color, tamaño y testa de la misma.

El constante crecimiento de la población y la creciente demanda de alimentos para sostenerla han hecho necesario disponer de alimentos y materias primas industrializables en mayor cantidad por unidad de superficie cultivable.

Phoehlman (1987) menciona que el propósito principal del mejoramiento genético de las plantas es obtener mejores variedades, para lo cual se llevan a cabo intensos programas de mejoramiento de todas las especies principales.

Por su parte Padilla (1982) agrega que el objetivo principal del mejoramiento es encontrar plantas o poblaciones de plantas que tengan características mejores que las ya existentes, con respecto a rendimiento, resistencia a enfermedades y sequía etc., buscando siempre obtener mejores resultados con ella.

Según Ortiz (1991) el mejoramiento genético de las especies vegetales ha sido unas de las estrategias más efectivas para incrementar la producción de

los cultivos de importancia básica, porque la disponibilidad de variedades con características apropiadas de potencial productivo y de tolerancia o resistencia a sequía, salinidad, plagas y enfermedades, garantiza el éxito de actividades productivas primarias.

Por su parte Feistritzer y Kelly (1979) señalan que los progresos de la Fitogenética han traído consigo la producción de cultivares de gran rendimiento de ciertos cultivos alimenticios, muchos de los cuales permiten obviar diversos factores limitadores de la producción. Aunado a esto el empleo de insumos complementarios tales como los fertilizantes, el riego y la lucha contra las plagas y enfermedades, la explotación de esos cultivares mejorados, mediante la producción y utilización de semillas de calidad ofrece la perspectiva de un rápido y considerable aumento en la producción agrícola.

Hernández *et al* (1990) recalcan la necesidad que existe en el mejoramiento genético y la producción de semillas de enfatizar la investigación que permita incrementar la productividad de frijol mediante el uso de semilla de buena calidad producida en cantidad suficiente y a precios accesibles al agricultor; sin embargo en frijol hace falta desarrollar programas de investigación, producción, certificación, distribución y conservación de semilla mejorada.

Por otro lado Feistritzer y Kelly (1979) mencionan que el objetivo de la fase final de la producción de semillas consiste en poner a disposición de los productores semillas genéticamente puras y de buena calidad.

### **Concepto de Semilla.**

En términos agronómicos y comerciales, se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas que se emplean en la agricultura, mientras que una semilla verdadera es botánicamente un embrión en estado latente, acompañado o no de tejido nutritivo y protegido por episperma (Moreno, 1996).

La semilla también ha sido definida como un óvulo maduro, que consiste en un embrión, su reserva alimenticia almacenada y sus cubiertas protectoras (Hartman y Kester, 1987)

### **Calidad de semillas**

Esbo (1980) define la calidad en semillas como la suma algebraica de varios componentes estos son genético, fisiológico, sanitario y físico, bajo estos

cuatro conceptos la calidad de semilla y su potencial productivo estará en su máximo nivel cuando en la semilla estén contenidos todos y cada uno de los componentes en su máxima expresión.

son cuatro los componentes de calidad y estos son: el componente genético, el fisiológico, el sanitario y las características físicas.

Bustamante (1982) describe estos componentes de la siguiente manera: el componente genético describe la calidad que obtiene el fitomejorador, es decir, un material genético de características sobresalientes y la calidad genética viene determinada por el genotipo y cuando un material es aceptado por las instituciones que competen en materia de certificación de semillas para ser distribuido y explotado a nivel comercial, es porque ha cumplido con este primer componente.

**Bustamante (1982) menciona a su vez que el componente fisiológico se refiere a las características de viabilidad de las semillas , a la alta capacidad de germinación y vigor para establecer nuevas poblaciones.**

Según Warham *et al.* (2002) viabilidad de la semilla es la capacidad de la semilla de vivir, crecer y desarrollarse.

Mientras para Bustamante (1982) Viabilidad de semillas es sinónimo de capacidad de germinación, y en este sentido significa que una semilla es capaz de germinar y producir una plántula normal, y dependiendo de esta habilidad, una semilla es viable o no.

Para Moreno (1996) la germinación de la semilla se define como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una plántula normal bajo condiciones favorables.

Leal (1990) menciona que la germinación se mide mediante una prueba de germinación estándar, la cual expresa el porcentaje de germinación de un lote de semillas y viene dado por el número de plántulas normales en dicha prueba.

Warham (2002) a su vez define la germinación de la semilla como la capacidad de ésta de desarrollar plántulas normales en condiciones óptimas. Así mismo comenta que las pruebas de germinación de semillas siguen siendo los criterios más aceptados internacionalmente para medir la viabilidad de una semilla, sin embargo, un lote de semillas con un alto porcentaje de germinación

por si solas no arrojan información suficiente sobre el probable comportamiento de una semilla en campo, por lo que el vigor de la semilla se vuelve un factor importante y las pruebas de vigor se hacen necesarias.

ISTA (1985) define al vigor como la suma total de todas aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la semilla o lote de semillas durante su germinación y emergencia de plántulas. Warham (2002) a su vez, define el vigor de las semillas como las propiedades de estas que determinan el potencial de emergencia uniforme y rápida, y el desarrollo de plántulas normales en diversas condiciones de campo.

Según Moreno (1996) el vigor de las semillas puede ser evaluado mediante una prueba de envejecimiento acelerado, la cual tiene como principio someter las semillas a altas temperaturas y humedades relativas por periodos cortos de tiempo con el fin de determinar su resistencia al deterioro por medio de la reducción de la germinación con relación al potencial fisiológico inicial de las semillas y relacionar la germinación después del envejecimiento con emergencia en campo bajo condiciones ambientales.

**Leal (1990) concibe a el vigor de la semilla como un parámetro de calidad que engloba todas aquellas propiedades que determinan el nivel**

**de actividad y comportamiento de la semilla durante su germinación y emergencia de la plántula, las semillas que se comporten bien serán de alto vigor y las semillas que se comporten pobremente se llamarán semillas de bajo vigor.**

Bustamante (1982) continúa diciendo, acerca de los componentes de calidad de la semilla, que el componente sanitario, es el hecho de que la semilla se encuentre libre de microorganismos (hongos, bacterias y virus), ya que representan una seria amenaza para la producción de semillas de alta calidad.

En cuanto a las características físicas de la semilla se refiere a la alta pureza física de la semilla, el peso de la semilla y el contenido de humedad. La pureza física indica el grado de contaminación física que existe en el lote de semillas, y lo ideal es tener un lote con alto porcentaje de semilla pura.

El peso de la semilla es un indicador del manejo con que esa semilla fue producida en campo, ya que un cultivo sujeto a falta de nutrientes, daños por plagas, enfermedades o agentes meteorológicos como heladas, granizo etc. se verá reflejado en su peso volumétrico o en el peso de mil semillas; Leal (1990) a su vez comenta que los factores que pueden llegar a influenciar el peso hectolítrico de una semilla, son en primer lugar, el tiempo de cosecha, ya

que una semilla cosechada antes de alcanzar su madurez óptima, será una semilla vana con un peso hectolitrico bajo, al igual que si se cosecha después del tiempo adecuado puede perder su calidad al estar expuesta a factores bióticos y abióticos que dañan la calidad de esta y por lo consiguiente se verá reflejado en su peso.

Según Moreno (1996), para el cultivo del frijol el peso volumétrico es de 75 Kg/hl, lotes que arrojen un resultado por debajo de este peso, reflejan una semilla mal manejada en campo.

Bustamante (1982), considera también que el contenido de humedad es también importante, ya que es un factor que influye en el manejo y conservación de las semillas una vez obtenidas, a lo que Leal (1990) complementa diciendo que una semilla que se cosecha con un contenido de humedad muy alto se puede disminuir su calidad al exponerla a un mayor daño mecánico, además de exponerse a un deterioro más rápido que reduzca su capacidad de almacenamiento. Según SNICS (1980) la semilla de frijol para poder ser certificada debe de contener máximo un 12 por ciento de su contenido de humedad para poder conservarse en buenas condiciones durante el lapso que se encuentre almacenada.

## **Control de calidad de semillas**

**Quiñónez (1984), define el control de calidad de semillas como un sistema que permite aceptar aquellos lotes o unidades que se encuentren dentro de ciertas tolerancias previamente establecidas o rechazar todos aquellos que estén fuera de esas tolerancias, y es el principio básico que se debe seguir en todo sistema de producción.**

Según U.S.D.A (1980) para tener un control de calidad de semillas primeramente se debe de medir la calidad de las mismas mediante el análisis de una muestra representativa del lote.

Feistritz y Kelly (1979) definen el control de calidad de semillas como un sistema y unos procedimientos encaminados a conseguir normas dadas de calidad de las semillas, un sistema de mantenimiento de la calidad una vez alcanzadas esas normas, y un método para determinar cuales son los problemas en materia de calidad de semillas y para resolverlos.

Esbo (1980) Define el control de calidad como un conjunto de actividades ejecutadas en forma ordenada y sistemática en las distintas fases de

producción de semilla, que permitirán captar los distintos componentes de calidad.

### **Certificación de semillas**

Para el SNICS (1993) la certificación de semillas consiste en verificar e inspeccionar las semillas para siembra, desde su origen, durante su proceso de producción en campo, beneficio y acondicionamiento, hasta su almacenamiento y comercialización, conforme a estrictas normas de calidad establecidas. Sólo las semillas que cubren los requisitos de alta calidad genética, fisiológica, física y fitosanitaria son certificadas.

Según el SNICS (1993) la certificación de semillas tiene como objetivo principal garantizar al agricultor la calidad genética, física, fisiológica y sanitaria de las semillas que adquiere para su siembra, a través de supervisiones durante el proceso de producción, a fin de llevarse a cabo el cumplimiento de las normas técnicas de campo y laboratorio que permitan garantizar dicha calidad.

Parson *et al* (1980) definen la certificación de semillas como un sistema integral que garantiza la obtención y distribución de semillas y material de propagación genéticamente puros mediante las inspecciones y supervisiones en las principales fases del proceso de producción de semillas preservando su identidad y asegurando su calidad mediante el cumplimiento de normas preestablecidas.

**Besnier (1989) señala que la certificación de semillas tiene por objeto asegurar la producción y comercialización de semillas de alta calidad.**

Feistritzer y Kelly (1979) exponen que las semillas certificadas se producen a partir de la multiplicación de semillas certificadas o bien directamente a partir de semillas básicas, y deben acercarse lo más posible a la pureza varietal de éstas últimas.

Así mismo refieren también que la finalidad básica de la certificación de semillas consiste en mantener y facilitar al público fuentes de semillas y materiales de propagación de gran calidad y variedades superiores cultivadas y distribuida de modo tal de garantizar la pureza genética.

Por otro lado Besnier (1989) complementa al respecto, que los sistemas

de certificación garantizan, mediante un control oficial, que las distintas operaciones de producción y manejo de las semillas se han realizado de acuerdo con las normas, previa comprobación mediante inspecciones y análisis, para ser etiquetadas y clasificadas oficialmente en una determinada categoría de semillas.

### **Normas Específicas para la certificación de semilla de frijol según SNICS 1980.**

#### **Normas de campo.**

1. Requisitos del terreno. Deben mostrar evidencias de buen manejo para controlar lo siguiente:
  - a) Las enfermedades de las plantas favorecidas por condiciones fisicoquímicas del suelo.
  - b) Los patógenos transmisibles existentes en el suelo.
  - c) Los contaminantes de otras variedades y hierbas

Inspecciones de campo. En la mayoría de los cultivos el personal del SNICS deberá efectuar cuando menos las siguientes inspecciones:

Del terreno para aprobarlo o rechazarlo de acuerdo con requisitos de antecedentes.

Durante la siembra.

Antes de iniciarse la floración.

Antes de la cosecha en el estado de madurez fisiológica del cultivo.

El personal del SNICS debe aplicar estrictamente las normas establecidas en campo para la producción de semilla (Cuadro 2.1)

### **Manejo del cultivo**

**El cultivo para la producción de semillas certificadas debe hacerse siguiendo la mejor técnica como sigue:**

1. Sembrar dentro de las fechas límites fijadas por la secretaria de agricultura.
2. Eliminar oportunamente las plantas de otras variedades, otros cultivos, hierbas.
3. Controlar plagas y enfermedades oportunamente.

4. Otras prácticas agronómicas que garanticen un desarrollo satisfactorio del cultivo y la producción de buena semilla.

### 5. Aislamiento.

El terreno para la producción de semilla debe estar aislado por lo menos 5 metros de otros campos cultivados con frijol y frijol ejotero.

**Cuadro 2.1** Tolerancias de campo en los factores que se indican para las semillas certificadas de frijol.

	certificada
otras variedades y plantas fuera de tipo (máx.)	
otros cultivos (máx.)	
zonas bacterianas <sup>1</sup>	

mosaicos <sup>2</sup>	
antracnosis <sup>3</sup> .	
hierbas nocivas <sup>4</sup> .	

<sup>1</sup> Tizón común del frijol. *Xanthomonas phaseoli* E.F. Smith

Tizon del halo. *Pseudomonas phaseolicola* (Burk) Dows

<sup>2</sup> Mosaico común del frijol. Marmor *Phaseolus* No. 1

Mosaico amarillo del frijol. Marmor *Phaseolus* No. 2

<sup>3</sup> Antracnosis del frijol. *Colletotrichum lindemathianum* Sacc y Magn.

<sup>4</sup> Hierbas nocivas. Mastuerzo, *Crippa austriaca*. Cardo cundidor *Cisum arvense*. Grama del norte, *Agropyron repens*. Cúscuta, *Cuscuta* spp. Maravilla o Don Diego del día, *Ipomea purpurea*. Hierba de san Juan, *Ripericum perforatum*. Tomatillo *Physalys ixocarpa*. Trompillo, *Solanum eleagnifolium*. Quelite, *Amaranthus* spp. Zacate Jonson, *Sorghum halepense*, Correhuela. *Convolvulus* spp.

### **Inspección durante la cosecha y almacenamiento antes del beneficio.**

**El personal técnico del SNICS debe realizar durante la cosecha las inspecciones que sean necesarias, para verificar que la semilla se está cosechando en la forma más apropiada y extender las notas de remisión requeridas para cada vehículo que movilice semilla de los campos aceptados hasta los almacenes a fin de controlar la identidad, el volumen de la semilla cosechada y evitar mezclas. El SNICS debe inspeccionar los almacenes para comprobar que la semilla se maneja adecuadamente pegandose a las normas de laboratorio establecidas para cada cultivo (cuadro 2.2).**

**Cuadro 2.2** Normas de Laboratorio para la certificación de semilla de frijol

<b>Factor</b>	<b>Categoría: certificada</b>
Semilla pura (mín.)	98.0%
Materia inerte (máx)	2.0 %
Semillas de otras variedades (mín.)	10 por kg.
Semillas manchadas (máx.)	25 por kg.
Semilla de hierbas nocivas	Ninguna
Germinación (mín.)	80.0 %
Humedad (máx.)	13 %

## **MATERIALES Y METODOS**

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en dos fases: campo y laboratorio.

### **Fase de campo**

Se realizó en la región agrícola del estado de Zacatecas, la cual se encuentra ubicada en la región central de la República Mexicana. Sus

coordenadas de localización son: al norte,  $25^{\circ} 09'$  al sur,  $21^{\circ} 04'$  de latitud norte, al este  $100^{\circ} 49'$ , al oeste  $104^{\circ} 19'$  de longitud oeste , a una altura media sobre el nivel del mar de 2,230 metros y con una temperatura media anual de  $17^{\circ}\text{C}$ , la precipitación media anual es de 430 mm.

Los suelos son pobres en materia orgánica, predominando los suelos rojizos y claros con poca profundidad además de alcalinos.

## **Material genético utilizado**

Para la presente investigación se utilizaron dos genotipos de frijol, los cuales fueron :

- 1) Negro Zacatecas**
- 2) Flor de mayo sol**

Estos genotipos fueron generados por el programa de frijol del campo experimental de Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Descripción de los genotipos utilizados:

### **Negro Zacatecas**

Es una variedad mejorada de frijol, generada por el INIFAP-Zacatecas. Su hábito de crecimiento es de guía corta y ramificada, tiene flores de color morado y florece en promedio a los 54 días después de la siembra; en

condiciones de temporal su ciclo vegetativo es de 95 días y en riego de 115 días. La semilla de esta variedad es de color negro opaco y de tamaño mediano con un promedio de 3,000 semillas por kilogramo. Esta variedad es tolerante al tizón común, tizón del halo, Antracnosis y Roya.

Se recomienda para siembras de riego completo o medio riego y en temporal para zonas de bueno y mediano potencial.

Se tiene la evidencia de que con el uso de semilla certificada y la implementación de un paquete tecnológico apropiado es factible obtener rendimientos de 3.0 a 3.5 ton/ha bajo condiciones de riego completo, de 2.0 a 3.0 ton/ha. en medio riego y de 1.0 a 2.0 ton/ha en zonas de temporal de mediano potencial.

### **Flor de mayo sol**

Es una variedad de frijol mejorada desarrollada por el INIFAP-Zacatecas. Su hábito de crecimiento es de guía corta y ramificada, tiene flores blancas y florece en promedio a los 45 días después de la siembra. Su ciclo vegetativo es

de 85 días de temporal y de 95 días en riego. La semilla de esta variedad es típica del flor de mayo común, es decir, pinto rosado con fondo bayo paja, es de tamaño mediano, con un promedio de 3,200 semillas por kilogramo. Esta variedad presenta tolerancia roya y virus del mosaico común, pero muestra susceptibilidad a Antracnosis, Tizón común y Tizón del halo.

Es una variedad precoz, lo que permite utilizarla como una alternativa para un segundo cultivo, después de ajos o cebollas, en siembras de riego completo o medio riego. También se recomienda para zonas de temporal de bajo potencial, debido a su precocidad y tolerancia a la sequía. En siembras de riego completo o medio riego se puede sembrar a doble hilera, debido a que las plantas son compactas y no alcanzan a cerrar el surco. Se recomienda para todo el altiplano, excepto DDR de Río grande, debido a problemas fitosanitarios con Antracnosis.

En base a resultados de investigación se tiene que bajo el uso de semilla certificada y un paquete tecnológico apropiado es factible obtener rendimientos comerciales de 3.0 ton/ha bajo riego completo, de 1.5 a 2.0 ton/ha en medio riego y de 0.5 a 1.0 ton/ha. en zonas de temporal de bajo potencial.

### **Metodología.**

La metodología que se utilizó en esta etapa es la siguiente:

Se sembraron dos lotes de 1.5 ha bajo condiciones de riego en áreas de potencial agronómico: Mediano (Fresnillo) y Bajo (Calera Zacatecas). Estos lotes estuvieron ubicados en predios de productores miembros de organizaciones asociadas a la Integradora Estatal y en el INIFAP campo Experimental de Calera Zacatecas.

Se inscribieron los lotes de producción de semilla certificada de frijol en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS)

Se realizó el establecimiento de los lotes en los meses de Junio y Julio (Cuadro 3.1), de acuerdo a las normas de certificación de semillas para el cultivo del frijol (Cuadro 3.2), que establece el SNICS para producción de semilla certificada.

El manejo del cultivo se realizó de acuerdo a los paquetes tecnológicos que se evaluaron en cada uno de los materiales, uno el que normalmente utiliza el productor y el otro propuesto por el INIFAP (Cuadro 3.2)

La cosecha de los materiales (Cuadro 3.1) fue de forma manual arrancando las plantas con todo y raíz para posteriormente desprender las vainas que servirían para realizar las evaluaciones posteriores .

**Cuadro 3.1 Fechas de siembra y de cosecha para los materiales Negro Zacatecas y Flor de mayo sol con dos paquetes tecnológicos de Producción.**

Material vegetativo	Fecha de siembra	Fecha de cosecha
Negro Zac INIFAP	18 de Junio	14 de octubre
Negro Zac. Productor:	19 de junio	15 de Octubre
Flor de mayo sol INIFAP:	15 de Julio	22 de Octubre
Flor de mayo sol Productor	16 de julio	23 de Octubre

#### Fase de laboratorio.

Este se llevó a cabo en el laboratorio de calidad del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo Coahuila, ubicada a los 25° 22' de latitud norte y 101° 00' de longitud Oeste, con una altitud de 1742 msnm; y presenta una precipitación media anual de 298.5 mm.

## Metodología experimental

### Tratamientos

Los dos genotipos anteriormente mencionados, fueron sembrados utilizando dos paquetes tecnológicos que comprenden el manejo de producción de semilla, el primero recomendado por el INIFAP y el segundo el que convencionalmente utiliza el productor, (Cuadro 3.1) y fueron establecidos en cinco bloques y cinco repeticiones por parcela dando un total de 50 unidades experimentales para cada variedad y cada ambiente.

**Cuadro 3.2** Características generales del establecimiento de dos variedades de frijol en dos ambientes y dos tecnologías de producción de semilla.

<b>Tratamientos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Paquete tecnológico	<b>INIFAP</b>	<b>productor</b>
Ambiente	Calera, Zacatecas	Fresnillo, Zacatecas
Variedades	Negro Zacatecas Flor de mayo sol	Negro Zacatecas Flor de mayo sol
No. de riegos	5	2
Deshierbes	2	2
Aporques	3	5
	1 <sup>er</sup> paso: 1 <sup>era</sup> Hoja trifoliada	1 <sup>er</sup> paso: 1 <sup>era</sup> Hoja trifoliada

Desmezcles	2 <sup>ndo</sup> . paso: Inicio de floración. 3er paso: llenado de vainas.	2 <sup>ndo</sup> . paso: Inicio de floración. 3 <sup>er</sup> Paso: llenado de vainas.
Aislamiento de otros lotes	5 metros	5 metros
Dosis de fertilización (NPK)	120 – 100 - 60	55.5 – 71 – 44
Distancia entre surcos	70 cm	80 Cm.
Distancia entre plantas	10 cm	10 Cm.
Densidad de plantación	142,857plantas / ha	125,000 plantas/ ha.
Control de enfermedades (Roya)	No	Cuperhidro 1 lt / ha.
Control de plagas (conchuela)	No	Tamarón 1 lt / ha

### Diseño experimental

Para los datos obtenidos de cada uno de los parámetros evaluados en Campo y laboratorio se utilizaron los siguientes diseños experimentales:

#### Campo.

Para los análisis correspondientes para esta etapa se utilizó un diseño estadístico de Bloques al Azar con arreglo factorial dando un acomodo de dos factores con 5 bloques y 5 repeticiones por bloque resultando un total de 50 unidades experimentales por localidad y cuyo modelo Estadístico es:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + (T B)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = variable aleatoria correspondiente al i-esimo tratamiento y la j-esima repetición.

$\mu$  = media general

**$T_i$  = efecto del i-esimo tratamiento.**

$B_j$  = efecto del j-esimo bloque

$\varepsilon_{ijk}$  = error experimental.

### **Laboratorio.**

Para este caso se utilizó un diseño de bloques completos al azar, para darle seguimiento al bloqueo realizado en campo y así mismo reducir el error experimental, y el modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + (T B)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = variable aleatoria correspondiente al i-esimo tratamiento y la j-esima repetición.

$\mu$  = media general

**$T_i$  = efecto del i-esimo tratamiento.**

$B_j$  = efecto del j-esimo bloque

$\varepsilon_{ijk}$  = error experimental.

### **Variables a evaluar:**

### **Fase de Campo.**

### **1) Número de vainas por planta.**

Para cada variedad se contabilizó el número de vainas por planta tomando una muestra de 10 plantas por cada repetición para después obtener una media por bloque.

### **2) Número de granos por vaina.**

Esta variable se determinó contabilizando el número de granos de 10 vainas de 10 plantas por repetición, para obtener como resultado un valor medio por repetición y por tratamiento.

### **3) Rendimiento**

Este parámetro se midió mediante una balanza granataria pesando cada una de las repeticiones y expresando su peso en gramos. Posteriormente se sumaron todos los pesos obtenidos de las repeticiones para cada lote establecido y se obtuvo un peso total transformado en kg/ha.

### **Fase de Laboratorio.**

#### **1) Contenido de Humedad**

Este parámetro se midió utilizando un determinador de humedad conocido como Motomco, en donde primeramente se pesó una muestra de 250 gramos de semilla y se depositó en un cilindro receptor con que cuenta este aparato, y mientras se calibra, se toma la temperatura de la semilla para realizar posteriormente las correcciones de humedad por temperatura. Una vez calibrado el determinador de humedad, se selecciona en el aparato la función de operación y se deja caer la semilla en el vaso receptor del determinador y se procede a localizar la lectura de contenido de humedad de la semilla, la cual se expresa en porcentaje.

## **2) Peso volumétrico.**

Esta variable se determinó utilizando la balanza volumétrica Ohaus , en donde se colocaron 300 gramos de semilla de cada repetición, en un cono a una altura de 5 cm por encima de un vaso de plástico de 200 ml de capacidad colocado debajo del cono para captar la semilla del mismo. Posteriormente se vació la semilla depositada en el cono para llenar por gravedad el recipiente de plástico de 200 ml llenándolo hasta derramarse la semilla. Posteriormente se pasa una regla de madera por encima del vaso para dejarlo completamente al ras. Una vez terminado este procedimiento se procedió a pesar la cantidad de semilla depositada en el vaso expresando su valor en gramos. Después se midió la capacidad del vaso de plástico en volumen, ya que con ese dato posteriormente se transformaría el peso obtenido de la semilla en kg/hl

## **3) Peso de Mil Semillas.**

Para determinar esta variable se utilizaron ocho repeticiones de 100 semillas cada una para cada repetición de cada bloque y de cada variedad. Cada una de las ocho repeticiones se pesaron en gramos y se calculó el coeficiente de variación para saber la variabilidad que existe en cuanto a los pesos de cada repetición, una vez aceptándose el coeficiente de variación (que según ISTA (1985) debe ser menor de 4) se calculó el peso de mil semillas mediante una regla de tres simple.

#### **4) Porcentaje de germinación.**

Se utilizaron 4 repeticiones de 50 semillas para cada repetición de cada bloque y de cada variedad y se colocaron toallas de papel de germinación, previamente humedecido con agua corriente para posteriormente hacer los “tacos” e introducirlos a una cámara de germinación a temperatura de 25° C dentro de una bolsa de plástico. Posteriormente se evaluó el porcentaje de germinación en dos conteos, el primero a los 5 días y el segundo a los 9 días y se obtuvo un promedio de las cuatro repeticiones.

#### **5) Vigor(Envejecimiento acelerado)**

Se realizaron cuatro repeticiones de 50 semillas, para cada repetición de cada bloque y de cada variedad. Se colocó un vaso de precipitado de 600 ml con un volumen de agua corriente de 100 ml mas un soporte y una malla en la cual se colocaron las semillas. Se colocaron las muestras en una cámara de envejecimiento acelerado por 72 horas a una temperatura de 42° C. Posteriormente se sacó la semilla de la cámara y se les realizó una prueba de germinación estándar, en donde las plántulas normales se consideraron vigorosas y las plántulas anormales de bajo vigor.

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

**De acuerdo a las observaciones realizadas, así como a los parámetros evaluados y los análisis estudiados se presentan a**

**continuación los resultados y las discusiones obtenidas.**

**Primeramente se expone un concentrado de todas las medias obtenidas en los dos cuadros siguientes (Cuadro 4.1 y 4.2), en donde se presentan cada una de las variedades estudiadas así como también los resultados de cada análisis estadístico aplicado a cada variable de los dos paquetes tecnológicos comparados; posteriormente se discuten los mismos resultados para mayor interpretación de los mismos.**

Variedad: negro Zacatecas														
Bloques	No. de vainas por planta		No. de granos por vaina		Rendimiento (g)		Peso Volumétrico (Kg/Hl)		Peso de mil semillas (g)		Germinación (%)		Vigor (%)	
	·INIF.	·Prod.	INIF.	Prod.	INIF.	Prod.	INIF.	Prod.	INIF.	Prod.	INIF.	Prod.	INIF.	Prod.
<b>1</b>	36.91	36.32	6.74	6.25	546.04	454.84	83.58	84.71	272.18	243.99a	100	98	99	100
<b>2</b>	36.03	36.74	6.5	6.35	558.02	507.84	83.21	84.51	260.33	233.78 <sup>a</sup>	100	99	100	100
<b>3</b>	36.85	36.51	6.55	6.79	567.94	414.32	83.83	84.38	269.89	243.43ab	99	98	99	100
<b>4</b>	34.53	36.68	6.64	6.65	584.89	484.05	82.87	84.07	281.11	240.28ab	100	98	100	100
<b>5</b>	35.51	35.68	6.46	6.77	550.26	448.51	82.70	84.66	276.14	247.92b	100	98	100	100
<b>Medias</b>	35.97	36.39	6.58	6.56	561.43a	461.91b	83.24b	84.46a	271.93a	241.88b	100a	98b	100a	100a

Cuadro 4.1. Concentrado de resultados para las variables consideradas en la variedad de frijol Negro Zacatecas

utilizando dos

paquetes tecnológicos de producción de semilla certificada.

Cuadro 4.2. Concentrado de resultados para las variables consideradas en la variedad de frijol Flor de mayo sol utilizando dos paquetes

tecnológicos de producción de semilla certificada.

Variedad: Flor de mayo sol														
Bloques	No. de vainas por planta		No. de granos por vaina		Rendimiento (g)		Peso Volumétrico (Kg/Hl)		Peso de mil semillas (g)		Germinación (%)		Vigor (%)	
	·INIF.	·Prod.	INIF.	Prod.	INIF.	Prod.	INIF.	Prod.	INIF.	Prod.	INIF.	Prod.	INIF.	Prod.
<b>1</b>	39.64	39.26	6.26	6.04	558.68	440.36	85.32	85.84a	320.08	285.89	99	99	99	99
<b>2</b>	34.88	33.74	6.42	6.10	558.12	488.26	85.63	86.77ab	309.00	276.19	99	99	98	99
<b>3</b>	39.28	37.68	6.22	6.28	560.37	398.72	85.32	85.96ab	314.57	272.99	99	99	99	99
<b>4</b>	38.08	31.16	6.28	6.32	513.93	445.02	85.36	86.11ab	316.71	275.99	99	99	99	100
<b>5</b>	34.60	34.70	6.54	6.50	522.24	447.88	84.83	85.16b	309.46	276.49	99	99	99	99
<b>Medias</b>	37.29	35.31	6.34	6.25	542.67a	444.05b	85.29b	85.97a	313.96	277.51	99	99	99	99

\*INIF. Paquete tecnológico del INIFAP

\*Prod. Paquete tecnológico del productor

Nota.. Letras diferentes muestran diferencia significativa entre los paquetes tecnológicos utilizados. DMS: al 99 % de confiabilidad.

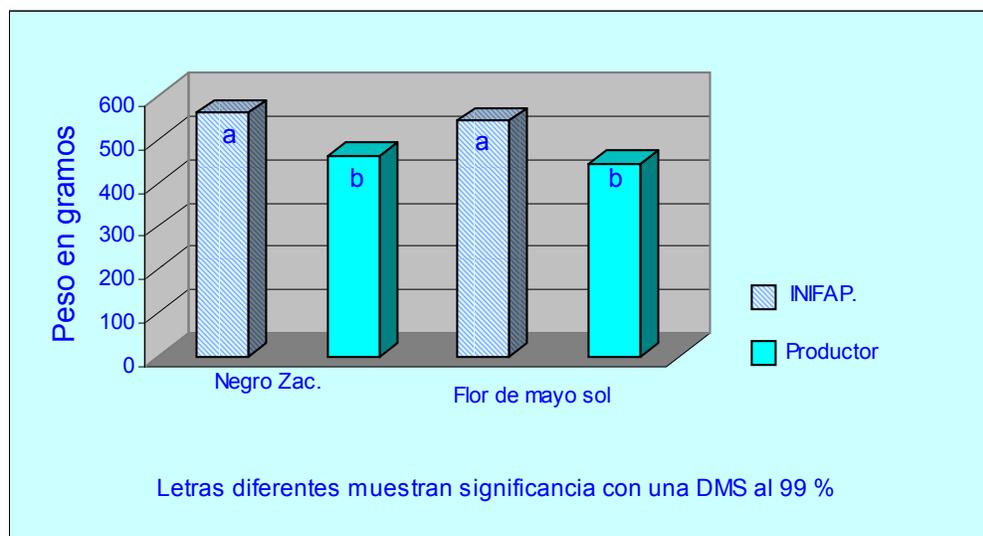
## **Variables de campo.**

### **Número de vainas por planta y número de granos por vaina.**

Para el número de vainas por planta se obtuvo un promedio de 36 vainas por planta, y un promedio de 6.5 granos por vaina para la variedad Negro Zacatecas en los dos paquetes tecnológicos por lo que no se encontraron diferencias significativas; para la variedad Flor de mayo sol, así mismo no se encontró significancia en el número de vainas por planta, sin embargo, utilizando el paquete tecnológico del INIFAP numéricamente fue superior (37 Vainas) que en donde se utilizó el paquete del productor (35 vainas); sin embargo, para el número de granos por vaina los resultados fueron muy similares en ambos casos, obteniéndose para la variedad negro Zacatecas un promedio de 6.5 granos por vaina y 6 granos por vaina para la variedad Flor de Mayo sol, por lo que se podría afirmar que son características propias de la variedad que no son influenciadas por el manejo agronómico que se les dé, a excepción de que dichas variedades no llegasen a completar su ciclo de cultivo normal.

### **Rendimiento.**

Para esta variable se encontró una diferencia significativa muy marcada utilizando el paquete tecnológico del INIFAP, obteniéndose un rendimiento total en negro Zacatecas de 5,314.97 kg/ha., y 5,137.37 kg/ha de Flor de mayo sol; por el contrario, utilizando el paquete tecnológico del productor se obtuvieron rendimientos de 3849.3 . y 3700 kg/ha de negro Zacatecas y Flor de mayo sol en ese orden (figura No. 4.1), por lo que se puede confirmar lo mencionado por Sánchez *et al* (2001) que con el uso de semilla de buena calidad acompañado de una mejor tecnología de producción y aprovechamiento de insumos para reducir las limitantes de producción se pueden llegar a superar los rendimientos obtenidos por los productores de frijol, que utilizan tecnología de producción convencional, la misma que se utiliza para producción de grano, por lo que se podría utilizar el mismo paquete tecnológico propuesto por el INIFAP para producción de semilla adecuándolo para la producción de grano en productores de riego para incrementar sus rendimientos hasta en un 28 por ciento, utilizando semilla certificada, ya que se tiene así mismo una mayor densidad de plantas por ha. y un mayor peso de semillas.



**Figura 4.1.** Medias de Rendimiento para las variedades Negro Zacatecas y Flor de mayo sol con dos tecnologías de producción de semilla.

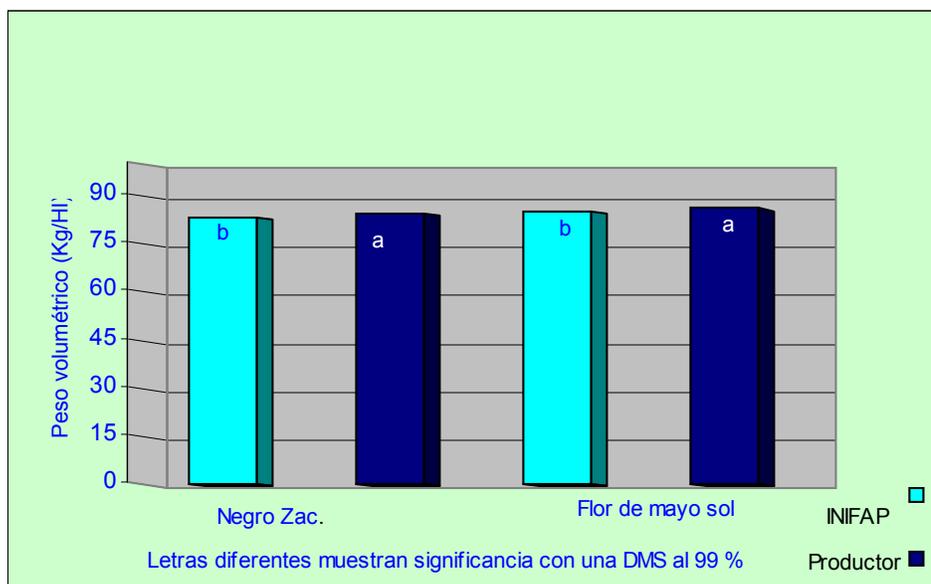
## Variables de Laboratorio

### Contenido de humedad

La humedad con que se cosechó la semilla oscilaba entre el 19 y 20 por ciento de humedad, la cual fue reducida mediante el secado natural (sol) hasta obtener entre un 11.5 y 12 por ciento del contenido de humedad de la semilla.

### Peso volumétrico.

Para este parámetro se encontró que las dos variedades en donde se utilizó el paquete tecnológico del productor presentaron significativamente, un mayor peso volumétrico, a donde se utilizó la tecnología propuesta por el INIFAP con valores de 84.46 y 85.97 kg/Hl en negro Zac. y flor de mayo sol, y en este mismo orden se obtuvieron 83.24 y 85.29 kg/Hl (figura 4.2) con la tecnología propuesta por el INIFAP; lo que refleja la diferencia en la utilización de los dos paquetes tecnológicos, ya que en la tecnología propuesta por el INIFAP se utilizó una nutrición mineral al cultivo mayor que en el paquete tecnológico del productor lo que repercute que con este último se haya obtenido una semilla de menor tamaño, entonces al realizar esta prueba de peso hectolítrico hay un mejor acomodo de las semillas pequeñas en el recipiente y por consiguiente mayor número de éstas lo que explica que los valores mayores correspondan a este tratamiento dándonos por resultado un mayor peso volumétrico, sin embargo, de acuerdo a lo mencionado por Moreno (1996) se puede afirmar que utilizando cualquiera de estos dos paquetes tecnológicos se obtienen resultados favorables en cuanto a esta variable, ya que rebasan el peso volumétrico mínimo requerido para certificar una semilla de frijol el cuál es de 75 kg/hl, lo que indica un buen manejo agronómico del cultivo.



**Figura 4.2.** Medias del peso volumétrico para las variedades Negro Zacatecas y Flor de mayo sol con dos tecnologías de producción

### Peso de mil semillas

Para esta variable se observó que la semilla producida con el paquete tecnológico del INIFAP fue significativamente superior, con una media de 271.93 y 313.96 gramos en las variedades negro Zacatecas y flor de mayo sol respectivamente; y para el caso donde se utilizó la tecnología de producción del productor se obtuvieron pesos de 241.88 y 277.51 de las variedades negro Zacatecas y Flor de mayo sol (figura 4.3); lo que confirma que la tecnología para producción de semilla propuesta por el INIFAP le da una característica de

mayor tamaño y mayor peso a la semilla además de ser más uniforme en los tamaños (Figura 4.3).

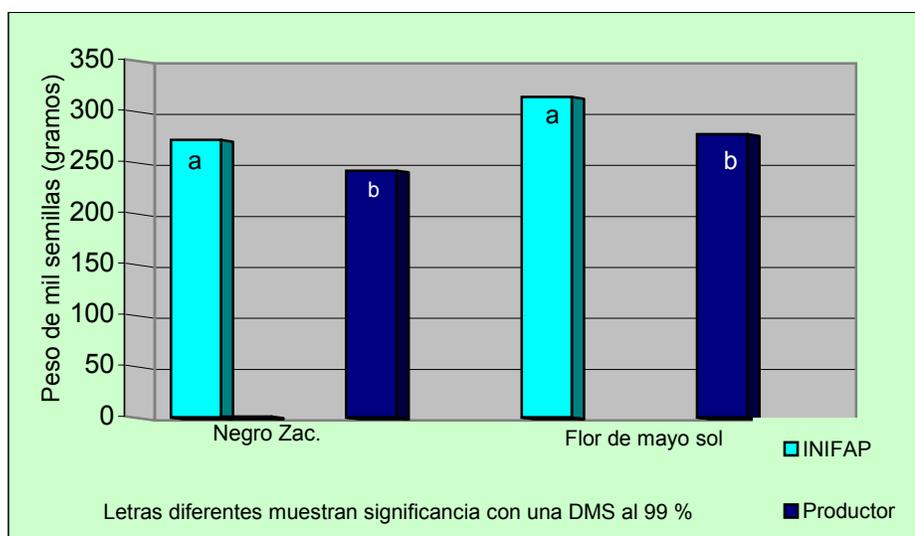
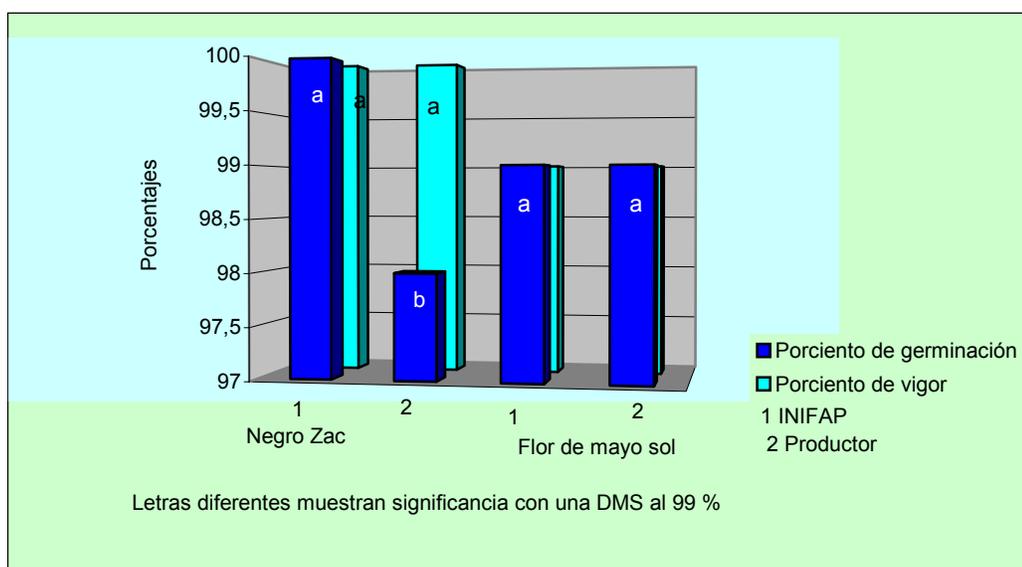


Figura 4.3. **Medias del peso de mil semillas para las variedades Negro Zacatecas y Flor de mayo sol con dos tecnologías de producción**

**Por ciento de germinación.**

Para esta variable se encontró que utilizando el paquete tecnológico del INIFAP la variedad negro Zacatecas se mostró superior significativamente con respecto a donde se utilizó el paquete tecnológico del productor, con valores de 100 y 98 por ciento respectivamente, sin embargo, para la variedad Flor de mayo sol se mostraron estadísticamente iguales con un 99 por ciento de germinación para ambas tecnologías de

producción (Figura 4.4). Estos resultados en la germinación se debieron a que las semillas mostraron cierto grado de dureza en donde la semilla emitió su radícula pero no alcanzó a romper la testa en la variedad negro Zacatecas, aunque para flor de mayo sol existieron semillas sin germinar y plántulas anormales.



**Figura 4.4** Medias del por ciento de germinación y vigor de las variedades Negro Zacatecas y flor de mayo sol utilizando dos tecnologías de producción de semilla.

#### Vigor (Envejecimiento Acelerado)

En este parámetro, los ensayos de vigor mostraron un 100 por ciento para la variedad Negro Zacatecas, por lo que no se encontraron diferencias

significativas al utilizar los dos paquetes tecnológicos, al igual que en la variedad Flor de mayo sol, no se encontraron diferencias significativas, ya que se obtuvo el mismo porcentaje de vigor, el cual fue el mismo valor que en la germinación (99 figura 4.4), sin embargo en la variedad negro Zacatecas, se observó un incremento en el porcentaje de vigor con respecto al de germinación en donde se utilizó el paquete tecnológico del productor, ya que incrementó un 2 por ciento, de 98 a 100, lo que se debió a que en el por ciento de germinación las plántulas que resultaron anormales fue porque no alcanzaron a romper la testa al segundo conteo de germinación, sin embargo en la prueba de vigor mediante envejecimiento acelerado las semillas embeben agua lo que contribuye a eliminar su dureza, y por lo consiguiente el porcentaje de vigor resultó mejor que el de germinación.

## **CONCLUSIONES**

El mejor paquete tecnológico para incrementar el rendimiento de semilla fue el propuesto por el INIFAP, ya que se obtuvo un rendimiento superior en un 28 por ciento, a donde se utilizó el paquete tecnológico del productor.

Utilizando el paquete tecnológico del INIFAP se obtuvo una semilla de mayor peso y mayor tamaño, que con el paquete tecnológico del productor.

En general se puede afirmar que utilizando las dos tecnologías para producción de semilla se puede obtener semilla de buena calidad, ya que rebasan los estándares mínimos requeridos por el SNICS para

la certificación de semillas.

Es factible recomendar las dos variedades manejadas en este trabajo para sustituir las variedades criollas de la región frijolera de Zacatecas, ya que cuentan con características agronómicas importantes y buena respuesta a una tecnología de producción adecuada, además presentan características culinarias agradables que las sitúan dentro de un mercado preferente.

Se recomienda a la Integradora Estatal de Productores de Frijol de Zacatecas S. A de C.V. continuar fomentando la cultura entre productores miembros el uso de semilla certificada de frijol, a fin de lograr una mayor competitividad en el mercado de este producto.

## RESUMEN

**Se estudiaron dos variedades de frijol: Negro Zacatecas y Flor de mayo Sol en dos ambientes y con dos paquetes tecnológicos de producción de semilla en los municipios de Calera de Víctor Rosales y Fresnillo, ambos del Estado de Zacatecas.**

Los lotes de producción de semilla de frijol fueron establecidos bajo un diseño de bloques al azar con arreglo factorial, con un total de 2 factores, 5 bloques y 5 repeticiones por bloque.

A cada uno de los lotes se les contabilizó en campo el número de vainas por planta, el número de granos por vaina y el rendimiento total de cada variedad; así mismo se les realizaron pruebas de calidad en el laboratorio a cada lote de semilla, estas pruebas consistieron en contenido de humedad, peso volumétrico, peso de mil semillas, germinación estándar y vigor (envejecimiento acelerado). La información obtenida de cada variable fue analizada estadísticamente en donde se realizó una prueba de medias DMS al

99 por ciento de confiabilidad.

**Los resultados muestran que para los parámetros medidos en campo número de vainas por planta y número de granos por vaina no se encontró diferencia significativa ni entre variedades ni entre paquetes tecnológicos, por lo que se podría afirmar que son características propias de cada variedad.**

Para el caso del rendimiento, si se encontraron diferencias altamente significativas entre paquetes tecnológicos, siendo estadísticamente superior la tecnología de producción de semilla propuesta por el INIFAP hasta en un 28 por ciento.

Al medir la calidad de la semilla en el laboratorio primeramente se redujo la humedad de la semilla hasta un rango de 11.5 y 12 por ciento para posteriormente realizar las pruebas de calidad correspondientes. En cuanto al peso de las semillas se encontró que estadísticamente la semilla producida con la tecnología del INIFAP mostró un mayor peso y mayor tamaño.

En lo que se refiere a la germinación en la variedad negro Zacatecas se encontró que con el paquete tecnológico del INIFAP la semilla fue estadísticamente superior, sin embargo el vigor en ambas variedades y ambos paquetes tecnológicos fue estadísticamente igual.

Se concluye que el mejor paquete tecnológico para incrementar el rendimiento de semilla fue el propuesto por el INIFAP, ya que se obtuvo un rendimiento superior en un 28 por ciento, a donde se utilizó el paquete tecnológico del productor, además de que utilizando la tecnología del INIFAP se obtuvo una semilla de mayor peso y mayor tamaño, que donde se produjo la semilla con el paquete tecnológico del productor.

En general se puede afirmar que utilizando las dos tecnologías para producción de semilla se puede obtener semilla de buena calidad, ya que rebasan los estándares mínimos requeridos por el SNICS para la certificación de semillas.

Es factible recomendar las dos variedades manejadas en este trabajo para sustituir las variedades criollas de la región frijolera de Zacatecas, ya que cuentan con características agronómicas importantes y buena respuesta a una tecnología de producción adecuada, además presentan características culinarias agradables que las sitúan dentro de un mercado preferente.

Se recomienda a la Integradora Estatal de Productores de Frijol de Zacatecas S. A de C.V. continuar fomentando la cultura entre productores miembros el uso de semilla certificada de frijol, a fin de lograr una mayor competitividad en el mercado de este producto.

## LITERATURA CITADA

**Acosta G. J.A. y Pérez H. P. 1998. Situación del cultivo del frijol común en México, producción e investigación, Programa de frijol del INIFAP. Chapingo, Edo. De México.**

Besnier F. R. 1989. Semillas. Biología y Tecnología. Editorial Mundiprensa. Madrid España.

Brauer H. O. 1980. Fitotecnia Aplicada. Editorial LIMUSA. México, DF.

Campos Ávila Jorge. 1997. Enfermedades del cultivo del frijol. Editorial Trillas, México, DF.

Bustamante García Leticia A. 1982. Semillas: Control y Evaluación de su calidad. En:

Memorias del curso de actualización sobre Tecnología de Semillas. U.A.A.A.N.  
Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx.

De León C. R. 1985. Investigación y capacitación en producción y tecnología de semillas. “Necesidades futuras de investigación sobre agronomía de la producción de semillas mejoradas” Memorias CIAT. Cali, Colombia.

Esbo, E. 1980. Seed Quality Control In advances in Research and technology of Seeds. Part 5. ISTA. P. 9 – 24.

Feistritzer W.P. and Kelly A.F. 1979. Mejoramiento de la producción de semillas. FAO. Roma, Italia.

Hartmann H.T. y D. E. Kester. 1987. Propagación de plantas. Principios y Prácticas. Ed. Continental. México. D.F.

Hernández O. J.L. Adaptación y Estabilidad de 15 genotipos de Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) en Calera, Zacatecas y Fco. I. Madero, Durango. Tesis Postgrado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

International Seeds Testing Asociation (ISTA). 1985. International rules for seed testing. Seed Science and Technology. The Netherlands.

Leal Garcia Ruben. 1990. Apertura comercial y la calidad de las semillas. En memoria del VI curso de Actualización en Tecnología de Semillas. Del 28 – 30 de Noviembre. CCDTS. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Moreno M., E. 1996. Análisis físico y Biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología UNAM. México. D.F.

- Negrete D. M. , Caamal C. C., Jerónimo A. F. 1987. Producción y rentabilidad del cultivo de frijol en el estado de Nayarit. Tesis Licenciatura, UACH, Chapingo Edo. De México.( Aparece en: <http://www.chapingo.mx/investigacion/pronisea/pro5.html>)
- Ortega R. C. Y Ochoa B. R. 2003. El frijol mexicano y el nuevo siglo: en Revista Claridades Agropecuarias, Diciembre, 2003.
- Ortiz C. J. 1991. La genotecnia y su enseñanza. XIII Congreso Nacional de Fitogenética. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Texcoco, México. Revista Fitotecnia Mexicana.14: 52-53
- Padilla R.R. 1982. Producción artesanal de semilla de trigo. Memoria. Proyectos de Investigación. Pabellón de Arteaga, Ags. México.
- PARSON, F.G.; GARRISON, C.S. y BEESON, K.E. 1980. Certificación de semillas en los Estados Unidos. 9 ed. En Semillas, Anuario de agricultura Trad. De la edición en inglés por Antonio Marino, Pánfilo Rodríguez y Manuel García. México, D.F., Continental. pp. 706-728
- Phoehlman J.M. 1987. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Editorial LIMUSA. México, DF.
- Quiñónez M.A. 1984. Problemática de la producción de semilla de trigo. Memorias del III Curso de Actualización de Semillas. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Sánchez R. G., Manríquez N. J. A., Martínez M. F. A. López I. L.A. 2001.El Frijol en

México Competitividad y Oportunidades de Desarrollo. FIRA. Michoacán, México.

*SARH. 1980. Normas para la Certificación de semillas. SARH, México DF.*

SARH 1992 Guía Fitosanitaria para el Cultivo del Frijol. Producción y rentabilidad del cultivo de frijol en el estado de Nayarit. En: <http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/frejol/roya.htm>

Serrano, C. L. M. 2004. Análisis del caso del frijol. Universidad Autónoma de Chapingo. Disponible en línea con la información en: [www.economia.gob.mx/pics/p.p1763/analisis\\_caso\\_frijol](http://www.economia.gob.mx/pics/p.p1763/analisis_caso_frijol).

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) 2000. Manual de Procedimientos vinculados a la Certificación de semillas para siembra e ingresos.

*United States Department of Agricultural. (U.S.D.A). 1980. Semillas. Compañía Editorial Continental. México, D.F.*

Warham. E.J., Butler L.D., Sutton B.C. 2002. Ensayos Para la Semilla de Maíz y de Trigo. Manual de laboratorio. CIMMYT. México, D.F.