



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**CALIDAD DE SEMILLA DE 36 VARIEDADES DE FRIJOL
CULTIVADAS EN DURANGO, DGO., CON ÉNFASIS EN
LA TRANSMISIÓN DE
*Xanthomonas campestris pv. phaseoli.***

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERA AGRICOLÁ
PRESENTA:
DANIELA BRENA GÓMEZ**

ASESORA: Dra. ROSA NAVARRETE MAYA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*ES UN TRABAJO DE TESIS REALIZADO CON MUCHO ESFUERZO,
DEDICACIÓN Y COMPROMISO POR QUE:*

CON EL ESFUERZO DE CADA DIA FORJAS TU FUTURO

Y

EL QUE HACE LO QUE AMA ESTÁ BENDITAMENTE CONDENADO AL ÉXITO.

DEDICATORIA

A ti Dios y Virgen de Guadalupe por regalarme la vida llenar de bendiciones mi hogar, mi familia, mi carrera, mi trabajo, entre tantas más e iluminar mi camino, fortalecerme en las caídas, sanarme en la enfermedad.

A mis padres por el esfuerzo de darme siempre lo mejor, en alimento, vivienda y educación. Por darme la vida apoyarme y cuidarme, simplemente gracias por ser unos padres excelentes.

A mis hermanas por estar conmigo principalmente en la enfermedad, tristezas y alegrías; por su amistad y cariño incondicional.

A mis tíos Irma y Luis por que mejores segundos padres no pude haber tenido, gracias por su cariño y en especial a ti Irma por tu apoyo.

A ustedes abuelos, a ti Daniel por darme un ejemplo de superación fortaleza, lucha y sencillez. A ti Carmen, por tu cariño e impulso y apoyo. A los dos por ser un ejemplo de esfuerzo y trabajo.

A mis sobrinos Kevin y Daniel, por que sus sonrisas y logros me llenan de alegría y para que cada día se superen.

A mis primos Fer, Brenda, Myrna, Scarlett, Diana, Fabiola, Alejandro, Fernando, Omar y Daniel para que luchen por sus ideales.

A todos aquellos amigos que me apoyaron y que han creído en mi.

En especial a ti que con tu frase "luchar por los sueños hasta morir en el intento", tus palabras y consejos me han enseñado mucho y me acompañan todos los días para alcanzar nuevas metas.

A todos ustedes por que representan un impulso en mi vida para ser cada día mejor.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al fondo CONACYT-SAGARPA-COFUPRO por el financiamiento otorgado a través del Proyecto 2003-CO2-150: Control de la bacteriosis común del frijol en el Altiplano Semiárido de México

A mi asesora la Dr. Rosa por su apoyo paciencia, dedicación y por compartir conmigo todos sus conocimientos y por ser un ejemplo a seguir.

A todos los profesores que me ilustraron, compartieron sus conocimientos conmigo y me apoyaron.

ÍNDICE

	Pág
Índice de Cuadros	i
Índice de Figuras	ii
Índice de Gráficas	iii
I. Introducción	1
1.1.- Objetivo general	4
1.1.2.- Objetivos específico	4
1.2.- Hipótesis	4
II.- Marco Teórico	
2.1.- El cultivo del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	5
2.1.1.- Antecedentes del frijol	5
2.1.2.- Situación actual del frijol a nivel mundial	6
2.1.3.- Situación actual del frijol a nivel nacional	10
2.1.4.- Problemática actual	12
2.1.5.- Clasificación y descripción Botánica	18
2.1.6.- Composición química	22
2.1.7.- Requerimientos del cultivo	24
2.1.8.- Producción del frijol	26
2.1.9.- Ciclo biológico	27
2.1.10.- Fenología	27
2.1.11.- Hábitos de crecimiento	31
2.1.12.- Plagas y enfermedades	33
2.1.12.1.- Plagas	33
2.1.12.2.- Enfermedades	38
2.1.13.- Importancia de las variedades	41
2.2.- Calidad de las semillas	42
2.2.1.- Calidad genética	44
2.2.2.- Calidad física	45
2.2.3.- Calidad fisiológica	47
2.2.3.1.- Germinación	48
2.2.3.2.- Viabilidad	51
2.2.3.3.- Vigor	51
2.2.4.- Calidad culinaria y nutritiva de la semilla	53
2.2.5.- Calidad Sanitaria	53
2.3.- Tizón común (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i>)	55
2.3.1.- Antecedentes	55
2.3.2.- Etiología	56
2.3.3.- Epidemiología	57
2.3.4.- Sintomatología	57
2.3.5.- Control	58

III.- Materiales y métodos	59
3.1.- Descripción del lugar	59
3.1.1.- Germoplasma	59
3.2.- Análisis físico de la semilla	60
3.3.- Análisis fisiológico de la semilla	63
3.4.- Análisis sanitario de la semilla	69
IV.- Resultados y discusión	74
4.1.Resultados y discusión de análisis físico	74
4.2.- Resultados y discusión de análisis fisiológico	83
4.3.- Resultados y discusión de análisis sanitario	92
4.4.- Correlaciones entre las variables evaluadas	103
V.- Conclusiones	117
VI.- Recomendaciones	118
VII.- Bibliografía	119
VIII.- Anexo	126

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química de cada 100g de frijol	22
Cuadro 2. Composición química de la semilla de frijol	24
Cuadro 3. Temperaturas críticas para frijol en las distintas fases de su desarrollo	25
Cuadro 4. Hábitos de crecimiento del frijol de acuerdo al CIAT	31
Cuadro 5 . Atributos de las calidades de la semilla	43
Cuadro 6. Germoplasma de frijol tolerante y susceptible a <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> producidas en CEVAG del INIFAP	59
Cuadro 7. Color predominante de la semilla (Vargas et al., 2006)	61
Cuadro 8. Patrón de moteado(Vargas et al., 2006)	64
Cuadro 9 Color predominante, secundario y brillantez de las semillas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005	76
Cuadro 10. Patrón de moteado y forma de las semillas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005	79
Cuadro 11. Comparación de medias del tamaño de las semillas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005	80
Cuadro 12. Medias de peso de 100 semillas (g) del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005	81
Cuadro 13. Comparación de medias del peso de 10 semillas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.	82
Cuadro 14. Comparación de medias de semillas germinadas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.	84

Cuadro 15. Comparación de medias de semillas duras, viables y muertas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.	86
Cuadro 16. Comparación de medias de plántulas normales y anormales del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.	88
Cuadro 17. Comparación de medias de vigor de raíz y tallo de plántulas normales y anormales del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005	90
Cuadro 18. Presencia de hongos en las semillas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005	93
Cuadro 19. Daños de patógenos y plántulas normales en las semillas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005	94
Cuadro 20. Presencia del tizón del halo (<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>) evaluada por fluorescencia en las semillas de frijol. A) Variedades con fluorescencia B) Variedades sin fluorescencia	95
Cuadro 21. Comparación de medias de presencia de patógenos (hongos y bacterias) del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.	97
Cuadro 22. Presencia de patógenos en las semillas tratadas con desinfección de NaOCl (hipoclorito de Sodio)	98
Cuadro 23. Presencia de patógenos en las semillas tratadas con agua estéril	99
Cuadro 24.- Comparación de medias .de presencia de <i>Xcp</i> y <i>Psp</i>, de las semillas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.	102
Cuadro 25. A) Correlaciones entre las variables evaluadas	105
Cuadro 25. B) Correlaciones entre las variables evaluadas (Continuación)	106

Cuadro 25. C) Correlaciones entre las variables evaluadas (Continuación)	107
Cuadro 26. Variedades con mejor calidad	
Cuadro 26a. Calidad física	108
Cuadro 26b. Calidad fisiológica	108
Cuadro 26c. Calidad sanitaria con desinfección NaOCl	109
Cuadro 26d. Calidad sanitaria con lavado de agua	109
Cuadro 27. Variedades con mala calidad	
Cuadro 27a. Calidad física	110
Cuadro 27b. Calidad fisiológica	110
Cuadro 27c. Calidad sanitaria con desinfección NaOCl	110
Cuadro 27d. Calidad sanitaria con lavado de agua	111
Cuadro 28. Efecto de la presencia del patógeno (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i>) en la calidad de la semilla del germoplasma tolerante y susceptible de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.	
Cuadro 28a. Variedades tolerantes	113
Cuadro 28b. Variedades susceptibles	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Morfología del frijol	21
Figura 2.- Fenología del frijol (Etapa vegetativa y reproductiva)	30
Figura 3. Valor agronómico y calidad de la semilla	44
Figura 4. Distribución de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> en México	56
Figura 5. Color predominante de la semilla	62
Figura 6. Color secundario de la semilla	63
Figura 7. Patrón de moteado de la semilla del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	64
Figura 8. Forma de la semilla del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	65
Figura 9. Proceso de desinfección de semillas (A, B, C).	66
Figura 10. Prueba de germinación	66
Figura 11. Aportación de humedad	67
Figura 12. Semillas germinadas	68
Figura 13. A) Reflejo de Fluorescencia, B) Cámara de luz Ultra Violeta	69
Figura 14. Tratamiento de desinfección de semillas	70
Figura 15. A, B, C) Siembra por estriado	71
Figura 16. A) Sellado de la caja de Petri, B) Incubación de las unidades experimentales	72
Figura 17. Desarrollo de la bacteria <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> y otros patógenos	73

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Principales países productores de frijol	8
Gráfica 2. Principales países exportadores de frijol, 1992-2002	9
Gráfica 3. Principales países importadores de frijol durante 1992-2002	10
Gráfica 4. Participación del promedio anual del frijol en comparación con los cuatro cultivos principales en México	11
Gráfica 5. Consumo per cápita de frijol en México	15
Gráfica 6. Caída del precio en la venta de frijol en México, 1980-2004	16
Gráfica 7. Superficie de frijol habilitada con financiamiento de Financiera Rural en México. 1995-2004	17

1. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de frijol alcanza los 19 millones de toneladas destacando la India y Brasil (SAGARPA, 2006).

La superficie sembrada en México está localizada principalmente en los estados del Altiplano: Zacatecas, Durango, Chihuahua, Sinaloa y Nayarit, que en conjunto contribuyen con el 60% de la producción nacional, mientras que Zacatecas es el primer estado productor de frijol y aporta el 28% de total nacional (SAGARPA, 2006).

El frijol es una leguminosa que se ubica en segundo lugar por superficie destinada para su producción, su cultivo además de tener una importancia especial como fuente vital de proteínas, representa el 15.2% de la superficie total nacional sembrada en México, es decir 2.06 millones de hectáreas. El consumo promedio de los mexicanos en el año 2006 fue de 11.9 kilogramos/persona, aunque en los últimos años el consumo ha disminuido notablemente; debido al cambio en preferencias de los consumidores por productos de mayor facilidad en el consumo (alimentos preparados) y por la sustitución de la proteína de origen vegetal por proteína animal (SAGARPA, 2006).

En el consumo de frijol como alimento se pueden ubicar patrones bastante diferenciados por regiones y por las variedades que se producen en ellas. Así, en las regiones del Golfo de México y del Sureste, se consumen las variedades negras, en la región del Centro-Occidente se prefieren las claras, mientras que en el Norte el consumo por las azufradas se ha incrementado (Ortiz, 1998; Rosales *et al.*, 2004; SAGARPA, 2006).

La actividad productiva del frijol constituye una fuente importante de empleo en el país debido a que es una fuente de ingreso de un amplio sector de la población rural, además de ser una garantía de seguridad alimentaria vía autoconsumo (ASERCA, 2003).

La problemática de la producción de frijol es causada por diversos factores tales como: inundaciones, sequías, y sobre todo por el ataque de plagas y enfermedades. Dentro de las enfermedades más importantes del frijol que ocurren en México se encuentran las inducidas por hongos: las pudriciones de raíz (*Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani*), la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y la roya o chahuixtle (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*); el mosaico común y el mosaico dorado provocados por virus y otras causadas por nemátodos, como el agallador (*Meloidogyne incognita*). Además, las defoliaciones inducidas por bacterias como el tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) y el tizón del halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*), que causan el decremento del rendimiento en la producción de frijol (Acosta, 1992; Nuñez, 1994; Ortiz, 1998 citados por Prudencio, 2001).

Actualmente la presencia de estas enfermedades son un problema, por lo que se busca el desarrollo de variedades resistentes, ya que esta es una de las alternativas más viables y económicas para el control de estas enfermedades (Acosta, 1992; Nuñez, 1994; Ortiz, 1998 citado por Prudencio, 2001).

El tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (*Xcp*), se presenta en las zonas productoras de frijol del país, con mayor intensidad en los estados de: Chihuahua, Durango, Nuevo León, Tamaulipas, Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco, Estado de México, Puebla y Tlaxcala (Campos 1987; citado por Prudencio, 2001; Vargas *et al.*, 2006; Navarrete *et al.*, 2008).

Esta enfermedad tiene su principal distribución en regiones templadas y subtropicales de México y debido a la defoliación que causa, puede ocasionar severas pérdidas en el cultivo. El tizón común (*Xcp*), puede convertirse en un problema serio al ocurrir las condiciones favorables y presentar lesiones en las plantas con un exudado amarillo, que al secarse se vuelve rojizo. La semilla afectada tiene un desarrollo anormal y generalmente queda arrugada (Agrios, 1996; Vargas *et al.*, 2006; Navarrete *et al.*, 2008).

En cuanto a las pérdidas de rendimiento ocasionadas por el tizón común (*Xcp*) se ha estimado que varían entre el 15 y el 100% (Agrios, 1996).

La bacteria del tizón común (*Xcp*), tiene como principal fuente de transmisión la semilla de frijol infectada, se difunde rápidamente y se vuelve un problema serio en cuanto al rendimiento si no se toman medidas preventivas oportunamente. De aquí la importancia del estudio de la transmisión del tizón común en semillas y de su calidad (Navarrete *et al.*, 2008).

En México la dispersión primaria de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* se incrementa por que la mayoría de los productores utilizan el grano como semilla. Además, con frecuencia hay intercambio de semillas entre los agricultores sin que ninguna institución regule esta actividad; esto en parte contribuye a incrementar la variación patogénica de las bacterias (Navarrete *et al.*, 2008).

La transmisión secundaria se efectúa por diversos vectores del patógeno como la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y la conchuela (*Epilachna varivestis*), que son abundantes en algunas áreas productoras. Otros factores que intervienen en la dispersión son: el viento, el salpique de lluvia, el granizo, los instrumentos de labranza, el agua de riego y el hombre (Agrios, 1996).

Se ha estimado para (*Xcp*) que la semilla infectada puede causar daños cuantiosos, ya que se requiere sólo de 103,104 células bacterianas/semilla para la infección (Wallen y Sutton, 1965); y además una semilla infectada en 10,000 semillas, es suficiente para que la bacteria se presente en el cultivo (López, 1994).

El tizón común no sólo afecta a la semilla, también ataca a cualquier parte de la planta. La enfermedad afecta células, tejidos y órganos de la planta, causando el decremento de rendimiento, calidad y del valor del mercado (Agrios, 1996).

1.1.- Objetivo general

Detectar la transmisión del patógeno causante de la bacteriosis en las semillas de 36 variedades de frijol cultivadas en Durango, Dgo. y evaluar su calidad.

1.1.2.- Objetivos específicos

- Evaluar las características físicas que presenta la semilla
- Detectar a *Xanthomonas campestris pv. phaseoli*. a través del análisis sanitario de la semilla
- Evaluar el efecto que tiene la bacteria *Xanthomonas campestris pv. phaseoli* en la semilla a través del análisis fisiológico

1.2.- Hipótesis

1.- Si las semillas presentan al patógeno tendrán una deficiencia en su calidad.

2.- De las 36 variedades utilizadas, aún cuando 18 son tolerantes a la infección por la bacteria *Xanthomonas campestris pv. phaseoli*, es probable que sus semillas puedan transmitir al patógeno a la nueva generación.

3.- De las 36 variedades utilizadas, 18 son susceptibles a la infección por la bacteria en campo, por lo que existe una mayor probabilidad de que sus semillas trasmitan el patógeno a la nueva generación

II. MARCO TEÓRICO

2.1.- El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*)

2.1.1.- Antecedentes del frijol.

El frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) es de origen Americano de la zona comprendida entre México y Guatemala, siendo nuestro país un centro de diversificación primaria (Ortubé, *et al.*, 1996). Los restos más antiguos de esta planta ya domesticada tienen una antigüedad aproximada de 5,000 años y se encontraron en las cuevas de Coxcatlán, en el valle de Tehuacán, Puebla. Debido a la gran variedad arqueológica de *Phaseolus vulgaris* L., y a su grado de endemismo, se ha sugerido una domesticación en Mesoamérica a partir de una especie ancestral, la cual era polimórfica y estaba ampliamente distribuida. La planta de frijol encontrada en Perú data de unos 2,200 años; debido a esto se cree que el frijol fue introducido a las costas de Perú por América Central. Fue llevado a Europa por los españoles y portugueses en el siglo XVI. Antes de que llegaran los conquistadores a México la base de la dieta de los indígenas era el maíz y otros cultivos, en los cuales estaba incluido el frijol. En la época precolombina sustentó la alimentación popular, donde se conocía con los nombres de: ETL (náhuatl), TATSUNITL (purépecha), XKALIL-BUL (maya), BIZAAHUI (zapoteco), BABI (tepehuan), CANASTAPU (totonaco), CHENEC (tzeltal y tojolobal), TZANAM (huasteco), HUAY (chinanteco) y JU (otomí). En la actualidad, el frijol en estado seco y fresco se usa principalmente en guisos, ensaladas y diversos platillos (Ortiz, 1998; SAGAR, 1998; citado por Trejo, 2001).

Al frijol se le conoce con otros nombres como: frijol breve, frijol coloradito, frijol cuarentano, frijol enredador, frijol isiche colorado, frijol de mata, frijol natulame, frijol negro de bola, frijol negro chimbo, frijol palmero, frijol pascua, frijol torito, frijol vaquero, frijol de vara, bull, buul, tzajalchenec, isiche colorado, entre otros (Martínez, 1979).

Para México, el frijol es un producto estratégico en el desarrollo rural del país, debido a que conjuntamente con el maíz, representa toda una tradición productiva y de consumo, cumpliendo diversas funciones de carácter alimentario y socioeconómico que le han permitido trascender hasta la actualidad (SAGARPA, 2006).

Su presencia a lo largo de la historia de México, lo ha convertido no sólo en un alimento tradicional, sino también en un elemento de identificación cultural, comparable con otros productos como el maíz y el chile, que son básicos para explicar la dieta alimentaria de ayer, hoy y muy probablemente del futuro (SAGARPA, 2006).

2.1.2.- Situación actual del frijol a nivel mundial

El frijol tiene un diferente valor socioeconómico para cada país. En algunos países como México, Brasil e India, es básico en la alimentación, y en otros como Estados Unidos su importancia radica en la generación de divisas (Ortiz, 1998), El frijol tiene una amplia demanda en poblaciones de América Latina, China, Asia y Sur de Estados Unidos (SIAP, 2005).

A nivel mundial, nuestro país se encuentra entre los seis principales productores de frijol, conjuntamente con la India, Brasil, China, Estados Unidos y Myanmar, países que en conjunto aportan el 64% de la producción mundial. En la década de 1994-2003, México contribuyó con el 7% promedio anual de la superficie cultivada (1.9 millones de hectáreas), y con el 7% de producción promedio anual (1.2 millones de toneladas) (FAO, 2003).

A partir de 1999, Brasil es el primer país productor de frijol en el mundo, con una producción de 2.85 millones de toneladas, el promedio anual en el periodo 1994–2003, fue de 3.3 millones. El incremento en la superficie cultivada en esta década provocó que su producción creciera hasta representar el 17% del total mundial (SIAP, 2005).

India pasó al segundo lugar como país productor de frijol, con una participación en la producción mundial que representó también el 17% del total del promedio de la década 1994-2003. Su producción promedio anual entre 1996-1998 fue de 2.87 millones de toneladas. China es el país que ha presentado la mayor estabilidad en la producción de frijol, y aporta aproximadamente 10% de la producción total con un promedio anual de 1.66 millones de toneladas (SIAP, 2005).

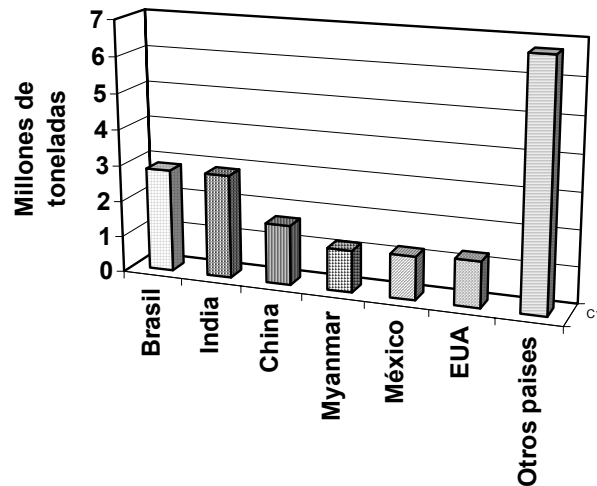
Myanmar (antes Birmania) ocupa desde el año 2000 el cuarto lugar de importancia en la producción de frijol a nivel mundial, al superar a Estados Unidos y México. Su producción fue de 1.16 millones de toneladas, con una participación del 7% del total; sin embargo, en el último año su producción ascendió a 1.65 millones (SIAP, 2005).

México es el quinto productor de frijol en el mundo desde el año 2001, cuando superó a Estados Unidos, con una producción promedio en el periodo de 1.2 millones de toneladas y una participación porcentual del 7%. Lo anterior, a pesar de ser el tercer país en importancia respecto de la superficie cosechada, lo que es ocasionado por los menores rendimientos en relación con otros países, ya que en este último rubro, se encuentra en el décimo lugar mundial (SIAP, 2005).

Estados Unidos ocupa ya el sexto lugar como productor de frijol. Si bien el cultivo en este país no tiene la importancia y el peso de otros granos como el trigo, el maíz o la soya, cuenta con cierta relevancia en el mercado mundial. Su aportación a la producción mundial fue de 1.27 millones de toneladas en promedio anual y en términos relativos, del 8% (SIAP, 2005).

Al respecto cabe señalar que el comportamiento de la producción de frijol en Estados Unidos muestra una tendencia negativa en los últimos dos ciclos (gráfica 1), debido al estancamiento de la demanda doméstica y de las exportaciones de la leguminosa, lo que ha deprimido los precios. Asimismo, ha influido el hecho del incremento de precios de los cultivos que compiten con el frijol, soya y trigo (FIRA, 2003).

Gráfica 1. Principales países productores de frijol

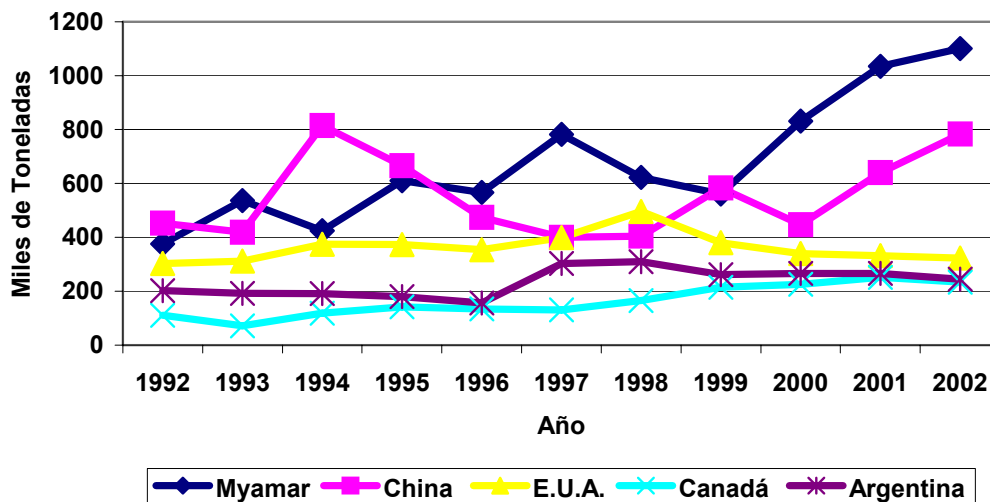


Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO

Otros países de África, Centro, Sudamérica y Asia produjeron 6.75 millones de toneladas que en conjunto representaron el 35% de la producción mundial de frijol durante el período 1994-2003 (gráfica 1).

En materia de comercio mundial, los principales países exportadores son Myanmar, China, Estados Unidos, Canadá y Argentina, los tres primeros destinan gran parte de su producción al Comercio Exterior; de mayor importancia para los países latinoamericanos y africanos son los Estados Unidos (Gráfica 2). Este país se ha caracterizado por ser exportador neto de frijol, al colocar en el mercado internacional aproximadamente el 29% de su producción en los últimos 10 años. Los principales mercados hacia donde dirige sus exportaciones son Inglaterra, Japón, Argelia, Brasil y México (SICM, 2004; FAO, 2004).

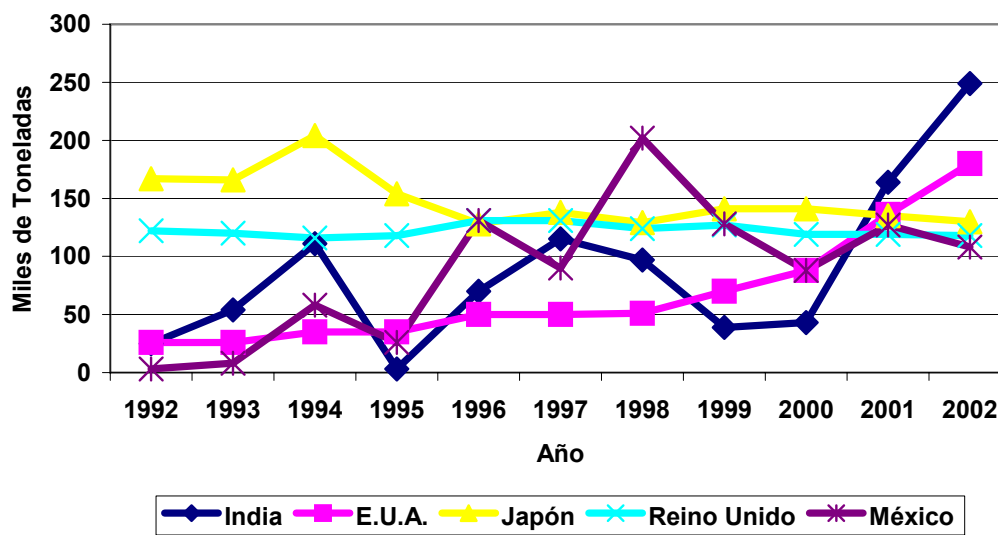
Gráfica 2. Principales países exportadores de frijol 1992-2002



Fuente: FAO, 2004.

Por lo que respecta a las importaciones a nivel mundial, los principales países importadores son Japón, Brasil, Reino Unido, India y México (Gráfica 3). En el periodo 1992 -2002, las importaciones de frijol han tenido un crecimiento constante pasando de 1.8 a 2.4 millones de toneladas, lo que significa una tasa media de crecimiento anual (TMAC) de 2.9% (SICM, 2004; FAO, 2004).

Gráfica 3. Principales países importadores de frijol durante 1992-2002

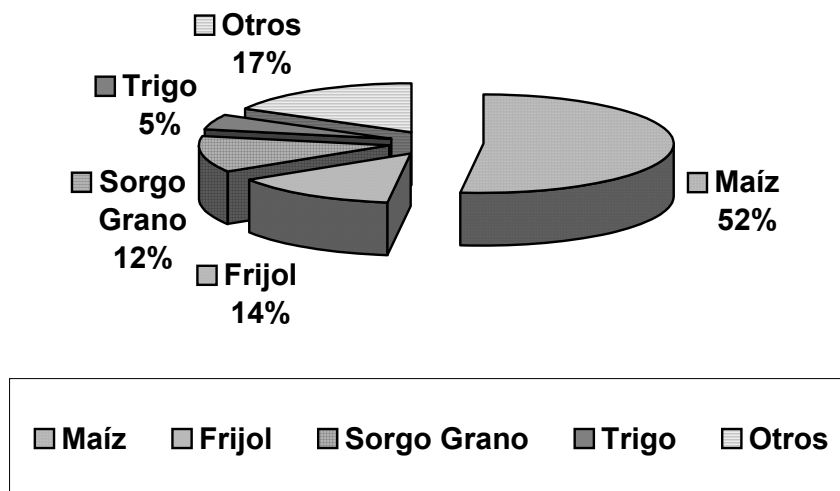


Fuente: FAO, 2004.

2.1.3.- Situación actual del frijol a nivel nacional

Después del maíz, el frijol ocupa el segundo lugar en importancia dentro de la superficie total sembrada a nivel nacional, misma que registró un promedio anual en la década de 1994–2003, de 16.5 millones de hectáreas sembradas, de las cuales el frijol aportó el 14% en dicha superficie; es decir, 1.9 millones de hectáreas (SIAP, 2005), (Gráfica 4).

Gráfica 4. Participación del promedio anual del frijol en comparación con los cuatro cultivos principales en México



Fuente: SIAP, 2005

El frijol tiene gran importancia social porque existen 570 mil productores, además, de que genera un total de 76 millones de jornales, que equivalen a 382 mil empleos permanentes (ASERCA, 2003).

La producción de frijol observó una tasa media anual de crecimiento de 0.41%, con una producción promedio anual de 1.22 millones de toneladas, destacando el año de 2002, durante el cual se registró la máxima producción histórica en la década de 1994-2006 (SIAP, 2005; SAGARPA, 2006).

Ocupa el segundo lugar en superficie a nivel nacional, con un promedio de 1.85 millones de hectáreas. Su producción es de 1.31 millones de toneladas, con un valor de 7.5 mil millones de pesos (promedio 2002-2004) (SIAP, 2005).

La superficie sembrada de riego + temporal en el ciclo primavera-verano 2006 fue de

1,497,295.4 ha con un rendimiento estimado de 28.225 ton/ha y obtenido de 28.037 ton/ha; y en el ciclo otoño-invierno 2007 fue de 227,074.2 ha con un rendimiento estimado de 26.499 ton/ha y obtenido de 13.711 ton/ha (SAGARPA, 2007).

Destaca como principal productor Zacatecas en donde se sembraron 602,706.0 ha y aportó mas del 40% de la producción nacional, seguido de Durango con el 16.32%, San Luis Potosí con el 7.22%, Chihuahua con el 6.7% y Guanajuato con el 6.6%, representando en conjunto el 76.84% de la producción de frijol a nivel nacional (SAGARPA, 2007).

2.1.4- Problemática actual

Actualmente esta leguminosa se enfrenta a modificaciones importantes ante una sociedad cambiante, incluidos los hábitos alimenticios, a consecuencia del urbanismo, la migración y el empleo; así como el paso de una economía cerrada a una economía global, todo lo cual ejerce presiones en diversas etapas de la cadena de producción, comercialización, transformación y consumo (SIAP-SAGARPA, 2006).

El frijol se cultiva en prácticamente todas las regiones del país, bajo todas las condiciones de suelo y clima. A nivel nacional existen alrededor de 500 mil agricultores dedicados a la producción del cultivo de estudio. Como generador de empleo, es una importante fuente dentro de la economía del sector rural, pues se ha estimado (mediante un modelo de costo de producción promedio) que demanda 35 jornales por hectárea generando, sólo en la etapa de producción agrícola, un total de 78, 316,105 jornales. Ello equivale a 382,029 empleos permanentes en el sector rural (SAGARPA, 2006). De esta forma, existe un sector poblacional campesino constituido por pequeños propietarios, ejidatarios, comuneros y colonos que siembran frijol, además del maíz, para su subsistencia (SAGARPA, 2006)

Por lo que se refiere al ámbito nacional, la producción de frijol es muy vulnerable a las condiciones climatológicas que prevalecen durante el ciclo

productivo, debido a que aproximadamente el 87% de la superficie destinada a este cultivo se ubica en áreas de temporal (SAGARPA, 2006).

En este contexto, la cosecha de frijol depende de manera predominante de los volúmenes que se obtienen en la superficie de temporal y cubren aproximadamente tres cuartas partes del total de la oferta nacional de este producto (SIAP, 2006).

La principal limitante en su producción la constituye, sin duda, la escasa disponibilidad de agua, fenómeno que se agudiza en regiones con bajo régimen pluvial como Zacatecas, Durango y Chihuahua, cuyos volúmenes anuales fluctúan entre 360 y 450 mm. Otro factor que contribuye a esta situación es la mala calidad de los suelos (SAGARPA, 2006).

El frijol prácticamente se produce en todos los estados de la República Mexicana; destacando la región centro norte, que comprende los estados de Zacatecas, Durango y Chihuahua, en donde el clima es templado-semiárido, y aquí se cosecha la mayor producción del país, aportando el 40% del año agrícola 2006-2007 (SAGARPA, 2007). Una de las principales limitantes para la producción en esta región, es la escasa y variable distribución de la precipitación pluvial durante el ciclo vegetativo del cultivo.

Los efectos de la sequía son acentuados por el tipo de suelos predominantes, los que son poco profundos, con bajo contenido de materia orgánica y baja capacidad de retención de humedad (SIAP, 2006).

En Chihuahua los municipios que destacan en la producción de frijol son: Janos, Cuauhtémoc y Ascensión; en Durango, el de Guadalupe Victoria; y en Zacatecas: Sombrerete, Río Grande, Fresnillo, Juan Aldama, Miguel Auza y Francisco Murguía. En la región noroeste, que tiene un clima cálido con invierno seco, se produce frijol bajo condiciones de riego y humedad residual. Los principales estados productores son Sinaloa y Nayarit, que aportan junto con Sonora, Baja California y Baja California Sur el 20% de la producción nacional del año agrícola; las zonas más productivas se localizan en los

Municipios de Ahome y Guasave en Sinaloa; mientras que en Nayarit, son los municipios de Tecuala y Acaponeta (SAGARPA, 2007).

Los principales factores que intervienen en la problemática actual para la producción de frijol en las zonas de mayor producción son:

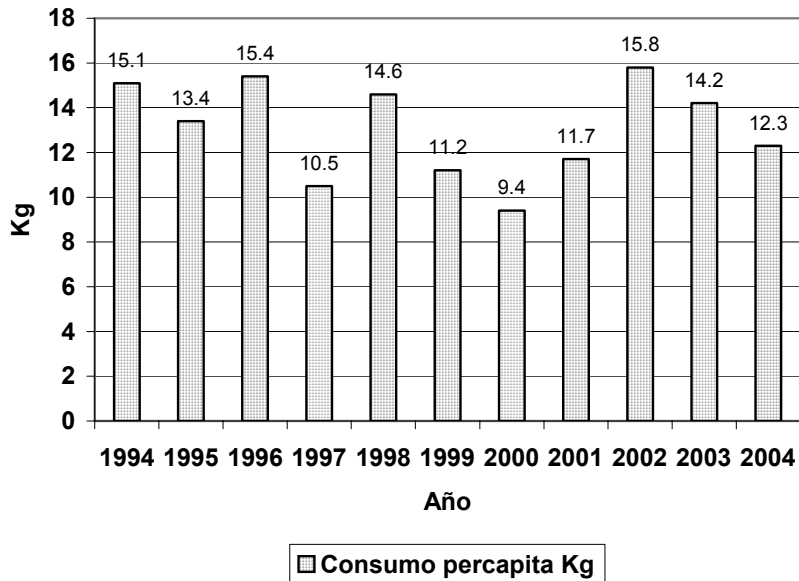
- Climáticos
- Edáficos
- Comercialización
- Políticas de apoyo para el subsector agrícola
- Presencia de plagas y enfermedades

La problemática se reduce a la falta de competitividad del frijol mexicano, en relación al de sus competidores del área de Norteamérica, debido a:

- Los altos costos de producción
- El deterioro continuo de los precios reales del producto.
- El aumento de los precios de insumos para la producción de frijol
- La comercialización del producto (ausencia de un organismo regulador de mercado).

Por la problemática de producción y de comercialización del frijol, el producto llega al consumidor a precios mas elevados y eso influye en el consumo per cápita (Gráfica 5) que a partir del 2003 al 2007 ha disminuido notablemente (ASERCA, 2003).

Gráfica 5. Consumo per cápita de frijol en México

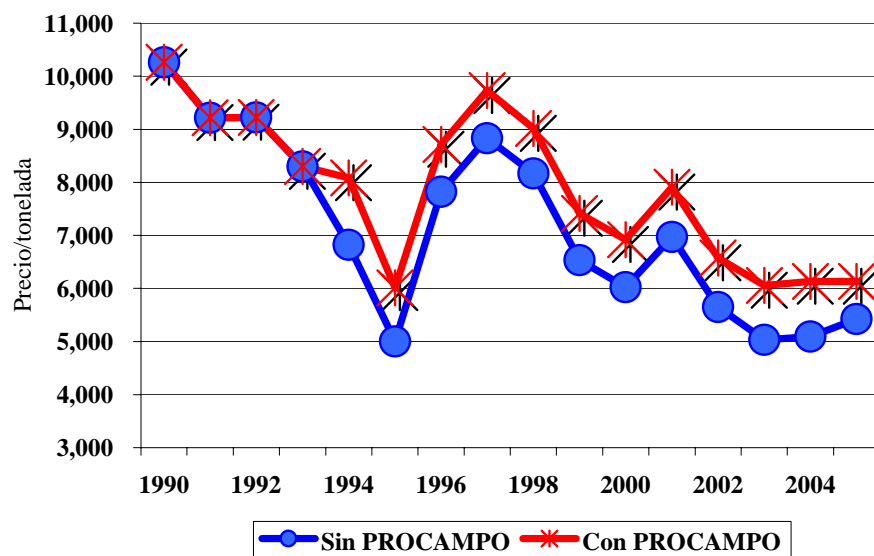


Fuente: SIAP, 2005; INEGI, 2005; SG, 2005.

Entre los programas gubernamentales que apoyaron la producción de frijol se encuentran; PROCAMPO y Apoyos a la Comercialización; en conjunto representaron el 47.4% del presupuesto total de la SAGARPA en 2003 y para 2004 se estimó en 46.3%. Ambos orientados a los productores de granos y oleaginosas (SIAP, 2005).

En la gráfica 6 se puede apreciar la caída del precio del frijol sin el apoyo de PROCAMPO.

Gráfica 6. Caída del precio en la venta de frijol en México 1980-2004

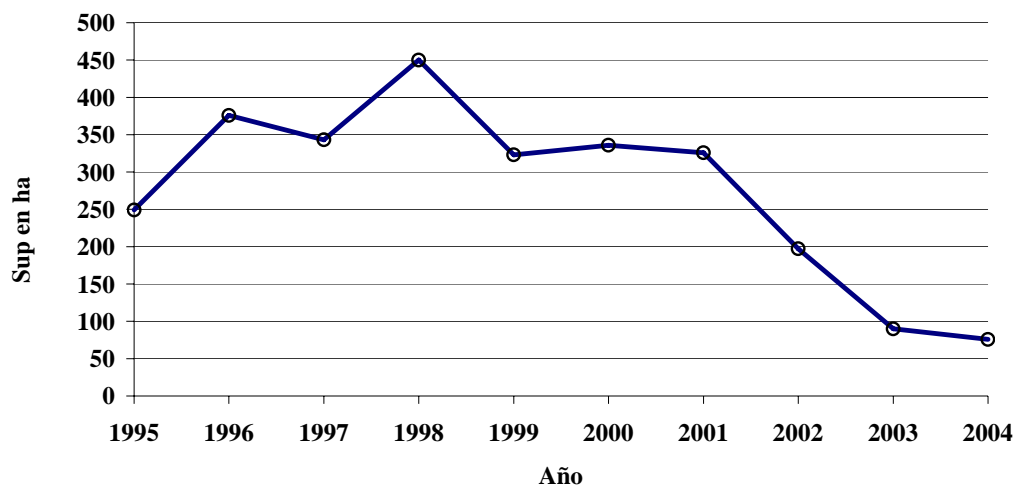


Fuente: ASERCA, 2002-2004.

Otro programa importante es Alianza para el Campo, que contempla un conjunto de programas para elevar la productividad a través de subsidios a la inversión a nivel de predio, la capacitación, el fomento a la investigación y la transferencia de tecnología, mismo que abarcó el 15% del presupuesto (ASERCA, 2002-2004).

Gráfica 7. Superficie de frijol habilitada con financiamiento de Financiera

Rural en México (FIRA), 1995-2004.



Fuente: FIRA, 2004

En México la principal fuente de financiamiento FIRA, dependiente del Banco de México que proporciona los recursos a la banca privada y de desarrollo para que se otorgue el financiamiento al sector primario, proviene del sector público y está orientada a incrementar y desarrollar la producción y la productividad de las cadenas agroalimentaria y pesquera (FIRA, 2003).

Para el caso específico del frijol, el apoyo financiero que se le otorgó en 2003 a la cadena productiva del cultivo a través de FIRA, alcanzó un monto 1,635.3 millones de pesos, cifra superior en 44% respecto de 2002. En el periodo 1998-2003, el financiamiento promedio anual otorgado se ubicó en 1,035 millones de pesos y las cifras analizadas arrojaron una TMCA (tasa media de crecimiento anual) es de 17%, a septiembre de 2004 se registró un avance en el financiamiento canalizado por FIRA, equivalente a 590.3 millones de pesos (Gráfica 7).

En lo que corresponde a la superficie habilitada, su comportamiento ha presentado una tendencia a la baja, observándose una TMCA de 15% (1998-2003), al registrar en 1998 una superficie de 697 mil hectáreas habilitadas; y para 2003, arrojó una cifra de 367 mil hectáreas, lo que significó un decremento de 47%. Para 2007 siguió la tendencia negativa en la producción del frijol, no

por falta de apoyo al cultivo sino por el mal uso de los apoyos y un mal manejo de los factores antes mencionados en la producción (Gráfica 7).

2.1.5.- Clasificación y descripción botánica

Taxonomía. El género *Phaseolus* tiene aproximadamente 180 especies y de ellas el 70% son originarias de América y el 20% de Asia y África. Desde el punto de vista taxonómico, según Debouck e Hidalgo (1985), esta especie es prototipo del género *Phaseolus vulgaris* L, asignado por Linneo en 1753.

Reino Vegetal
División Tracheofita
Clase Angiospermae
Subclase Dicotyledoneae
Orden Leguminosae
Familia Papilionaceae
Tribu Phaseoloideae
Subtribu Phaseolinae
Género *Phaseolus*
Especie *Phaseolus vulgaris* Linneo

Del total de especies de esta leguminosa, se considera que en México ascienden a 50, destacando las cuatro especies que el hombre ha domesticado, como son *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común), *Phaseolus coccineus* L. (frijol ayocote), *Phaseolus lunatus* L. (frijol comba) y *Phaseolus acutifolius* Gray (frijol tepari). En nuestro país las especies más importantes en cuanto a superficie sembrada y producción son las dos primeras.

La descripción botánica del frijol de acuerdo a Ortiz (1998) es la siguiente:

Planta: Herbácea anual.

Sistema radicular: Raíz pivotante, poco profunda y está constituida por una raíz principal y gran número de raíces secundarias con elevado grado de ramificación. Presencia de nódulos bacterianos (Figura 1).

Tallo principal: Es herbáceo, corto y robusto, o de guía y voluble, con pubescencias cortas y rígidas (Figura 1).

En variedades enanas presenta un porte erguido y una altura aproximada de 30 a 40 cm, mientras que las de enrame alcanzan una altura de 2 a 3 metros, siendo voluble y dextrógiro (se enrolla alrededor de un soporte o tutor en sentido contrario a las agujas el reloj).

Hoja: Excepto las dos primeras (cotiledones), con nervadura reticulada, compuestas, alternas, pecioladas, de color verde claro, trifoliadas y provistas de estípulas persistentes, de tamaño variable según la variedad. (Figura 1).

Flor: Son hermafroditas “amariposadas” agrupadas en racimos de 4 a 8, cuyos pedúnculos nacen en las axilas de las hojas o en las terminales de algunos tallos, puede presentar diversos colores, únicos para cada variedad, aunque en las variedades más importantes la flor es blanca (Figura 1).

Fruto: Legumbre de color, forma y dimensiones variables, en cuyo interior se disponen de 4 a 6 semillas. Existen frutos de color verde, amarillo jaspeado de marrón o rojo sobre verde, etc., aunque los más demandados por el consumidor son los verdes y amarillos con forma tanto cilíndrica como acintada. En estado avanzado, las paredes de la vaina o cáscara se refuerzan por tejidos fibrosos (Figura 1).

Semilla: La semilla es exalbuminosa, es decir que no posee albumen, por lo tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Se originan de un óvulo campilótopo. Puede tener forma cilíndrica, de riñón, esférica u otra. Las partes externas más importantes de la semilla son:

- La testa o cubierta, que corresponde a la capa secundaria de óvulo.
- El hilum, o cicatriz dejada por el funículo, el cual conecta la semilla con la placenta

- El micrópilo, que es una abertura en la cubierta ó corteza de la semilla cerca del hilum. A través de esta abertura se realiza principalmente la absorción de agua.
- La rafe, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo campilótropo.

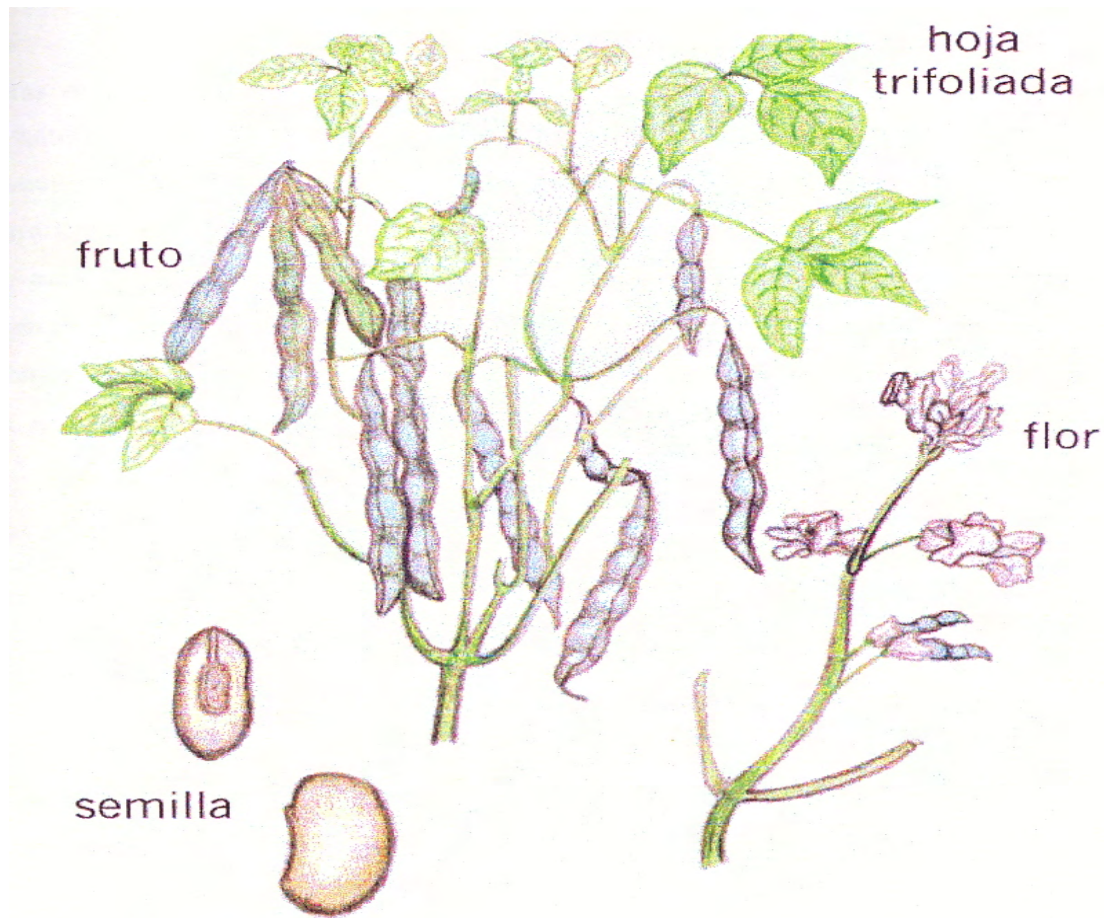
Internamente, la semilla está constituida por el embrión, el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocótilo, los dos cotiledones y la radícula.

El complejo plúmula-radícula, está situado entre los cotiledones, al lado ventral del grano, de tal manera que la radícula está en contacto con el micrópilo. En el grano seco el complejo plúmula-radícula, ocupa solamente una parte muy reducida del espacio libre entre los cotiledones.

Calculado con base en la materia seca de la semilla, la testa representa el 9%, los cotiledones el 90% y el embrión el 1%.

La semilla tiene una amplia variación de color (blanco, rojo, crema, negro, café), de forma y brillo. La combinación de colores también es muy frecuente. Ésta gran variedad de los caracteres externos de la semilla, se tiene en cuenta para la clasificación de variedades de frijol como consecuencia de la gran diversidad genética que existe dentro de esta especie (figura 1).

Figura 1.- Morfología del frijol



Fuente: tomado de Ortubé *et al.*, 1996. Adaptado por Cervantes, M.A.

En cuanto a sus características de importancia, el frijol es una planta C-3 en donde el CO_2 entra en el ciclo de Calvin lo fija liberando tres moléculas de carbono, se llaman así C3 por que el primer compuesto orgánico fabricado en la fotosíntesis tiene 3 átomos de carbono, forma nódulos en las raíces que le permiten la fijación biológica del nitrógeno atmosférico. Es autógama, aunque presenta un cierto porcentaje de polinización cruzada y tiene hábito de crecimiento controlado genéticamente, que puede modificarse por el ambiente (Meneses *et al.*, 1996).

2.1.6.- Composición química

La composición química del frijol se resume en el cuadro 1, en donde se observa que todas estas variedades contienen una elevada proporción de proteína; sin embargo, son deficientes en algunos aminoácidos esenciales, sobre todo en aquellos que contienen azufre, pero superan a los cereales en lisina y triptófano por lo que la ingesta se ve favorecida mejorando la calidad nutritiva cuando se combina el consumo de las leguminosas con los cereales (Orozco, 1971).

Cuadro 1. Composición química de cada 100 g de frijol

Tipo de Frijol	Proteína	Niacina	Grasa	Carbohidratos	Calcio	Hierro	Tiamina	Rivoflamina
Negro	21.8	2.5	55.4	183	4.7	0.63	0.17	1.8
Blanco	22.5	2.7	52	185	4.6	0.6	0.15	1.8
Soya	37.3	20	24	187	8.7	0.7	0.1	1.6

Fuente: Infoagro, 2006. Cada 100 g de frijol proporciona 322 Kcal.

El valor biológico de las proteínas es bastante bajo más que por su valor nutritivo, por su baja digestibilidad. Esto ocurre por la existencia de factores tóxicos en las leguminosas tales como inhibidores de tripsina, quimotripsina, amilasa pancreática. Por fortuna la mayoría de esos factores son termolábiles, lo que reduce su actividad y favorece su consumo después de la cocción (Orozco, 1971).

Carbohidratos

Los carbohidratos presentes en mayor proporción (65 a 70% en promedio) son almidones, también contiene celulosa y hemicelulosa en un 15 a 20% en promedio, localizados en la capa periférica (Cuadro 2). La mayor proporción de los azúcares está formada por rafinosa y estaquinosa, que se conocen como

factores de flatulencia; debido a que el organismo humano no las asimila. Son metabolizadas por la flora intestinal produciendo grandes cantidades de gases, como CO₂, hidrógeno y metano en diferentes partes del tracto intestinal; además de otras sustancias volátiles y malolientes como amoníaco y aminos. El remojo de los frijoles previo a su cocción reduce gradualmente estos problemas de flatulencia y aumenta la digestibilidad del grano (Orozco, 1971).

Lípidos

El contenido de lípidos es muy bajo en las leguminosas, sólo en el caso del frijol y el cacahuate los niveles son elevados, siendo el primero usado a gran escala para la obtención de aceite a nivel industrial, más que para consumo como grano. Los glóbulos de grasa se encuentran insertos entre la red que forman las proteínas y los carbohidratos en cada cotiledón, encontrándose principalmente triglicéridos. Entre los ácidos grasos libres se han identificado: láurico, palmítico, y esteárico, siendo el palmítico el que más se encuentra (Orozco, 1971).

Vitaminas y minerales

En general las leguminosas son buenas fuentes de vitaminas del grupo B, disponibles en ellas. En cuanto a los minerales son ricos en calcio, hierro y fósforo (Cuadro 2), su asimilación depende de la acción del ácido fítico que, por su acción inhibitoria, reduce un alto porcentaje de su asimilación (Orozco, 1971).

Cuadro 2. Composición química de la semilla de frijol

Fibra		4.30g	
Humedad		7.90%	
Grasas		1.80g	
Proteínas		19.20g	
Carbohidratos		58.80g	
<hr/>			
Lípidos		Minerales	Vitaminas
Grasas toales	1.80	Calcio	228mg
		Retinol	1.00mcg

Colesterol	0.00mg	Fósforo	407mg	Ácido Ascórbico	0.00mg
Saturados totales	0.12g	Hierro	5.50mg	Tiamina	0.62mg
Monoinsaturados	0.06g	Magnesio	140mg	Riboflavina	0.14mg
Polinsaturados	0.18g	Sodio	24mg	Niacina	1.70mg
		Potasio	1406mg	Piridoxina	0.40mg
		Zinc	2.79mg	Ácido fólico	394.0mcg
				Cobalamina	0.0 mcg

Fuente: Muñoz, et al, 1996. Valores en 100g de alimento crudo en peso neto.

2.1.7.- Requerimientos del cultivo de acuerdo a Solórzano Vega (1994).

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto. Es planta de clima húmedo, dando las mejores producciones en climas cálidos.

- Temperatura: Cuando la temperatura oscila entre 12-15°C el follaje es poco vigorosa y por debajo de 15°C la mayoría de los frutos quedan en forma de “ganchillo”. Por encima de los 30°C también aparecen deformaciones en las vainas y se produce el aborto de flores (Cuadro 3).

Cuadro 3. Temperaturas críticas para frijol en las distintas fases de su desarrollo.

Temperatura óptima del suelo	15-20°C
Temperatura ambiente óptima de germinación	20-30°C
Temperatura mínima de germinación	10°C
Temperatura óptima durante el día	21-28°C
Temperatura óptima durante la noche	16-18°C

Temperatura máxima biológica	35-37°C
Temperatura mínima biológica	10-14°C
Temperatura mínima letal	0-2°C
Temperatura óptima de polinización	15-25°C

Fuente: Infoagro, 2007

- **Humedad:** la humedad relativa óptima del aire durante la primera fase de cultivo es del 60% al 65%, y posteriormente oscila entre el 65% y al 75%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. Es importante que se mantenga sin excesivas oscilaciones de humedad.
- **Luminosidad:** es una planta de día corto. No obstante, la luminosidad condiciona la fotosíntesis, soportando temperaturas más elevadas cuanto mayor es la luminosidad, siempre que la humedad relativa sea adecuada.
- **Suelo:** aunque admite una amplia gama de suelos los más indicados son los suelos ligeros, de textura silíceo-limosa, con buen drenaje y ricos en materia orgánica. En suelos fuertemente arcillosos y demasiado salinos se desarrolla deficientemente, siendo muy sensible a los encharcamientos, de forma que un riego excesivo puede ser suficiente para dañar el cultivo, quedando la planta de color pajizo y achaparrada. En suelos calizos las plantas se vuelven cloróticas y achaparradas, pueden retardar o impedir el desarrollo de los frutos.
- **pH:** Los valores de pH óptimos oscilan entre 6 y 7.5, aunque en suelo arenoso se desarrolla bien con valores de hasta 8.5.

Es una de las especies más sensibles a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego, sufriendo importantes mermas en la cosecha. No obstante, el cultivo en arena y la aplicación del riego localizado, puede reducir bastante este problema, aunque con ciertas limitaciones.

2.1.8.- Producción del frijol de acuerdo a Ortiz (1998).

Para el cultivo de frijol es necesario preparar el terreno con un subsileo en caso de suelos compactados. Se barbecha después de la cosecha para aprovechar la humedad del suelo y permitir que el barbecho alcance de 20 a 30 cm de profundidad, posteriormente es recomendable efectuar un paso de rastra, de preferencia cuando emerja la primera generación de malezas.

Se recomienda que la semilla a utilizar para la siembra esté adaptada a la región de cultivo. La cantidad de semilla necesaria está determinada por el tamaño de la misma, de tal manera que de semilla chica serán necesarios 25 kilos; de mediana 30 a 45 kilos y de 50 a 60 kilos para semillas grandes. La semilla puede sembrarse de forma manual o mecánica depositándola de 6 a 8 cm de profundidad con una separación entre plantas de 7 a 10 cm y de 60 a 70 cm, entre surcos.

Es muy importante mantener el terreno libre de malas hierbas y de plagas. El control en caso de las malezas se puede hacer con tracción mecánica, tracción animal o bien mediante productos químicos. El control de las plagas es básicamente con productos químicos.

La cosecha se realiza en el momento que las vainas adquieren un color paja, entonces las plantas se trillan mediante el golpe con vara, paso de animales o tractor, esto se hace de preferencia cuando la humedad de la semilla está entre el 14 y el 16%. Su almacenamiento debe ser en lugares secos, fríos, con buena ventilación y limpios, sin la presencia de insectos o roedores.

2.1.9.- Ciclo biológico

De acuerdo a la duración de su ciclo biológico el frijol se puede dividir en variedades: precoces con duración de 100 días a madurez; intermedias de 100 a 115 días y tardíos con más de 115 días (Escalante y Kohashi (1993), citado por Trejo, 2001; Ortíz, 1998).

2.1.10.- Fenología de acuerdo a Escalante y Kohashi (1993) citado por Trejo, 2001.

La duración de las etapas de desarrollo de frijol están influenciadas por el genotipo (variedad), hábito de crecimiento y condiciones climáticas. Las diferentes etapas de desarrollo del frijol se pueden agrupar en dos fases: la fase vegetativa y la reproductiva (Ver figura 2).

Fase vegetativa (V)

Esta fase esta compuesta por cinco etapas: germinación, emergencia, aparición de hojas primarias, primeras hojas trifoliadas y tercera hoja trifoliada. Su inicio se da desde el momento que se presentan las condiciones necesarias para la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales (crecimiento determinado) o racimos (crecimiento indeterminado).

Germinación (V₀)

Inicia cuando la semilla cuenta con la humedad necesaria para la reanudación del crecimiento del embrión, efectuándose el crecimiento del hipocótilo, termina cuando emerge el gancho plumular.

Emergencia (V₁)

Esta etapa inicia cuando por lo menos el 50% de la población esperada presenta los cotiledones a nivel del suelo, durante la misma se endereza el gancho plumular, los cotiledones toman una posición horizontal en el primer nudo. Termina con el despliegue de las hojas primarias.

Hojas primarias (V₂)

Principia cuando las hojas primarias están completamente desplegadas, hay una expansión de estas hojas y de los foliolos de las hojas compuestas.

Primera hoja trifoliada (V₃)

La primera hoja trifoliada esta completamente abierta y ubicada en un plano.

Tercera hoja trifoliada (V₄)

En este caso la tercera hoja trifoliada esta completamente desplegada y los foliolos están en un solo plano.

Fase reproductiva (R)

Esta fase inicia cuando aparecen los primeros botones en plantas de crecimiento determinado (apicales) y los racimos en hábito de crecimiento indeterminado (axilares), Esta fase se compone de las siguientes etapas: prefloración, floración, formación de vainas, llenado de vainas y maduración.

Prefloración (R₅)

Inicia cuando aparece el primer botón o primer racimo de la planta.

Floración (R₆)

Esta etapa está determinada por la apertura total de la primera flor, desde que las flores son turgentes y tienen el color característico de la especie, hasta que se marchitan para dar paso a la vaina.

Formación de vainas (R₇)

Se considera que la planta ha entrado en esta etapa desde que presenta la primera vaina con la corola de la flor desprendida, hasta que la vaina ha alcanzado su máximo desarrollo.

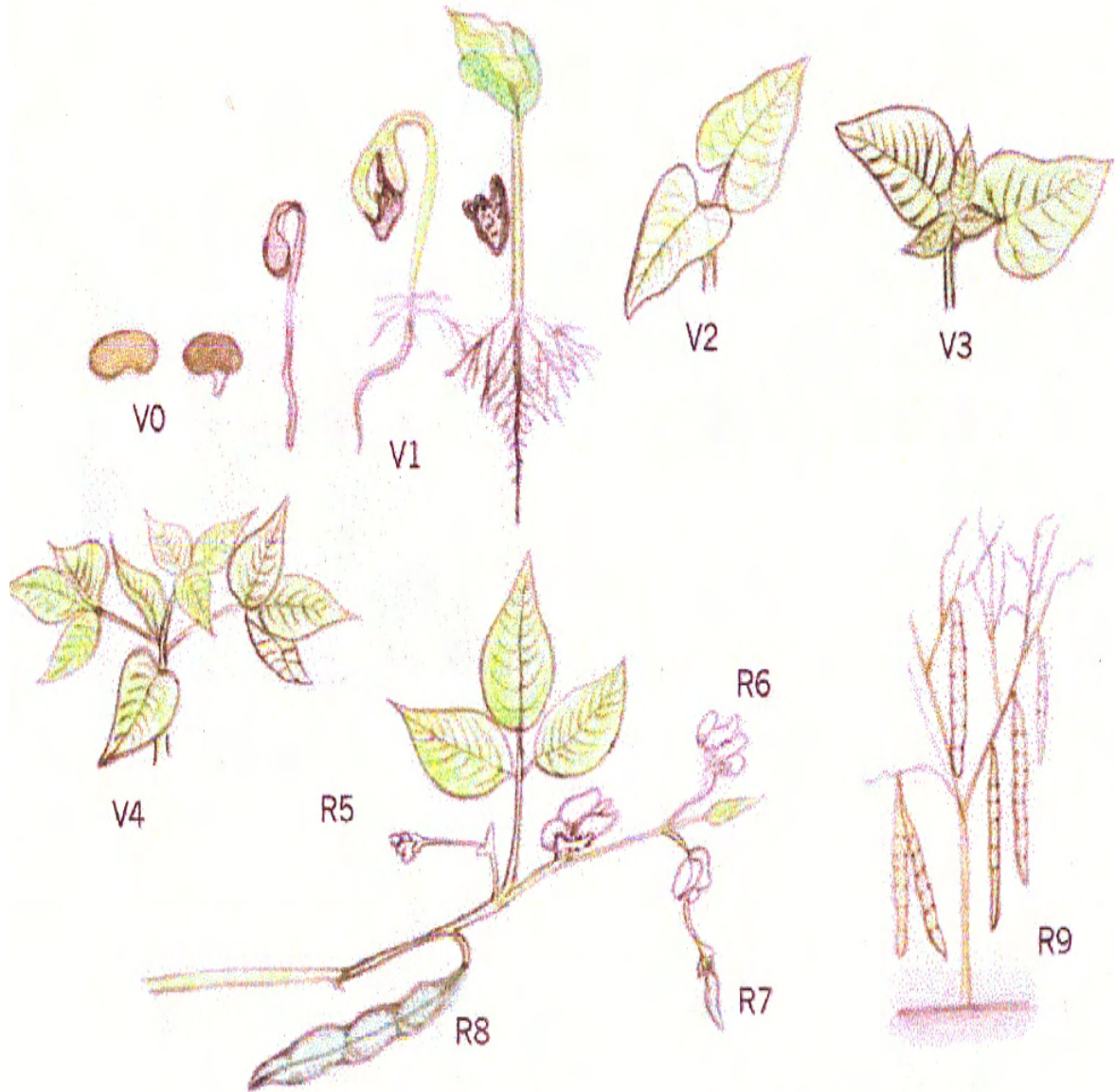
Llenado de vainas (R₈)

Una vez que la vaina terminó su crecimiento, empieza el de la semilla que marca el comienzo de la etapa R₈, a lo largo de ésta la semilla experimenta además cambios en su totalidad hasta adquirir la que caracteriza a su variedad. La planta también sufre cambios; amarillamiento de hojas y abscisión de las mismas.

Maduración(R₉)

Finalmente se efectúa el cambio de color y secado de las vainas. La planta pierde sus hojas completamente y solo quedan unidas las vainas. La planta completa su ciclo.

Figura 2.- Fenología del frijol (etapa vegetativa y reproductiva)



Fuente: Escalante y Kohashi-Shibata. 1993. Adaptado por Cervantes, M.A.

2.1.11.- Hábitos de crecimiento de acuerdo al CIAT (1987)

Para clasificar esta planta de acuerdo a su hábito de crecimiento se consideran diversas características como: el tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo

el número de nudos, la longitud de los entrenudos, la altura de la planta, la aptitud para trepar, el grado y tipo de ramificación .

En las plantas de frijol se observan dos hábitos de crecimiento: determinado e indeterminado. Las plantas de hábito determinado también denominadas de mata, se caracterizan por ser arbustivas y presentar racimos florales axilares en la etapa de floración y un racimo terminal en el tallo principal y en las ramificaciones. En las plantas de hábito de crecimiento indeterminado los racimos son únicamente axilares. En este hábito podemos encontrar dos modalidades: 1) el tallo principal y las ramas crecen en forma limitada y dan la apariencia de tipo de mata o arbusto, 2) el tallo principal y las ramas tienen la capacidad de trepar sobre un soporte, en este último se distinguen las variedades de media guía, guía larga y trepadora (Cuadro 4).

Cuadro 4. Hábitos de crecimiento del frijol de acuerdo al CIAT

Tipo	Hábito de crecimiento	Descripción
I	Determinado arbustivo	Ia.-Tallo y ramas fuertes y erectas Ib.-Tallo y ramas débiles
II	Indeterminado, arbustivo: Tallos y ramas erectas	IIa.-Tallo erecto sin guías IIb.-Tallo erecto con pequeñas guías
III	Indeterminado arbustivo: (con tallos y ramas débiles, de consistencia rastreros)	IIIa.-Guías cortas sin habilidad para trepar IIIb.-Guías largas con capacidad para trepar
IV	Voluble (con tallo y ramas débiles, largos y torcidos)	Su tallo desarrolla doble capacidad de torsión, favoreciendo su habilidad trepadora; es el tipo utilizado en asociación maíz/frijol

Fuente: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1987

- Tipo I ó Arbustivo: con plantas entre 0.25 y 0.60 m de altura, a este tipo corresponden las variedades comerciales de áreas de cultivo mecanizable.

- Tipo II o Semivoluble: es un hábito intermedio entre el arbustivo y el voluble; generalmente con plantas de más desarrollo foliar que las anteriores y ramificaciones laterales de tendencia postrada.

-Tipo III o Voluble: hábito de crecimiento indeterminado postrado, con ramificaciones bien desarrolladas. Son plantas con altura superior a 80 cm.

- Tipo IV: hábito de crecimiento indeterminado trepador. Este tipo de frijol se encuentra generalmente asociado con maíz.

Poseen hojas compuestas de tres folíolos de tamaños variables y muy diversas áreas. La flor es de cáliz tubular y su corola de 5 pétalos desiguales de los cuales el más grande es el posterior, el androceo lo conforman 10 estambres, el estilo curvado y el estigma receptivo uno o dos días antes de que la flor abra. Las flores son blancas, lilas, moradas, rosadas o bicolors.

En las variedades de hábito determinado, la floración se presenta en la parte superior del tallo o de las ramas hacia abajo y en las de hábito indeterminado, de abajo hacia arriba (Orozco, 1971).

2.1.12.-Plagas y enfermedades

2.1.12.1.- Plagas. La información referente a plagas se obtuvo de Carrero y Planes (1995).

- Araña roja (*Tetranychus urticae* (Koch)), *T. turkestanii* (Ugarov & Nikolski) y *T. ludeni* (Tacher)

La primera especie citada es la más común en el cultivo del frijol, pero la biología, ecología y daños causados son similares, por lo que se abordan las tres especies de manera conjunta.

Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Con poblaciones mayores se produce desecación o incluso defoliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga, produciendo daños en los frutos.

- Araña blanca (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks))

Esta plaga ataca principalmente al cultivo del frijol, si bien se ha detectado ocasionalmente en pimiento, tomate, berenjena y pepino. Los primeros síntomas se aprecian como rizado de los nervios en las hojas apicales y brotes; y curvaturas de las hojas más desarrolladas. En ataques más avanzados se produce enanismo y una coloración verde intensa de las plantas. Se distribuye por focos, aunque se dispersa rápidamente en épocas calurosas y secas.

- Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* (West))

Las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por los adultos, realizando las puestas en el envés de las hojas, de éstas emergen las primeras larvas, que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estadios larvarios y uno de pupa, este último característico de cada especie.

Los daños directos (amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la

melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos lo que dificulta el desarrollo normal de las plantas. Ambos tipos de daños se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos.

- Mosca de los sembrados (*Phorbia platura*)

Este díptero causa la pérdida de la semilla de frijol durante el periodo de nacencia, obligando a repetir en algunos casos la siembra.

El ataque más grave tiene lugar en primavera y lo causan las larvas de la primera generación, éste se produce sobre la semilla enterrada o sobre los cotiledones de la plántula antes de la nacencia. Realizan galerías sobre los cotiledones, los pequeños tallos y las raíces jóvenes antes de la emergencia, destruyéndolas.

Su ataque provoca un debilitamiento de las plántulas e incluso una pérdida de las mismas; además, las plantas atacadas son más susceptibles a *Fusarium spp.* Los ataques más intensos tienen lugar en condiciones de elevada humedad, baja temperatura y elevado contenido de materia orgánica en el suelo.

- Pulgón (*Aphis gossypii* (Sulzer) y *Myzus persicae* (Glover))

Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas ápteras del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas.

- Trips (*Frankliniella occidentalis* (Pergande))

Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente en flores (son florícolas), donde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas. Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. Estos síntomas pueden apreciarse cuando afectan a frutos (sobre todo en pimiento) y cuando son muy extensos en hojas. Las puestas pueden observarse cuando aparecen en frutos (berenjena, frijol y tomate). El daño indirecto es el que causa mayor importancia y se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV), que afecta a pimiento, tomate, berenjena y frijol.

- Minadores de hoja (*Liriomyza trifolii* (Burgess), *Liriomyza bryoniae*, *Liriomyza strigata*, *Liriomyza huidobrensis*)

Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las típicas galerías. La forma de las galerías es diferente, aunque no siempre distinguible, entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo larvario, las larvas salen de las hojas para pupar, en el suelo o en las hojas, para dar lugar posteriormente a los adultos.

- Orugas (*Spodoptera exigua* (Hübner), *Spodoptera litoralis* (Boisduval), *Heliothis armigera* (Hübner), *Heliothis peltigera* (Dennis y Schiff), *Chrysodeisis chalcites* (Esper), *Autographa gamma* (L.))

La principal diferencia entre especies en el estado larvario se aprecia en el número de falsas patas abdominales (5 en *Spodoptera* y *Heliothis* y 2 en *Autographa* y *Chrysodeixis*), o en la forma de desplazarse en *Autographa* y *Chrysodeixis* arqueando el cuerpo (orugas camello). La presencia de sedas ("pelos" largos) en la superficie del cuerpo de la larva de *Heliothis*, o la coloración marrón oscuro, sobre todo de patas y cabeza, en las orugas de *Spodoptera litoralis*, también las diferencia del resto de las especies.

La biología de estas especies es bastante similar, pasando por estados de huevo, 5-6 estados larvarios y pupa. Los huevos son depositados en las hojas, preferentemente en el envés, en plastonos en un número elevado de especies del género *Spodoptera*, mientras que las demás lo hacen de forma aislada. Los daños son causados por las larvas al alimentarse. En *Spodoptera* y *Heliothis* la pupa se forma en el suelo y en *Chrysodeixis chalcites* y *Autographa gamma*, en las hojas. Los adultos son polillas de hábitos nocturnos y crepusculares. Los daños pueden clasificarse de la siguiente forma: daños ocasionados a la vegetación (*Spodoptera*, *Chrysodeixis*), daños ocasionados a los frutos y daños ocasionados en los tallos (*Heliothis* y *Ostrinia*) que pueden llegar a destruir las plantas.

Conchuela del frijol (*Epilachna varivestis*)

La conchuela del frijol (*Epilachna varivestis*) es una catarinita que ataca el frijol y el ejote. El daño lo causan tanto los adultos como las larvas pachones o borreguillos que se alimentan del follaje.

Cuando las poblaciones de esta plaga son abundantes, y el agricultor no las detecta oportunamente, le causan destrozos al follaje del que quedan solo las nervaduras. El resultado pueden ser grandes mermas de ejotes o grano, y hasta la pérdida total de la cosecha. Las larvas son de cuerpo corto, amarillento y con protuberancias como espinas. Los adultos invernan en los restos de la cosecha o bajo la corteza de los árboles, de donde llegan volando a las plantaciones de las leguminosas mencionadas. Se les llama conchuelas por su forma oval; cuando caminan apenas si les ven las patitas y antenas. Su color va del naranja al café, con puntos negros. Cuando se les coge, secretan una sustancia amarilla, repelente.

Nemátodos

***Meloidogyne* spp. (Tylenchida: Heteroderidae)**

Las especies *Meloidogyne javanica*, *M. arenaria* y *M. incognita* afectan prácticamente a todos los cultivos, produciendo los típicos nódulos en las

raíces que le dan el nombre común de “batatilla”. Penetran en las raíces desde el suelo, las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Ésto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos “rosarios”. Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción de los nutrientes por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo. Se distribuyen por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio de transporte de tierra. Además, los nemátodos interaccionan con otros organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado.

2.1.12.2 Enfermedades. La información referente a enfermedades se obtuvo de Vargas *et al.*, 2006.

Enfermedades fungosas:

Antracnosis (*Colletorichum lindemuthianum*)

La antracnosis es la principal enfermedad del frijol por los daños que causa. Se caracteriza por el desarrollo de síntomas en las hojas, en las vainas y en las semillas. Sobre las nervaduras de las hojas se forman lesiones necróticas de color negro en forma de rombo, las cuales también pueden observarse en los tallos y pedicelos. En las vainas hay lesiones redondeadas de borde negro y el centro hundido; en condiciones de alta humedad relativa las lesiones son de color salmón, mismo que corresponde a cientos de conidios. En las semillas se desarrollan lesiones redondeadas café oscuro o negro.

La antracnosis puede ocurrir desde el inicio del ciclo biológico si la plántula proviene de semilla enferma, y desde las etapas vegetativa o reproductiva. Existen muchas razas del patógeno *C. lindemuthianum*, que infectan a las variedades de frijol y ocurren de manera endémica en las zonas de producción. La humedad alta (>92%), la lluvia, las temperaturas de 13 a 26°C y la óptima (17 a 24°C), favorecen su desarrollo.

Roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*)

La roya se presenta en la etapa vegetativa o en la reproductiva, sobre todo cuando hay humedad relativa alta (>95%), lluvia y temperaturas de 17 a 27°C, que favorecen su desarrollo. Se caracteriza por la presencia de pústulas circulares rodeadas de un halo clorótico. Las pústulas al romperse exponen estructuras café rojizas polvosas (las uredosporas) o negras (las teliosporas).

Este patógeno se presenta en hojas, tallos, pedicelos y vainas, aunque no se transmite por las semillas. Cuando la enfermedad ocurre en la etapa vegetativa puede causar la defoliación y muerte prematura de la planta.

Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*)

El moho blanco está constituido por micelio velloso blanco, que desarrolla estructuras compactas y duras, llamadas esclerocios. En la planta de frijol el micelio ocurre en la base del tallo, en las partes aéreas y en las vainas donde provoca lesiones acuosas. Puede causar pudrición suave de las vainas, que inicia en las puntas y puede abarcar todo el fruto. La humedad relativa alta (100%) y temperaturas de 0 a 28°C, óptima de 19 a 24 °C, favorecen su desarrollo. El patógeno infecta a las semillas y de éstas se puede diseminar la enfermedad a las nuevas plantas en la generación subsiguiente.

Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*)

Se caracteriza por desarrollar manchas foliares angulares necróticas, café oscuro o negras limitadas por las nervaduras; se observan iguales por el haz y por el envés, y también pueden presentarse en tallos y ramas como lesiones

alargadas color café. Las vainas se deforman, arrugan y tienen pocas semillas. El patógeno infecta a las semillas y puede diseminar la enfermedad a las plantas de la próxima generación. La humedad alta, temperaturas entre 16 y 28°C y la óptima 24°C favorecen su desarrollo.

Pudriciones de raíz (*Fusarium spp.* y *Rhizoctonia solani*)

Las pudriciones de raíz se caracterizan por el cambio de coloración, la obstrucción vascular y la destrucción de tejidos. Pueden ser secas y con hundimiento del tejido, con síntomas en forma de huso café rojizo bien delimitadas, cerca de la superficie del suelo, como las ocasionadas por *Rhizoctonia solani*. Temperaturas entre 23 y 28°C y suelo húmedo con pH ácido favorecen su desarrollo.

En otras ocasiones las raíces presentan lesiones lineales, puntuaciones rojizas o café rojizas; también desarrollan manchas café rojizas sin forma definida; los haces vasculares de la raíz se manchan de rojo y hay obstrucción del flujo de nutrimentos y agua, y las raíces se agrietan; estos síntomas son ocasionados por *Fusarium spp.* Temperaturas de 20 a 32°C y suelo húmedo con pH ácido favorecen su desarrollo.

Enfermedades bacterianas:

Tizón de halo (*Pseudomonas syringae pv. phaseolicola*)

Esta enfermedad se caracteriza por lesiones foliares necróticas pequeñas, rodeadas de un halo clorótico circular; el tejido dañado se puede rasgar y causar orificios irregulares en las hojas. Cuando las vainas son infectadas muestran lesiones circulares acuosas o grasosas, con bordes cafés al madurar. Las semillas infectadas con la bacteria se arrugan, manchan o pudren y pueden inducir la enfermedad en las plantas de la próxima generación. Temperaturas de 16 a 28°C, óptima de 16 a 20°C, y humedad alta favorecen su desarrollo.

Tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*)

El tizón común en las hojas se caracteriza por áreas necróticas irregulares café oscuro, rodeadas por una zona amarilla, que ocurren en cualquier parte de la lámina foliar.

Las vainas infectadas muestran lesiones lineales o puntuaciones irregulares acuosas; si se presentan en campo condiciones de humedad relativa alta se observa la excreción de mucílago amarillo que al secarse deja una costra. La bacteria provoca torcimiento o arrugamiento de la vaina, pudrición y muerte de las semillas, por lo que afecta la producción. La bacteria infecta a las semillas y su uso puede inducir la enfermedad en las plantas de la próxima generación. Temperaturas de 28 a 32°C y humedad alta favorecen su desarrollo.

Enfermedades Abióticas. Información obtenida de INFOAGRO, 2007.

-Caída de flores: la flor es el órgano más débil de la planta y cualquier deficiencia que ésta sufra la va a manifestar cayéndose. Los factores causantes pueden ser: cambios bruscos de temperatura, crecimiento vegetativo excesivo, baja de la humedad relativa, estrés hídrico en el momento de la floración, exceso de temperatura, exceso de fertilización nitrogenada o tratamientos fitosanitarios que, sin llegar a ser fitotóxicos, dañen la flor.

-Amarilleo y marchitez foliar: las hojas más viejas son las que pronto lo manifiestan: primero amarillean y luego se marchitan a la vez que se pueden observar unas manchas marrones rojizas en el pedúnculo foliar. Este problema puede confundirse con la roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*), por lo que hay que recurrir al análisis. No se conoce el agente causal, pero se han definido algunos de los factores que influyen en su aparición: humedad relativa baja y deficiencias hídricas.

2.1.13.- Importancia de las variedades de acuerdo a Rosales et al., 2004.

Entre las variedades más comunes de las regiones de mayor producción en la República Mexicana se encuentran en el Bajío: Blanco 157, Canario 72, Pinto

133. En las regiones semiáridas: Durango 225, Durango 664, Durango 222, Ojo de Cabra 73, Río Grande, Bayo Calera, Bayo Durango. El clima templado subhúmedo: Negro Perla, Bayo Mecentral, Flor de Mayo M38, Flor de Junio Marcela, Flor de Mayo RMC, Flor de Mayo Bajío, Negro 150, Bayo INIFAP, Negro 8025, Flor de Durazno. En la región del Altiplano Semiárido: Pinto Mestizo, Pinto Bayacora, Negro Altiplano, Negro Sahuatoba, Pinto Villa, Bayo Victoria, Negro Durango, Negro Querétaro, Negro San Luis.

Por la preferencia del consumidor, el frijol se clasifica en muy preferente: Azufrado, Mayocoba, Negro Jamapa, Peruano, Flor de Mayo y Flor de Junio; preferentes son las variedades: Garbancillo, Manzano, Negro San Luis, Negro Querétaro y Pinto. Y por último, los no preferentes son: Alubia Blanca, Bayo Blanco, Negro Zacatecas, Ojo de Cabra y Bayo Berrendo.

En la zona norte de México se consumen las variedades azufradas, que se cultivan principalmente en Sinaloa; mientras que gran parte de frijol negro se cultiva en Nayarit y Zacatecas, con una demanda mayormente concentrada en las zonas centro y sur del país.

2.2.- Calidad de las semillas

“La calidad de las semillas hace la diferencia”, Tadeo y Espinosa (2002).

En la actual circunstancia de globalización y apertura de mercados se hace aún más necesaria, la producción agrícola en forma eficiente y competitiva. Para ello es fundamental, entre otros aspectos, la reconversión de los sistemas productivos, mediante la innovación tecnológica, haciendo un mejor y mayor uso del conocimiento e información, para poder elevar la productividad de los cultivos de forma sostenible y enfrentar los cambios en el entorno de manera más apropiada (www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc).

Es un hecho indiscutible que la semilla de buena calidad producto de la investigación y desarrollo de variedades, representa el insumo estratégico por

excelencia que permite sustentar las actividades agrícolas, contribuyendo significativamente a mejorar su producción en términos de calidad y rentabilidad (www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc).

Al tratar el tema de la calidad en semillas, en general se valoran las ventajas y beneficios que conlleva la utilización de semilla de buena calidad; sin embargo, no siempre se tiene un pleno conocimiento de los múltiples factores que determinan los atributos de calidad (www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc).

Calidad se define como el conjunto de atributos (Cuadro 5), que posee una semilla para establecer un cultivo con plantas vigorosas, sanas y representativas de la variedad en excelencia (Moreno, 1996). La calidad de las semillas es la integración de cuatro componentes o calidades indicadas en el cuadro 5.

Cuadro 5. Atributos de las calidades de la semilla.

Atributos de la calidades de las semillas	CALIDAD
Enfermedades transmisibles por la semilla.	SANITARIA
Plagas y enfermedades típicas del almacenamiento en bolsa, en campo, en silo, etc.	
Nivel de madurez alcanzado.	FISIOLÓGICA
Poder germinativo, Vigor.	
Peso, Humedad, Tamaño.	FÍSICA
Presencia/ausencia de materias extrañas, malezas comunes y nocivas.	
Uniformidad de Formas, Tamaño, Color, Brillo, Vistosidad	

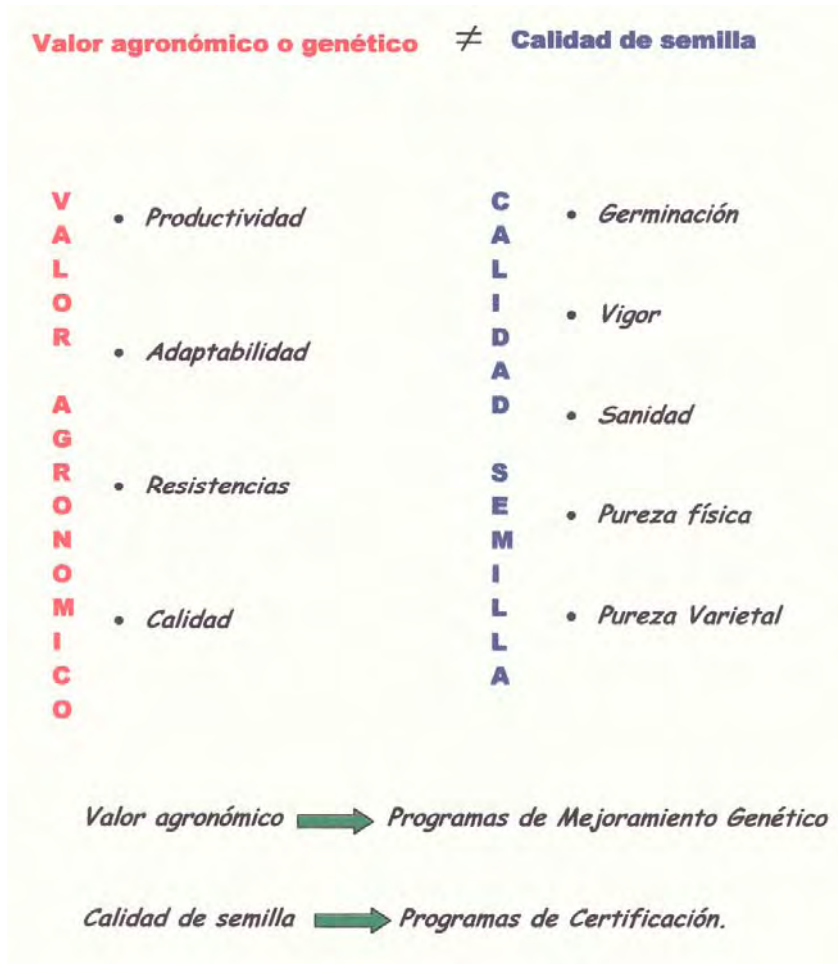
Pureza varietal.	GENETICA
------------------	----------

Cuadro elaborado por Brena Gómez Daniela con base a la cita; Moreno, 1996

En primera instancia, se podría juzgar la calidad de un lote de semillas por su apariencia física integrando todos sus atributos, por medio de la observación, pero esta valoración es insuficiente, puesto que existen otros atributos de mayor relevancia como la pureza varietal, la capacidad germinativa, la viabilidad, el vigor y la sanidad, cuya condición no se puede determinar a simple vista.

En relación con la calidad de las semillas, se hace necesario contemplar una serie de cuidados especiales y el aseguramiento de la calidad durante las fases de producción: reproducción, cosecha, secado, procesamiento, almacenamiento y mercadeo lo cual le da el valor agronómico (Figura 3) (www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc).

Figura 3. Valor agronómico y calidad de la semilla



Fuente: www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc

2.2.1.- Calidad Genética

Información obtenida de www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc

Se entiende como valor genético el cúmulo de información determinada por el genotipo de una variedad que define entre múltiples características: la resistencia o tolerancia a plagas, adaptación a ambientes específicos, potencial de rendimiento, hábito de crecimiento, ciclo vegetativo, calidad industrial, entre otras. Mientras tanto, el concepto de calidad varietal se aplica al “porcentaje de pureza varietal” o sea el porcentaje de semilla que corresponde a la variedad en particular.

En todo sistema de producción agrícola, debe considerarse inicialmente el material genético que ofrezca la mejor respuesta productiva, con un uso racional de los otros insumos.

No se puede desligar ese componente genético es decir la variedad, del vehículo que lo transporta, la semilla. Al respecto debe aclararse que, una semilla de buena calidad por sí misma no garantiza un comportamiento satisfactorio en el campo, si no tiene a su vez el componente genético adecuado para responder ante determinada condición. La situación inversa también se cumple, una variedad con determinado potencial genético no logrará expresarse a plenitud si la semilla que contiene la información genética de ella, no reúne ciertas condiciones mínimas de calidad. Entonces estos dos elementos indisociables deben manejarse conjuntamente.

Cabe mencionar que un programa de mejoramiento genético que desarrolle variedades mejoradas, acorde a las necesidades del agricultor y del mercado, no tendrá éxito o impacto si las semillas de esas variedades no llegan al usuario en las cantidades requeridas, en el lugar y momento oportuno y sobre todo con la mejor calidad posible.

La expresión del potencial genético de la variedad no se logra a plenitud, si no se presentan ciertas condiciones favorables: ambiente (clima-suelo), manejo tecnológico adecuado y calidad de semilla.

2.2.2.- Calidad física

Una semilla de calidad física es la que presenta un alto porcentaje de semilla pura, y el mínimo contenido de semilla de malezas, de otros cultivos y materia inerte (Moreno, 1996).

Los daños internos y externos; la cosecha deficiente y el manejo rudo en la cosecha del cultivo afecta en forma directa la calidad para el mercado. Los golpes y lesiones aparecen como manchas pardas y negras y las lesiones en la

corteza sirven como entrada para los microorganismos y conducen a la pudrición (Fantástico, 1991).

En términos generales los daños internos y externos se podrían clasificar en biológicos, mecánicos y físicos (Fantástico, 1991). Es bien conocido que a través de la semilla se pueden introducir a un país, región o finca diversas malezas, muchas de las cuales son de difícil erradicación. No solo provocan un problema de calidad del producto cosechado, sino también un problema de manejo a nivel de campo con un aumento en los costos de producción, al incrementarse los costos para su combate.

Las semillas cosechadas generalmente vienen con algunos contaminantes como pueden ser: residuos de las plantas, semilla de malezas, semillas dañadas por plagas, enfermedades, porciones de suelo etc, así como con altos contenidos de humedad; de ahí que requiere del acondicionamiento, labor que se realiza en las plantas de beneficio de semillas equipadas para el secado, la limpieza, clasificación, enfarde y almacenamiento de las mismas. De esta manera, se adecúa la semilla para su comercialización.

Tamaño: algunos frutos grandes pueden estar todavía muy verdes para ser cosechados, mientras algunos frutos pequeños ya pueden estar demasiado maduros (Fantástico, 1991).

Textura: la forma y el tamaño de las células influyen en la textura. Las células pequeñas, con espacios intercelulares escasos o pequeños, producen una textura compacta. La textura de los frutos y hortalizas depende de la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células, la presencia de tejidos de sostén y de la composición de la planta (Fantástico, 1991).

Brillo: el potasio está relacionado con aspectos de calidad física como es la brillantez (Tadeo y Espinosa, 2002).

2.2.3.- Calidad Fisiológica

De acuerdo a Moreno (1996), se define como la capacidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas.

La semilla presenta su más alto nivel de vigor y potencial germinativo cuando alcanza la madurez fisiológica. En este estado, la semilla tiene el máximo peso seco (ha acumulado la máxima cantidad de reservas nutritivas) y el embrión ha completado su desarrollo. A partir de este momento, se inicia el proceso de deterioro de la semilla en forma continua e irreversible, hasta perder su capacidad germinativa. El deterioro podría entenderse, como la serie de cambios que ocurren en las semillas con el transcurrir del tiempo, afectando funciones vitales y por ende su desempeño hasta provocar su muerte.

Durante el proceso de deterioro de las semillas, el cual es influenciado por factores genéticos y ambientales, lo primero que se ve afectado es el vigor antes que la germinación. Por ello, cada vez hay más interés de estudiar y conocer mejor los mecanismos bioquímicos relacionados con el vigor así como la identificación e implementación de pruebas para su medición.

Como se ha visto, la calidad fisiológica depende de múltiples factores, pudiendo ser afectada en cualquier fase del proceso de producción. Retrasos en la cosecha si las condiciones ambientales no son favorables situación que es común en nuestras condiciones tropicales, deficiencias en el desarrollo del cultivo, retrasos en el secado de la semilla, daños mecánicos durante la recolección y trilla o en el procesamiento, el almacenamiento bajo condiciones desfavorables son factores que afectan la calidad fisiológica.

Para clarificar mejor la calidad fisiológica y concretamente el vigor y su influencia en el desempeño de las semillas, a continuación se citan algunas cualidades directamente relacionadas con este atributo biológico de calidad.

1. Velocidad de germinación.
2. Uniformidad de germinación, emergencia y desarrollo de la planta bajo diferentes condiciones.

3. Habilidad para emerger en suelos con problemas de preparación, con altos contenidos de humedad y con patógenos.
4. Desarrollo morfológico normal de plántulas.
5. Potencial de rendimientos de los cultivos.
6. Capacidad de almacenamiento de la semilla bajo condiciones óptimas y adversas.

2.2.3.1.- Germinación, de acuerdo a Moreno (1996).

Germinación: proceso de reinicio del crecimiento activo del embrión caracterizado por la ruptura de la cubierta seminal y la emergencia de la plántula.

La germinación es la emergencia y desarrollo del embrión de la semilla a partir de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que indican la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

Generalidades de las plántulas normales

1.- Se consideran plántulas normales aquellas que poseen las estructuras esenciales para producir, en condiciones favorables.

2.- Cuando la prueba de germinación haya sido en sustrato artificial, se consideran plántulas normales a aquellas que presenten las siguientes estructuras esenciales:

- a) Sistema radicular bien desarrollado, incluyendo raíz primaria, excepto para aquellas plantas, por ejemplo gramíneas, que generalmente presentan raíces seminales, de las cuales deben estar presentes cuando menos dos de ellas.
- b) Hipocótilo bien desarrollado e intacto y/o un epicótilo sin daño en el tejido conductor y en las monocotiledóneas una plúmula normal.

c) Plúmula intacta en la gramíneas que debe presentar una hoja verde bien desarrollada dentro o emergiendo del coleóptilo.

d) Un cotiledón en monocotiledóneas y dos en dicotiledóneas.

3.- Aquellas que presenten los siguientes defectos ligeros, siempre y cuando el resto de sus estructuras revele un desarrollo vigoroso y balanceado.

a) Plántulas de todas las especies de Malvaceae (*Gossypium*), Cucurbitaceae (*Cucurbita* y *Cucumis*), *Zea* y todas las leguminosas de semilla grande (*Pisum*, *Vicia*, *Phaseolus*, *Lupinus*, *Vigna*, *Glycine*, *Arachis*) que presenten una raíz primaria dañada, pero con raíces adventicias y laterales lo suficientemente largas y vigorosas como para sostener la plántula en el suelo.

b) Plántulas con daño superficial o deterioro en el hipocótilo, epicótilo o cotiledones, siempre y cuando el daño no afecte los tejidos conductores.

c) Plántulas dicotiledóneas que presentan solamente un cotiledon sano.

4.- Aquellas que estén invadidas por hongos y bacterias, siempre y cuando sea evidente que la fuente de infección no es la misma semilla, y que estén presentes las estructuras esenciales.

Según la AOSA (American Organization of Seed Analyzers), citado por Moreno, (1996), como parte de sus Normas para el Análisis de semillas, y con una versión condensada de las descripciones dadas en *Semillas. Manual para el análisis de su calidad*, indica para la Familia de las leguminosas, Fabaceae; *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus vulgaris*, *Vigna radiata*, *Vigna angularis*:

Plántulas normales:

Raíz: una raíz primaria vigorosa, o un conjunto de raíces secundarias, suficientes para sostener la plántula cuando esté desarrollándose en el sustrato.

Hipocótilo: más o menos bien desarrollado, sin lesiones abiertas que se extiendan hasta el tejido conductor central; con hendiduras cicatrizadas, algunas veces llamadas “rodillas”, hipocótilo es torcido o en espiral, contenido dentro de una cubierta dura de la semilla, el resto de la plántula es normal.

Cotiledones: en *Phaseolus vulgaris* por lo menos un cotiledón completo, o dos cotiledones rotos, con la mitad o más del tejido del cotiledón adherido a la plántula. Esto se interpreta de la siguiente manera: los dos cotiledones deben tener una área combinada que es equivalente a uno de los cotiledones originales (interpretación del Comité de Normas de la AOSA, ninguno siempre y cuando el resto de las plántulas sea normal).

Epicótilo: con una o dos hojas primarias y la yema terminal intacta. Cuando se encuentran algunas plántulas deterioradas total o parcialmente en la plúmula (epicótilo), pueden clasificarse como normales, siempre que el hipocótilo y la raíz sean normales. El epicótilo generalmente no se deteriora en tales plántulas cuando está en un ambiente moderadamente seco y expuesto a la luz, es preferible repetir las pruebas sobre suelo o arena para ayudarse en la interpretación.

Plántulas anormales:

Sin raíz primaria, ni un conjunto de raíces secundarias bien desarrolladas.

Hipocótilo: con hendiduras profundas, que llegan hasta el tejido conductor, malformado, demasiado corto, engrosado o enrollado.

Cotiledones, *Phaseolus vulgaris*: con un cotiledón, o ambos rotos y menos de la mitad del tejido del cotiledón adherido. Otros frijoles: ambos cotiledones ausentes y la plántula débil y carente de vigor.

Epicótilo: sin hojas primarias y yemas terminales; sin hojas primarias, pero con yema terminal; sin hojas primarias, pero con yema terminal presente y yemas axilares en una o ambas axilas de los cotiledones; hojas primarias muy pequeñas y pálidas.

2.2.3.2.- Viabilidad, de acuerdo a Moreno (1996)

Los resultados de un ensayo de viabilidad indican la viabilidad de un lote de semillas así como la máxima germinación posible que puede esperarse.

El procedimiento general para practicar un ensayo de viabilidad consisten en seguir los siguientes pasos: retirar del lote de semillas una muestra de 100 (o un múltiplo de 100) semillas puras y llenas; abrir cada semilla con un cuchillo, por la mitad, o aplastar la cáscara de la semilla con un martillo pequeño, y observar y anotar la cantidad de semillas que tienen un endospermo y embrión sano, bien desarrollado y completo.

2.2.3.3.- Vigor, de acuerdo a Moreno (1996)

El “vigor” de las semillas ha sido por mucho tiempo tema de interés entre productores y usuarios, ya que si bien la calidad está principalmente determinada por la germinación y el establecimiento de las plántulas en el campo, éstas dependen en gran medida del vigor de la semilla.

En 1977 el Comité de Pruebas de Vigor de la ISTA (International Seed Testing Association), lo definió así: “ El vigor es la suma total de aquellas propiedades que determine el nivel de actividad y comportamiento de la semilla o lote de semillas durante su germinación y emergencia de la plántula. Las que se comportan bien se llaman semillas de alto vigor y las que se comportan pobremente son denominadas semillas de bajo vigor”.

Esta definición engloba los procesos que han sido directamente relacionados con las diferencias en el vigor de las semillas:

- Procesos y reacciones bioquímicas durante la germinación, tales como reacciones enzimáticas y actividad respiratoria.
- Velocidad y uniformidad de la emergencia de la plántula en el campo.
- capacidad de emergencia de las plántulas bajo condiciones desfavorables del medio ambiente.

Entre las causas de la variabilidad del vigor de las semillas se citan las siguientes:

- Genotipo
- Medio Ambiente y nutrición de la planta
- Estado de madurez en el momento de la cosecha
- Tamaño, peso y peso volumétrico
- Daño físico
- Deterioro y envejecimiento
- Patógenos

Evaluar el vigor de las semillas es de gran utilidad para predecir el comportamiento de un lote cuando las condiciones del medio ambiente no son del todo favorables para la germinación y emergencia de las plántulas.

2.2.4.- Calidad culinaria y nutritiva de la semilla

La calidad culinaria se refiere a las características de un alimento relacionadas con su preparación casera o industrial previa al consumo. En el caso del frijol, engloba el tiempo de cocción necesario para obtener una textura del grano cocido y las características del caldo.

La calidad nutricional incluye las características que indican la forma en que se satisfacen las necesidades nutrimentales del organismo que los consume. Considera el aporte de proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales,

aunque a veces contempla también a otros componentes más específicos, como sería el contenido de un aminoácido en particular (Pérez, *et al.*, 2002).

2.2.5.- Calidad sanitaria

Se define calidad sanitaria como la presencia o ausencia de organismos causantes de plagas y enfermedades (gusanos e insectos), pero también pueden estar involucradas condiciones fisiológicas, tales como deficiencias de micro elementos (Moreno, 1996).

Las enfermedades afectan de forma directa e indirecta la producción de semillas:

Directa: el patógeno ataca a la semilla de alguna manera; en cualquier punto de las fases de la producción. Las consecuencias son visibles: decoloración, manchas, tamaño, forma, moho y calentamiento, entre otras (Navarrete y Moreno, 1995; Navarrete, 2000; Andrade, 1992; citado por Tadeo y Espinosa, 2002).

Indirecta: las enfermedades reducen la capacidad de un cultivo de elevar al máximo el rendimiento, así como la calidad del producto que se cosechará (Navarrete y Moreno, 1995; Navarrete, 2000; Tadeo y Espinosa, 2002).

Las semillas pueden ser un medio ideal para el transporte de inóculo de patógenos de origen viral, bacterial o fungoso e inclusive de nemátodos, que afectan la germinación y consecuentemente la emergencia y población de plantas, o bien causar problemas patológicos en los cultivos una vez establecidos. Igualmente, pueden diseminar enfermedades en determinadas regiones donde estaban ausentes (Navarrete y Moreno, 1995; Navarrete, 2000; Navarrete *et al*, 2008).

En algunos cultivos la calidad sanitaria de las semillas es esencial, como en papa y frijol solo para mencionar dos ejemplos, representando uno de los factores de mayor relevancia en la producción de este tipo de semillas (www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc).

En el caso del frijol cerca del 50 % de los agentes causantes de enfermedades pueden ser portados en las semillas, por ejemplo *Colletotrichum lindemuthianum* (antracnosis), *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (tizón común) y *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (tizón del halo) (Navarrete et al, 2008).

Estos ejemplos evidencian que la semilla es un medio de disseminación muy efectivo para determinados patógenos y su transmisión a la plántula puede provocar problemas agronómicos serios; de ahí que, la utilización de semilla de buena calidad sanitaria proveniente de variedades resistentes o tolerantes, constituye el método más económico y eficiente para su combate (Navarrete et al, 2008).

La utilización de terrenos nuevos o libres de inóculo, la zonificación, épocas de siembra adecuadas, el entresacamiento de plantas enfermas, el control fitosanitario y el mismo tratamiento de la semilla constituyen prácticas recomendables para la producción de semilla sana (Navarrete y Moreno, 1995; Moreno, 1996)

El objetivo de determinar el estado de sanidad en la semilla es de gran importancia por tres razones principales:

1. El inóculo es portado por la semilla y puede dar lugar al desarrollo progresivo de enfermedades en el campo y reducir el valor comercial del cultivo
2. Los lotes de semilla importados pueden introducir enfermedades en nuevas regiones. Por lo tanto, es necesario realizar las cuarentenas.
3. Pueden influir la evaluación de las plántulas y las causas de una germinación deficiente o del establecimiento en campo y por consiguiente, complementar las pruebas de germinación.

2.3.- Tizón Común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*)

La enfermedad bacteriana más importante en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la "quemazón", llamada también añublo común, tizón común y crestamento bacteriano, causado por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Agrios, 1996).

2.3.1.- Antecedentes

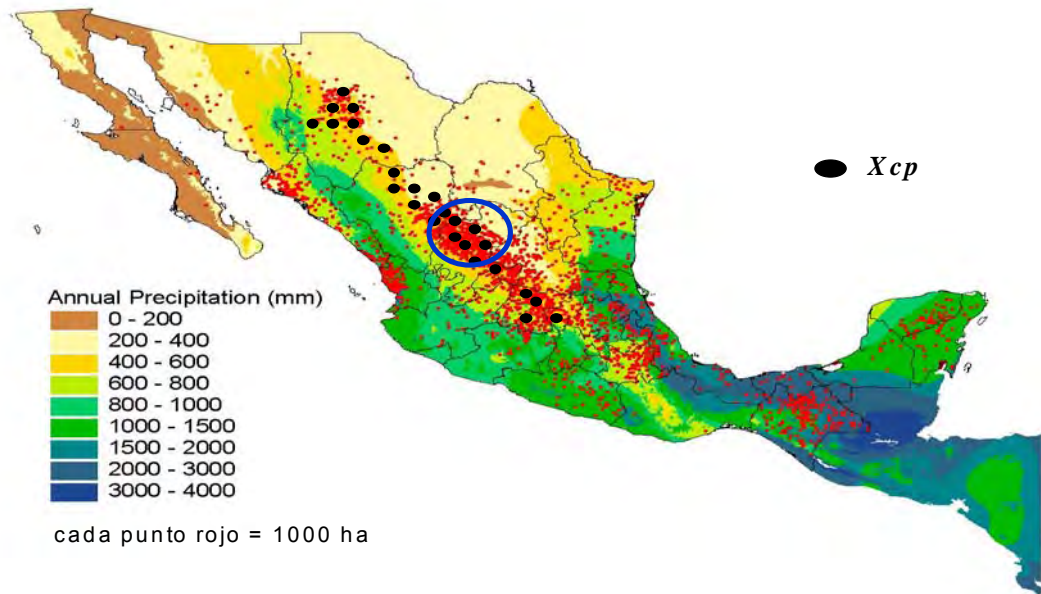
El tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) es un problema especialmente importante en las regiones tropicales y subtropicales productoras de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Figura 4). Debido a la dificultad y costo de su control con pesticidas, la resistencia genética es uno de los métodos más efectivos, económica y ambientalmente (Campos, 1987).

Este patógeno está ampliamente distribuido, y se encuentra entre los cuatro problemas fitopatológicos de mayor importancia económica en México (López, 1991, citado por Trejo, 2001), porque reduce el rendimiento en más de 50% cuando las condiciones ambientales en etapas tempranas del desarrollo del cultivo son propicias para el crecimiento del patógeno (Campos, 1987).

En el área del trópico húmedo las pérdidas el rendimiento van de 15 a 48%, variación que depende de las condiciones climáticas presentes durante la estación de crecimiento, de la variedad y de la cantidad de inóculo presente (Coyne y Schuster, 1983).

Figura 4. Distribución de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en México

Distribución de áreas productoras de frijol y de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en el Altiplano semiárido de México.



Fuente: Navarrete et al., 2008.

2.3.2.-Etiología

La bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye, pertenece a:

Familia Pseudomonadaceae

Orden Pseudomonadales

Género *Xanthomonas*

Deriva su nombre del pigmento del color amarillo que produce, el cual se conoce como xanthomonadina está formado por bromo o dibromo aril polienos y es insoluble en agua, un carotenoide tipo alcohol. La bacteria tiene forma de bacilos, es Gram negativa, y tiene forma de varilla; es unicelular, con un solo flagelo polar, aerobia; bastones rectos con dimensiones de 0.4 a 1.0 x 1.2 a 3 micras (Agrios, 1996).

En agar produce colonias convexas de crecimiento mucoso de color amarillo, húmedas brillantes. Existen cuatro tipos de colonias de *Xanthomonas*

campestris pv. *phaseoli*: rugosa, lisa, semimucoide y de tipo mucoide que es la más virulenta. (Saettler, 1991; López, 1994).

2.3.3.- Epidemiología

La semilla es la principal fuente de diseminación del patógeno, debido a que constituye el inóculo primario (Harter y Zaumeyer, 1944). Según estudios realizados en Michigan (Weller y Saettler, 1980), se requiere sólo de 103,104 células bacterianas/semilla para la infección de plantas en condiciones de campo. Investigadores del Canadá han demostrado que con una infección de 0,5% de la semilla se puede ocasionar una epifitiasis seria en el cultivo (Wallen y Sutton 1965).

2.3.4.- Sintomatología

Los síntomas de esta enfermedad aparecen primero en forma de pequeñas manchas aguanosas sobre el envés de las hojas. Estas manchas se extienden, coalescen y forman grandes áreas que después se vuelven necróticas. La bacteria puede penetrar en los tejidos vasculares de las hojas y propagarse dentro del tallo. En la zona infectada (que se encuentra rodeada por una zona mucho más angosta del tejido brillante de color amarillo limón) se empardece, se vuelve necrótica con gran rapidez y, mediante la coalescencia de varias manchas pequeñas, puede formar grandes áreas muertas de varias formas (Agrios, 1996). El tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) y el tizón del halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*), producen exudados bacterianos de color amarillo en el primero o de color crema en el segundo (Allen, 1983; Saettler, 1991).

Los síntomas que aparecen en el tallo del frijol tienen el aspecto de lesiones aguanosas, a menudo profundas, por lo general se extienden gradualmente en dirección longitudinal y se empardecen, dividiéndose a nivel de su superficie y produciendo su exudado bacteriano. Dichas lesiones aparecen con mayor frecuencia en los alrededores del primer nudo, donde cubren al tallo por lo común casi al mismo tiempo en que las vainas están semi maduras. De esta

forma, la planta con sobre peso se quiebra donde se produjo la lesión, de ahí que a dicho síntoma se le denomine pudrición del nudo o del tallo cubierto. Sobre las vainas aparecen también pequeñas manchas aguanosas que pueden extenderse, coalescer y volverse de color parduzco o rojizo conforme maduran. Con frecuencia el sistema vascular de las suturas de las vainas se infecta, lo cual hace que los tejidos cercanos queden aguanosos, dando como resultado la infección de la semilla a nivel del punto de unión (el funículo) con la vaina. Las semillas que son infectadas por el patógeno cuando pasan por sus primeros estadios de desarrollo se pudren y arrugan o bien pueden mostrar varios grados de manchado o arrugamiento dependiendo el clima y el grado de infección (Allen, 1983; Saettler, 1991).

Tanto el agente causal del tizón común como el de halo, invernan en las semillas y tallos infectados del frijol. Las semillas infectan a los cotiledones y mas tarde se propagan a las hojas o penetran en el sistema vascular de la planta, produciendo una infección sistémica que causa lesiones tanto en el tallo como en las hojas. Ya en el interior del sistema vascular de la planta las bacterias se desplazan entre las células, pero estas últimas se colapsan, son invadidas, digeridas y se forman cavidades. Cuando se encuentran en el xilema, las bacterias se reproducen con gran rapidez, se desplazan hacia arriba, hacia abajo del xilema y hacia afuera del mismo y vuelven a penetrar en los tallos u hojas, a través de los estomas o heridas (Agrios, 1996).

2.3.5.- Control

Se realiza usando semillas sanas, rotación de cultivos cada tres años y aspersiones con fungicidas de cobre. Para esta enfermedad el control químico no es el más efectivo (Saettler y Potter, 1967; Schwartz y Galvez, 1980; Weller y Saettler, 1976). Tradicionalmente el control, en los países de mayor producción, se ha realizado en base a certificación de semillas, lo cual asegura material libre de la enfermedad (Saettler y Perry, 1971; Weller y Saettler, 1980).

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1.- Descripción del lugar

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Fitopatología, del Departamento de Ciencias Agrícolas, Campo 4 de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM.

3.1.1.- Germoplasma

La investigación se llevo acabo con germoplasma de frijol tolerante y susceptible a *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* producido en Campo Experimental Valle Guadiana CEVAG-INIFAP, Durango, Dgo.

Cuadro 6. Germoplasma de frijol tolerante y susceptible a *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* producido en CEVAG-INIFAP, Durango, Dgo .

VARIEDADES			
TOLERANTES		SUSCEPTIBLES	
1. Bayo 94220	10.Flor Mayo M38	19. Carioca	28. 97RS110
2. Bayo 98060	11.EMP-507	20. Black Jack	29. Pinto Saltillo
3. Pinto 98001	12.A-321	21. Negro Durango	30. Flor Mayo sol
4. Afn	13. FEB-190	22. 97RS 101	31. Flor Mayo Bajío
5. Montcalm	14. MAM-49	23. Pinto Mestizo	32. Bayo Andrade
6. A-285	15. Negro Sahuatoba	24. A-774	33. Negro 8025
7. A-339	16. Flor Mayo Anita	25. SEA-5	34. Pinto Bayacora
8. Pinto PS99	17. Azufrado Namiquipa	26. G21212	35. Negro Vizcaya
9. A-250	18. Alteño 2000	27. TU	36.Pinto Zapata

Las semillas fueron proporcionadas por el Dr. Francisco J. Ibarra Investigador del CEVAG-INIFAP, Durango, Dgo.

Muestra Experimental

La muestra consistió de 100 semillas de cada una de las variedades, con las cuales se trabajaron posteriormente todas las pruebas de calidad que se consideraron en esta investigación, cada una de las semillas fue una unidad experimental.

3.2.- Análisis físico de la semilla:

3.2.1.- Tamaño de la semilla.

Para medir el tamaño de las semillas se siguió la técnica recomendada por Moreno (1996), quien propone tomar 10 semillas al azar de cada variedad con 10 repeticiones y se utilizó un vernier digital, para sacar una media del largo de las mismas y así identificar a las semillas de mayor y menor tamaño.

Análisis estadístico del tamaño de la semilla

El total de unidades experimentales fue de 3,600. Los resultados se analizaron con el programa estadístico de la Universidad Estatal de Michigan, (MSTATC) (Freed, 1991), se utilizó un diseño experimental completamente al azar y se hizo la comparación de medias con la prueba Múltiple de Duncan

3.2.2.- Peso de la semilla.

Para determinar el peso de 100 semillas se utilizó una balanza granataria; y para determinar el peso de 10 semillas se siguió la técnica recomendada por Moreno (1996) quien propone que se tomen 8 repeticiones de 10 semillas y posteriormente se pesen en una balanza analítica, para obtener mayor precisión en el peso y se calculó la varianza (S^2), la desviación típica (S), y el coeficiente de variación (CV) con las siguientes formulas:

$$S^2 = \frac{n(\sum Zx^2) - (\sum Zx)^2}{n(n-1)}$$

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$CV = S/X * 100$$

X = peso en gramos en cada repetición

n = número de repeticiones

Σ = Suma de pesos

CV = Media del peso de 10 semillas

Análisis estadístico del peso de la semilla

De cada una de las 36 variedades se tomaron 10 semillas con 8 repeticiones. En total se utilizaron 2,880 unidades experimentales. Los resultados se analizaron con el programa estadístico de la Universidad Estatal de Michigan, (MSTATC) (Freed, 1991). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar y se hizo la comparación de medias con la prueba Múltiple de Duncan

3.2.3.- Color predominante de la semilla

El color predominante de la semilla se determina con base en la observación visual de cada variedad, de acuerdo con las siguientes categorías (Figura 5)

Cuadro 7. Color predominante de la semilla (Vargas et al., 2006)			
1. Negro	5. amarillo a amarillo verdoso	9. blanco coloreado de morado	13. rosa
2. café palido a oscuro	6. crema pálido a ante	10. verde clorofila	14. morado
3. marrón	7. blanco puro	11. verde a oliva	15. otros
4. gris cafesoso a verdoso	8. blancuzco	12. rojo	

Figura 5. Color predominante de la semilla



Los números corresponden a cada variedad ver cuadro 6

3.2.3.1.- Color secundario de la semilla.

Para determinar el color secundario de la semilla se realizó la observación visual de cada variedad. En este caso se utilizaron las opciones del color predominante y dos o más colores adicionales de los señalados anteriormente (Vargas *et al.*, 2006) (Figura 6).

Figura 6. Color secundario de la semilla



Para evaluar el color de cada una de las 36 variedades, se realizaron tres repeticiones de cada variedad.

3.2.4.- Brillantez

La brillantez se obtuvo mediante la caracterización visual de cada variedad, de acuerdo con las siguientes categorías: 3= mate, 5= medio y 7= brillante (Vargas *et al.*, 2006).

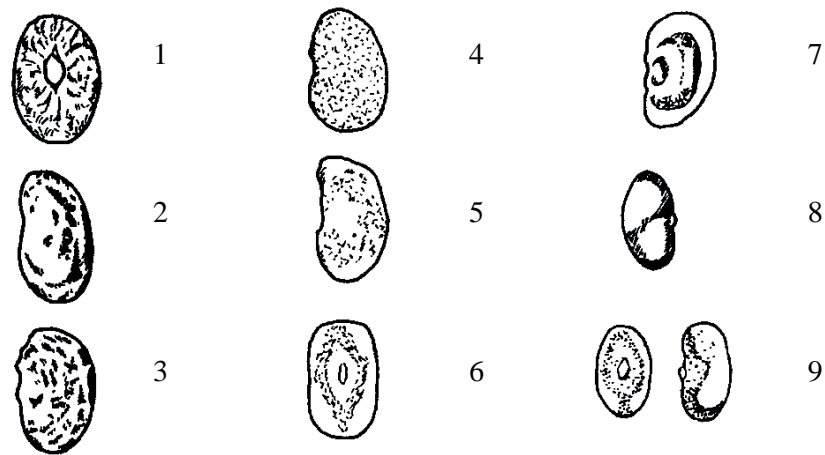
Para evaluar la brillantez de cada una de las 36 variedades, se realizaron tres repeticiones de cada variedad.

3.2.5.- Patrón de moteado;

El patrón de moteado se determinó con tres repeticiones de cada variedad con base en la observación, utilizando las siguientes categorías:

Cuadro 8. Patrón de moteado (Vargas <i>et al.</i> , 2006)			
1. moteado uniforme	4. puntitos salpicados	7. tiras anchas	10. patrón alrededor del hilio
2. rayas	5. moteado circular	8. bicolor	11. otros
3. manchas romboides	6. patrón de color marginal	9. manchas bicolors	

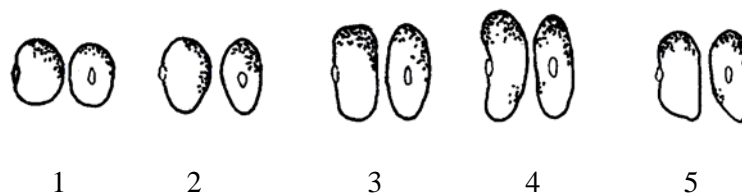
Figura 7. Patrón de moteado de la semilla del frijol común *Phaseolus vulgaris* (IBPGR, 1982; citado por Vargas *et al.*, 2006).



3.2.6.- Forma de la semilla.

Se determinó con la observación de cada variedad, tomando como base las siguientes categorías: 1= redonda, 2= oval, 3= cuboide, 4= arriñonada y 5= truncada de copa cónica muy aguda (Figura 8), (IBPGR, 1982; Citado por Vargas *et al.*, 2006).

Figura 8. Forma de la semilla del frijol común *Phaseolus vulgaris* (IBPGR, 1982; Citado por Vargas *et al.*, 2006).



3.3.- Análisis fisiológico de las semillas

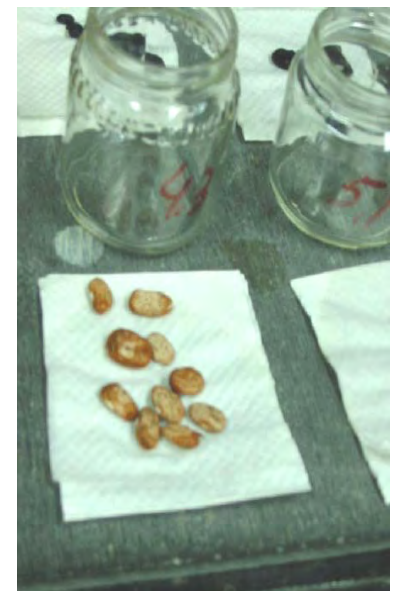
Para evitar la contaminación se trabajó bajo condiciones de asepsia y los materiales (papel de germinación, ligas, cinta adhesiva y agua) se esterilizaron previamente en autoclave 12°C y 1.5 lb de presión durante 20 min, las semillas se desinfectaron superficialmente con hipoclorito de sodio al 1% en agitación continua por 2min.

El papel para germinación se raya con líneas paralelas cada 2cm para realizar las mediciones de raíz y plúmula, a la mitad del papel se coloca cinta adhesiva sobre la cual se pega la semilla para evitar que cambie su posición (Figura 10).

3.3.1.-Prueba de germinación:

La prueba de germinación se inició con un proceso de desinfección de las semillas, éstas se alojan en frascos de vidrio previamente rotulados, se añade hipoclorito de sodio al 1% y se someten a agitación continua por 2 min y se les quita el sobrante; enseguida se secan y posteriormente se colocan papel para germinación, preparado y humedecido (Moreno, 1996) (Figura 9, a, b y c)

Figura 9.- (A, B, C). Proceso de desinfección de semillas



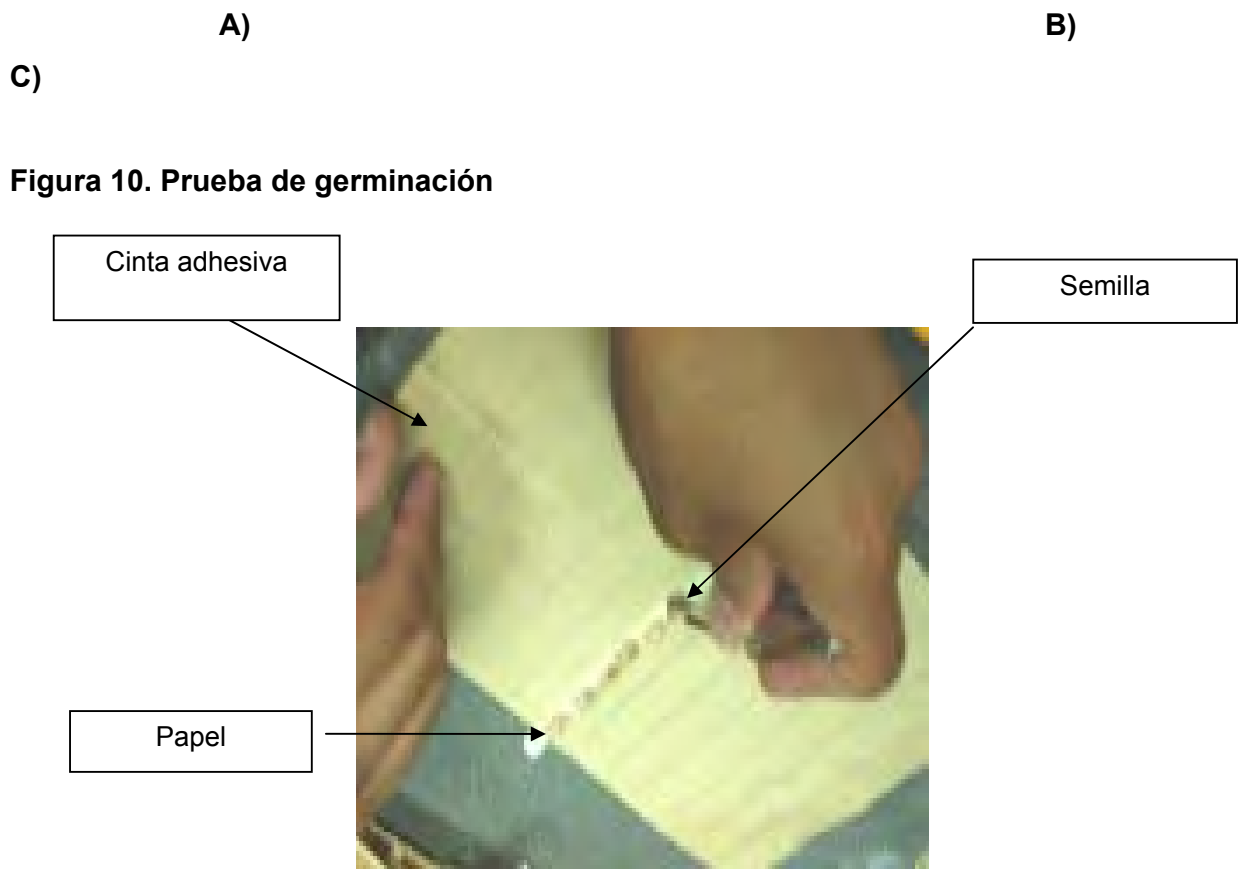


Figura 10. Prueba de germinación

Después de preparar la prueba de germinación se les proporcionó humedad y se colocaron en bolsas y recipientes de plástico para brindarle a la semilla las condiciones favorables para su desarrollo; además de la temperatura y la humedad propicia para la germinación (Figura 11).

Figura 11. Aportación de humedad



Se cuidó que el sustrato estuviera suficientemente húmedo para cubrir las necesidades de agua de la semilla, que la temperatura se mantuviera 25°C, que la incidencia de la luz fuera uniforme y el periodo luminoso fuera de 8 a 24 hrs.

La primera toma de datos de semillas viables, duras, muertas y germinadas se hizo al 5^o y 9^o día (Moreno, 1996) (Figura 12).

Figura 12. Semillas germinadas



3.3.2.- Prueba de vigor; la prueba de vigor se realizó en conjunto con la prueba de germinación en la toma de datos al 9^o día, por un ajuste a lo que propone Moreno (1996) quien indica que para frijol (*Phaseolus vulgaris*), se realiza un solo conteo a los 8 días. Las plántulas se clasifican como normales o anormales y las normales a su vez se clasifican como débiles o vigorosas, de acuerdo con las siguientes características que definen a las plántulas débiles:

Raíz primaria ausente

Hipocotilo con rotura, lesiones o necrosis

Cotiledones no completos

Epicotilo mal desarrollado o con una hoja primaria ausente

Plántula total fusiforme mal desarrollada o de tamaño reducido

El análisis estadístico para la prueba de germinación y vigor se hizo con una muestra de 1,080 unidades experimentales por tratamiento; de cada una de las 36 variedades se tuvieron 3 repeticiones, cada repetición de 10 semillas.

Los resultados se analizaron con el programa estadístico de la Universidad Estatal de Michigan, (MSTATC) (Freed, 1991). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar y se hizo la comparación de medias con la prueba Múltiple de Duncan.

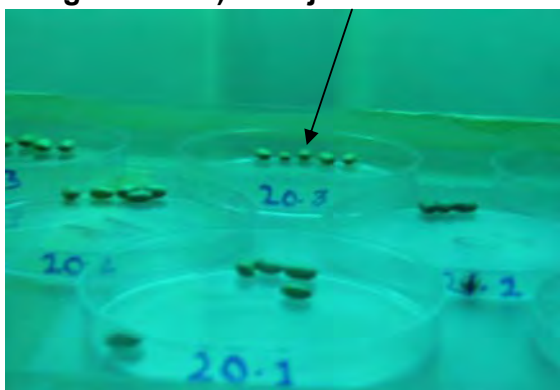
3.4.- Análisis Sanitario de la Semilla

Debido a que con frecuencia las semillas de frijol son atacadas por las bacterias inductoras de tizón común y de halo, se decidió hacer esta evaluación para definir si también había presencia de *Pseudomonas syringae pv. phaseolicola*, bacteria inductora del tizón del halo, se hizo la prueba de:

3.4.1.- Fluorescencia

Antes de someter las semillas a cualquier tratamiento fueron observadas en una cámara de luz ultravioleta para determinar la presencia de la bacteria *Pseudomonas syringae pv. phaseolicola*. Si las semillas presentaron fluorescencia el resultado fue positivo y si no cambian de coloración fue negativa, como se presenta en la figura 13.

Figura 13. A) Reflejo de fluorescencia, B) Cámara de luz Ultra Violeta



A)



B)

El análisis estadístico de Fluorescencia en la semilla se hizo con tres repeticiones, de 5 semillas de cada una de las 36 variedades, y la muestra fue de 540 unidades experimentales.

Los resultados se analizaron con el programa estadístico de la Universidad Estatal de Michigan, (MSTATC) (Freed, 1991). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar y se hizo la comparación de medias con la prueba Múltiple de Duncan.

3.4.2.- Tratamiento

Las dos formas utilizadas para tratamiento de desinfección en las semillas fueron:

- a) agua destilada estéril
- b) hipoclorito de sodio (NaOCl) al 1%

Las semillas se introducen en recipientes de vidrio, los cuales se encuentran previamente rotulados, para someterlas a cualquier tratamiento ya sea el a ó el b se agitan durante 2 min y elimina el sobrante secando las semillas con papel absorbente (Figura 14).

Figura 14. Tratamiento de desinfección de semillas



3.4.3.- Aislamiento de los patógenos:

3.4.3.1.- Siembra por estriado

Se realizó la siembra por estriado, para lo cual se utilizó el agua del lavado de las semillas, se tomó una alícuota y se colocó en medio agar nutritivo (figura 17). La observación del desarrollo de las bacterias se realizó a los 3 días después de la siembra.

Figura 15. A, B, C) Siembra por estriado



A)

B)

C)

Para identificar a *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y observar su desarrollo se usó como medio específico extracto de levadura y carbonato de calcio (YDC).

Se aislaron las muestras para su incubación durante 2 días a una temperatura de 25° C para evaluar el desarrollo.

Con una revisión y toma de datos continua para evitar contaminaciones y observar el desarrollo de la bacteria.

El análisis estadístico relativo a identificación de la bacteria se hizo con 3 repeticiones de estriado de cada una de las 36 variedades, se utilizaron 25 cajas de Petri previamente rotuladas y divididas en 4 áreas.

Los resultados se analizaron con el programa estadístico de la Universidad Estatal de Michigan, (MSTATC) (Freed, 1991). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar y se hizo la comparación de medias con la prueba Múltiple de Duncan

3.4.3.2 A partir de semillas

Después de ser tratadas las semillas con agua estéril y con NaOCl al 1%, se colocaron en la superficie del medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA), en cajas Petri.

Las cajas de Petri se sellaron para impedir algún tipo de contaminación por el ambiente. Se incubaron a 25° C por 2 días, 3 días a 5°C y a 25° C para mantener la temperatura y humedad adecuada para el desarrollo de los patógenos (Figura 15) (Moreno, 1996).

Figura 16. A) Sellado de la Caja de Petri, B) Incubación de las unidades experimentales.



A)



B)

Se aislaron las muestras para su incubación durante 7 días a una temperatura de 25° C para evaluar el desarrollo de los patógenos.

De acuerdo a Moreno (1996) se revisaron y tomaron datos a los siete días para examinar cada semilla a simple vista con el fin de detectar la presencia de hongos y bacterias, para transferirla a un medio específico y observar su desarrollo (Figura 16).

Figura 16. Desarrollo de la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y otros patógenos.



En el análisis estadístico del aislamiento de patógenos se utilizaron 3 repeticiones con 5 semillas de cada una de 36 variedades por dos tratamientos, con una muestra de 1,080 unidades experimentales.

Los resultados se analizaron con el programa estadístico de la Universidad Estatal de Michigan, (MSTATC) (Freed, 1991), Se utilizó un diseño experimental completamente al azar y se hizo la comparación de medias con la prueba Múltiple de Duncan

IV.-RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.-Resultados y discusión de análisis físico

La buena calidad de la semilla se asocia con su calidad física relativa al color y al brillo (Moreno, 1996), que no solo se reflejan en el exterior de la semilla sino que también indican como está el interior de la semilla.

En cuanto al atributo genético el color y el brillo reflejan la pureza varietal, es decir, la no existencia de cruza de diferente variedad, ya que la combinación de diversas cruza da la gama y diversidad de colores.

El color y brillo son reflejo del atributo químico, asociado con el contenido de proteínas, carbohidratos y lípidos que contiene la variedad; las variedades más brillantes son las que contienen mayor cantidad de lípidos (Cuadro 9), las de colores más oscuros (negras, cafés, marrón y rojas), tienen el nivel más bajo de proteínas y carbohidratos y más alto en grasas, mientras que las variedades claras (blancas, beige, rosa y crema) contienen el mas alto nivel de proteínas y carbohidratos y el mas bajo en lípidos y carbohidratos (Orozco,1971).

En relación a la sanidad, si las semillas se encuentran infectadas y contaminadas por algún patógeno o insecto el daño se refleja en la apariencia de la semilla (Agrios, 1996), las semillas que se encuentran contaminadas por cualquier patógeno reflejan su daño en el exterior de la semilla cambiando su coloración y brillo, en específico con el tizón común se torna a una coloración amarillenta a simple vista y por el tizón del halo fluorescen al observarlas con luz ultravioleta.

Los colores brillantes y rojizos de las semillas son más atractivos a los ojos compuestos de los insectos (Carrero, 1995), ya que tienen mayor percepción por los colores amarillo, rojos y azules así como por la luz fluorescente, esto provoca que las semillas con estas características sean mas susceptibles al ataque de plagas, y una vez

atacada la semilla es mas fácil de contaminarse e infectarse por la bacteria del tizón común, esto indica que las semillas mas brillantes y de las coloraciones antes mencionadas tienen mayor posibilidad de contener a la bacteria.

En el cuadro 9 se muestran los diferentes colores y grados de brillantez que presenta el germoplasma de frijol utilizado y con fundamento a lo anterior elegir las mas recomendables para los productores.

Cuadro 9. Color predominante, secundario y brillantez de las semillas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005

VARIEDADES TOLERANTES			
Variedad	■Color Predominante	▲Color Secundario	●Brillantez
Bayo 94220	Café	Crema	Mate
Bayo 98060	Café	Crema	Medio
Pinto 98001	Rosa	Pinto	Brillante
Afn	Gris	Gisaceo	Brillante
Montcalm	Rojo	Rojo	Brillante
A-285	Rosa	Beige Grisaceo	Mate
A-339	Rosa	Blanca	Mate
Pinto PS99	Rosa	Pinto	Brillante
A-250	Café	Café	Mate
Flor Mayo M38	Morado	Rosa	Medio
EMP-507	Café	Beige	Mate
A-321	Café	Beige	Mate
FEB-190	Café	Beige	Mate
MAM-49	Blanco	Bayo	Brillante
Negro Sahuatoba	Negro	Negro opaco	Mate
Flor Mayo Anita	Blanco c/morado	Rosa crema	Brillante
Azufrado	Amarillo	Amarillo verdoso	Brillante
Namiquipa			
Alteño 2000	Amarillo	Amarillo verdoso	Brillante
VARIEDADES SUSCEPTIBLES			
Carioca	Cafe	Cafe	Mate
Black Jack	Negro	Negro	Mate
Negro Durango	Negro	Negro	Brillante
97RS 101	Marrón	Pinto	Medio
Pinto Mestizo	Rosa	Pinto	Medio
A-774	Cafe	Blanco	Mate
SEA-5	crema	Blanco	Medio
G21212	Negro	Negro opaco	Medio
TU	Negro	Negro brillante	Brillante
97RS110	Marrón	Pinto	Mate
Pinto Saltillo	Blanco	Pinto	Brillante
Flor Mayo Sol	Morado	Rosa crema	Brillante
Flor Mayo Bajío	Marrón	Rosa crema	Mate
Bayo Andrade	Marrón	Amarillo verde	Medio
Negro 8025	Negro	Negro opaco	Mate
Pinto Bayacora	Cafe	Pinto	Brillante
Negro Vizcaya	Negro	Negro opaco	Brillante
Pinto Zapata	Rosa	Pinto	Medio

■, ▲, ●: obtenidos de acuerdo a Vargas et al., 2006.

La forma y patrón de moteado están determinados por la pureza varietal y calidad genética, que tenga cada variedad (Moreno, 1996).

La forma y el tamaño de las células influyen en la textura. Las células pequeñas, con espacios intercelulares escasos o pequeños, producen una textura compacta. La textura de las semillas depende de la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células, la presencia de tejidos de sostén y de la composición de la planta (Fantástico, 1991).

La textura depende de la porosidad de las semillas la cual se presenta en el tegumento (superficie protectora de la semilla), una serie de aberturas naturales llamadas poros, que según la cantidad de los mismos determina la porosidad. Estas aberturas serían la principal puerta de absorción de agua y de entrada de patógenos en la semilla (Casini y Andrews, 1992).

De acuerdo a lo que dice Casini y Andrews (1992), la porosidad de las semillas va a predeterminar un mecanismo de protección contra la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* impidiendo la entrada de ésta, cuando la semilla tenga poros muy pequeños o casi ausentes al contrario de las semillas con mayores espacios porosos que tienen mayor posibilidad de infección.

La forma de las semillas se determina no solo por su textura y genética, depende también del atributo sanitario, la deformación de la semilla puede ser causada por el ataque de patógenos como: *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* y *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Agrios, 1996), las semillas infectadas se arrugan provocando la deformación directa de la semilla a la descrita para cada variedad (Rosales *et al.*, 2004). En el cuadro 10 se observó que ninguna presentó daños en la forma.

Conforme a lo anterior se puede identificar que los colores claros y oscuros, la brillantez, patrón de moteado casi ausente y liso; la forma cuboide y oval nos va a predeterminar qué variedades son las mas adecuadas para el productor en conjunto con los siguientes análisis.

Con base a lo anterior las variedades que cubren estos aspectos y son las mas recomendables son: la AFN, Flor Mayo Anita, SEA-5, Flor Mayo Sol, Negro Durango, Negro Vizcaya.

No solo es importante elegir la semilla de mejor apariencia física, si no también el manejo agronómico en el que se realiza la producción de la semilla de frijol que define los atributos de la calidad física de la semilla por las condiciones climáticas, edafológicas, nutritivas y sanitarias a las que se someta.

Cuadro 10. Patrón de moteado y forma de las semillas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005 .

VARIEDADES TOLERANTES		
Variedad	▲ Patron de Moteado	▼ Forma de semilla

Bayo 94220	ausente	cuboide
Bayo 98060	ausente	trunca de copa cónica muy aguda
Pinto 98001	rayas	oval
Afn	tiras anchas	cuboide
Montcalm	ausente	arriñonada
A-285	rayas	oval
A-339	ausente	redonda
Pinto PS99	manchas romboides	redonda
A-250	rayas	oval
Flor Mayo M38	manchas bicolores	cuboide
EMP-507	rayas	redonda
A-321	moteado uniforme	cuboide
FEB-190	moteado uniforme	oval
MAM-49	manchas romboides	cuboide
Negro Sahuatoba	ausente	trunca de copa cónica muy aguda
Flor Mayo Anita	manchas bicolores	trunca de copa cónica muy aguda
Azufrado	moteado uniforme	oval
Namiquipa		
Alteño 2000	moteado uniforme	oval
VARIEDADES SUSCEPTIBLES		
Carioca	tiras anchas	redonda
Black Jack	ausente	redonda
Negro Durango	ausente	trunca de copa cónica muy aguda
97RS 101	moteado circular	oval
Pinto Mestizo	puntos salpicados	cuboide
A-774	moteado uniforme	cuboide
SEA-5	tiras anchas	redonda
G21212	ausente	redonda
TU	ausente	redonda
97RS110	rayas	oval
Pinto Saltillo	manchas romboides	cuboide
Flor Mayo Sol	puntos salpicados	cuboide
Flor Mayo Bajío	moteado uniforme	trunca de copa cónica muy aguda
Bayo Andrade	ausente	cuboide
Negro 8025	ausente	oval
Pinto Bayacora	manchas romboides	oval
Negro Vizcaya	ausente	oval
Pinto Zapata	rayas	cuboide

▲, ▼: obtenidos de acuerdo a Vargas et al., 2006.

Tamaño de las semillas

El análisis estadístico completamente al azar (Anexo ANOVA 1) indicó que hay diferencia altamente significativa entre las 36 variedades, y según la Prueba múltiple de

Duncan la variedad de mayor tamaño fue la Montcalm (Tolerante) y la de menor tamaño fue Black Jack (Suceptible), Entre las variedades mas grandes estuvieron también: Afn, Negro Durango, Pinto Bayacora y 97RS110 y entre las mas pequeñas: Alteño 2000, SEA-5, TU y Negro 8025 (Ver cuadro 11).

Cuadro 11. Comparación de medias del tamaño de las semillas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.

GERMOPLASMA			
VARIEDADES TOLERANTES	Tamaño(mm)	VARIEDADES SUSCEPTIBLES	Tamaño(mm)
Bayo 94220	10.647 fghi*	Carioca	9.183 no
Bayo 98060	11.571 bcd	Black Jack	7.849 p
Pinto 98001	10.276 ijkl	Negro Durango	12.259 b
AFN	11.863 bc	97RS 101	11.435 bcdef
Montcalm	15.218 a	Pinto Mestizo	11.312 cdefg
A-285	9.32 mno	A-774	10.121 ijklm
A-339	9.563 lmno	SEA-5	8.883 no
Pinto PS99	11.59 bcd	G21212	10.375 hijk
A-250	9.547 klmno	TU	8.856 o
Flor Mayo M38	10.924 defghi	97RS110	11.827 bc
EMP-507	10.155 ijklm	Pinto Saltillo	11.646 bcd
A-321	10.517 ghij	Flor Mayo sol	10.054 no
FEB-190	9.702 jklmn	Flor Mayo Bajio	9.442 lmno
MAM-49	11.551 bcde	Bayo Andrade	10.678 fjhi
Negro Sahuatoba	9.496 lmno	Negro 8025	8.745 o
Flor Mayo Anita	10.715 efghi	Pinto Bayacora	11.708 bcd
Azufrado Namiquipa	10.633 fghi	Negro Vizcaya	10.884 defghi
Alteño 2000	8.89 no	Pinto Zapata	11.132 cdefgh

* *Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales y letras distintas indican diferencias significativas, prueba múltiple de Duncan (p =0.05)*

Peso de las semillas

En el peso de 100 semillas (g), se mostró que la variedad Montcalm fue la de mayor peso de 100 semillas y la de menor peso fue Black Jack.

Otras variedades de menor peso fueron: A-285, A-250, A-339, TU y Negro 8025 y las de mayor peso fueron: Bayo 24220, MAM-49 y Pinto Bayacora.

Cuadro 12. Medias de peso de 100 semillas (g) del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005

GERMOPLASMA			
VARIETADES TOLERANTES	PESO DE 100 semillas (g)	VARIETADES SUSCEPTIBLES	PESO DE 100 semillas (g)
Bayo 94220	31.8	Carioca	18.3
Bayo 98060	29.1	Black Jack	15.5
Pinto 98001	26.1	Negro Durango	29.6
Afn	22.5	97RS 101	29.7
Azufrado Namiquipa	26.4	Pinto Mestizo	29.2
Alteño 2000	20.1	A-774	22.2
Montcalm	39.3	SEA-5	17.5
A-285	16.4	G21212	19.6
A-339	16.6	TU	16.2
Pinto PS99	23.8	97RS110	29.1
A-250	16.6	Pinto Saltillo	29
Flor Mayo M38	25.1	Flor Mayo Sol	24.1
EMP-507	19.4	Flor Mayo Bajío	22.3
A-321	24.7	Bayo Andrade	24.7
FEB-190	18.3	Negro 8025	16.6
MAM-49	30.7	Pinto Bayacora	34.6
Negro Sahuatoba	19.8	Negro Vizcaya	25.6
Flor Mayo Anita	23.3	Pinto Zapata	29.1

Lo anterior sin realizar análisis estadístico de esta prueba, solo para determinar la cantidad de semilla con la que se contaba y realizar una comparación del peso de 100 semillas y de 10 semillas.

El análisis estadístico completamente al azar del tamaño donde el ANOVA (Anexo 1) demostró que si hubo diferencia significativa. En la comparación de medias (Cuadro 13), se afirmó que la variedad de mayor peso fue Montcalm, entre otras de mayor tamaño se encontraron: Bayo 94220, Negro Durango, 97RS101, 97RS110 y Pinto

Bayacora y la de menor peso fue Black Jack; además de: A-285, A-339, A-250, SEA-5, TU y Negro 8025.

Cuadro 13. Comparación de medias del peso de 10 semillas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.

GERMOPLASMA				
VARIEDADES TOLERANTES		PESO(g)	VARIEDADES SUSCEPTIBLES	
			PESO(g)	
Bayo 94220	3.2424	cd*	Carioca	1.9156 mno
Bayo 98060	2.8944	defg	Black Jack	1.565 o
Pinto 98001	2.626	efghij	Negro Durango	3.8744 ab
AFN	2.287	ijklm	97RS 101	3.1358 cd
Montcalm	4.0813	a	Pinto Mestizo	2.878 defg
A-285	1.6665	o	A-774	2.169 klmn
A-339	1.7279	no	SEA-5	1.7767 no
Pinto PS99	2.4131	hijkl	G21212	2.0018 lmno
A-250	1.689	o	TU	1.6737 o
Flor Mayo M38	2.5387	fghijk	97RS110	3.0199 de
EMP-507	1.9593	mno	Pinto Saltillo	2.9198 def
A-321	2.4691	ghijk	Flor Mayo sol	2.4144 hijkl
FEB-190	1.9064	mno	Flor Mayo Bajío	2.254 jklm
MAM-49	2.9829	de	Bayo Andrade	2.5023 fghijk
Negro Sahuatoba	1.9625	mno	Negro 8025	1.6311 o
Flor Mayo Anita	2.3133	ijklm	Pinto Bayacora	3.5013 bc
Azufrado Namiquipa	2.684	efghi	Negro Vizcaya	2.5902 efghijk
Alteño 2000	1.9823	lmno	Pinto Zapata	2.8561 defgh

* *Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales y letras distintas indican diferencias significativas, prueba Múltiple de Duncan ($p = 0.05$).*

4.2.- Resultados y discusión de análisis fisiológico

Semillas germinadas

El análisis estadístico completamente al azar (Anexo 2) y la prueba de comparación de medias Múltiple de Duncan (Cuadro 14), mostraron diferencias significativas.

Las variedades que presentaron el mayor porcentaje de germinación fueron: Negro Vizcaya, A-285, A-321, Feb-190, Azufrado Namiquipa, Flor Mayo Sol, Negro 8025, con el 0% de semillas duras; las de menor porcentaje de germinación fueron EMP-507 y 97RS101 (Ver Cuadro 12).

La capacidad de germinación de cada semilla se debe principalmente a las condiciones ambientales, al genotipo, a la interacción genotipo-ambiente, condiciones nutrimentales y de textura de la semilla, ya que la capacidad nutrimental y tamaño de las células de la semilla se refleja en la capacidad de absorber el agua (Moreno, 1996).

Cuadro 14.- Comparación de medias de semillas germinadas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.

GERMOPLASMA					
VARIEDADES TOLERANTES	Germinadas		VARIEDADES SUSCEPTIBLES	Germinadas	
	5° día	9° día		5° día	9° día
Bayo 94220	93.3 abc*	93.3 abc	Carioca	96.7 ab	96.7 ab
Bayo 98060	93.3 abc	93.3 abc	Black Jack	93.3 abc	93.3 abc

Pinto 98001	96.7 ab	96.7 abc	Negro Durango	93.3 abc	96.7 ab
AFN	90.0 abcd	93.3 abc	97RS 101	76.7 d	76.7 e
Montcalm	86.6 abcd	86.7 bcd	Pinto Mestizo	90.0 abcd	90.0 abcd
A-285	100.0 a	100.0 a	A-774	96.7 ab	96.7 ab
A-339	96.6 ab	96.7 abc	SEA-5	86.7 abcd	86.7 bcd
Pinto PS99	93.3 abc	93.3 abc	G21212	96.7 ab	96.7 ab
A-250	96.7 ab	96.7 abc	TU	96.7 ab	96.7 ab
Flor Mayo M38	96.7 ab	96.7 ab	97RS110	83.3 bcd	83.3 cde
EMP-507	76.7 d	76.7 e	Pinto Saltillo	86.7 abcd	86.7 bcde
A-321	100.0 a	100.0 a	Flor Mayo sol	100.0 a	100.0 a
FEB-190	100.0 a	100.0 a	Flor Mayo Bajío	96.7 ab	96.7 ab
MAM-49	96.7 ab	96.7 ab	Bayo Andrade	86.7 abcd	90.0 abcd
Negro Sahuatoba	93.3 abc	93.3 abc	Negro 8025	100.0 a	100.0 a
Flor Mayo Anita	96.7 ab	96.7 ab	Pinto Bayacora	80.0 cd	80.0 de
Azufrado Namiquipa	100.0 a	100.0 a	Negro Vizcaya	100.0 a	100 a
Alteño 2000	96.7 ab	96.7 ab	Pinto Zapata	93.3 abc	100 a

* *Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales y letras distintas indican diferencias significativas, prueba Múltiple de Duncan ($p = 0.05$).*

Semillas viables, duras y muertas.

Los resultados del análisis estadístico completamente al azar (Anexo 2) mostraron que hay significancia, entre las semillas duras, viables y muertas al 9° día tienen significancia mientras que las semillas muertas al 5° día no tuvieron significancia.

La Prueba Múltiple de Duncan para comparación de medias permitió la formación de varios grupos (Cuadro 15).

Las variedades que tuvieron mayor porcentaje de semillas viables fueron: Negro Vizcaya, A-285, A-321, Feb-190, Az. Namiquipa, Flor Mayo sol, Negro 8025 (Ver cuadro 15). Las semillas viables son todas aquellas semillas con presencia de vida que tienen la capacidad de producir plántulas normales (Moreno, 1996).

Las variedades que tuvieron mayor porcentaje de semillas duras fueron: 97RS101, EMP-507 con el 23.3% y la Pinto Bayacora con el 20%. Las semillas duras se denominan así por que su cubierta les impide la absorción del agua lo que dificulta su desarrollo, al contrario de las latentes que son semillas con presencia de vida y

mantienen la permeabilidad, pero los nutrientes con los que cuenta le impiden su desarrollo (Moreno, 1996).

Las variedades que tuvieron mayor porcentaje de semillas muertas fueron: Flor Mayo Sol, A-321 y Flor Mayo M38. Las semillas muertas pueden morir por diversos factores: por la presencia de microorganismos que se presenten dentro y fuera de la semilla desde la cosecha y almacenamiento (Moreno, 1996). Por las deficiencias nutrimentales y las condiciones físicas de textura, peso y tamaño de la semilla; siendo estos atributos importantes para el desarrollo de la semilla.

Cuadro 15.- Comparación de medias de semillas duras, viables y muertas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.

VARIETADES TOLERANTES	Semillas Duras		Semillas Viables		Semillas Muertas	
	5° día	9° día	5° día	9° día	5° día	9° día
Bayo 94220	6.7 bcd*	6.7 cde	93.3 abc	93.3 abc	0.0 a	20.0 ab
Bayo 98060	6.7 bcd	6.7 cde	93.3 abc	93.3 abc	0.0 a	3.3 cd

Pinto 98001	3.3 cd	3.3 de	96.7 abc	96.7 ab	0.0 a	3.3 cd
AFN	10.0 abcd	6.7 cde	90.0 abcd	93.3 abc	0.0 a	6.7 bcd
Montcalm	13.3 abcd	13.3 abcd	86.7 abcd	86.7 bcde	0 a	0 d
A-285	0.0 d	0 e	100.0 a	100 a	0 a	0 d
A-339	3.3 cd	3.3 de	96.7 ab	96.7 ab	0 a	6.7 bcd
Pinto PS99	6.7 bcd	6.67 cde	93.3 abc	93.3 abc	0 a	10 bcd
A-250	3.3 cd	3.3 de	96.7 ab	96.7 ab	0 a	3.3 cd
Flor Mayo M38	3.3 cd	3.3 de	96.7 ab	96.7 ab	0 a	33 a
EMP-507	23.3 a	23.3 a	76.7 d	76.7 e	0 a	3.3 cd
A-321	0.0 d	0 e	100.0 a	100 a	0 a	17 bc
FEB-190	0.0 d	0 e	100.0 a	100 a	0 a	10 bcd
MAM-49	3.3 cd	3.33 de	96.7 ab	96.7 ab	0 a	6.7 bcd
Negro Sahuatoba	3.3 cd	3.33 de	93.3 abc	93.3 abc	3.3 a	6.7 bcd
Flor Mayo Anita	3.3 cd	3.33 de	96.7 ab	96.7 ab	0 a	6.7 bcd
Azufrado Namiquipa	0.0 d	0 e	100.0 a	100 a	0 a	3.3 cd
Alteño 2000	3.3 cd	3.33 de	96.7 ab	96.7 ab	0 a	10 bcd

SUSCEPTIBLES

Carioca	3.3 cd	3.3 de	96.7 ab	96.7 ab	0 a	0 d
Black Jack	6.7 bcd	6.67 cde	93.3 abc	93.3 abc	0 a	6.7 bcd
Negro Durango	3.3 cd	3.3 de	93.3 abc	93.3 abc	3.3 a	0 d
97RS 101	23.3 a	16.7 abc	76.7 d	76.7 e	0 a	10 bcd
Pinto Mestizo	10.0 abcd	10 bcde	90.0 abcd	90 abcd	0 a	10 bcd
A-774	0.0 d	0 e	96.7 ab	96.7 ab	3.3 a	3.3 cd
SEA-5	13.3 abcd	13.3 abcd	86.7 abcd	86.7 bcde	0 a	3.3 cd
G21212	0.0 d	0 e	96.7 ab	96.7 ab	3.3 a	10 bcd
TU	3.3 cd	3.3 de	96.7 ab	96.7 ab	0 a	13 bcd
97RS110	16.7 abcd	16.7 abc	83.3 bcd	83.3 cde	0 a	3.3 cd
Pinto Saltillo	10.0 abcd	10 bcde	86.7 abcd	86.7 bcde	3.3 a	10 bcd
Flor Mayo sol	0.0 d	0 e	100.0 a	100 a	0 a	17 bc
Flor Mayo Bajío	3.3 cd	3.3 de	96.7 ab	96.7 ab	0 a	3.3 cd
Bayo Andrade	10.0 abcd	3.3 de	86.7 abcd	90 abcd	3.3 a	6.7 bcd
Negro 8025	0.0 d	0 e	100.0 a	100 a	0 a	0 d
Pinto Bayacora	20.0 ab	20 ab	80.0 cd	80 de	0 a	0 d
Negro Vizcaya	0.0 d	0 e	100.0 a	100 a	0 a	0 d
Pinto Zapata	6.7 bcd	0 e	93.3 abc	100 a	0 a	6.7 bcd

* *Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales y letras distintas indican diferencias significativas, prueba Múltiple de Duncan ($p=0.05$).*

Plántulas normales y anormales

Los resultados del análisis estadístico completamente al azar (Anexo 2) mostraron que hubo alta significancia en las plántulas normales y que las plántulas anormales no tuvieron significancia y la Prueba Múltiple de Duncan para comparación de medias mostró varios grupos (Cuadro 16).

Las variedades A-285 y N. Vizcaya se mostraron como las de mayor calidad fisiológica ya que tuvieron el 100% de germinadas y el 100% de plántulas normales. Las otras variedades aunque tuvieron un porcentaje alto de germinación, las plantas no presentaron un desarrollo muy vigoroso. Una plántula normal vigorosa según Moreno (1996) es la que tiene: una raíz primaria vigorosa bien desarrollada, generalmente con pelos radiculares, cotiledones completos y plántula de coloración verde oscuro.

Las variedades que presentaron el más bajo porcentaje de plántulas normales fueron: 97RS110 y Flor Mayo M38. La Montcalm es la que presentó mayor porcentaje de plántulas anormales. Se denomina planta anormal según Moreno (1996) a las plántulas deterioradas o rotas, con presencia de microorganismos, las que tienen: raíz primaria ausente, cotiledones incompletos, hipocótilo con roturas, lesiones o necrosis, epicótilo mal desarrollado o una hoja primaria ausente, plántula fusiforme, mal desarrollada o de tamaño reducido.

Cuadro 16.- Comparación de medias de plántulas normales y anormales del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.

VARIETADES TOLERANTES	Plantulas Normales		Plantulas anormales	
	5° día	9° día	5° día	9° día
Bayo 94220	50 ghi*	56.7 cdef	43.3 a	16.7 b
Bayo 98060	76.7 abcdef	86.7 abc	16.7 cdef	3.3 b
Pinto 98001	76.7 abcdef	86.7 abc	20 bcdef	6.67 b
AFN	83.3 abcde	70 abcdef	6.67 ef	23.3 ab

Montcalm	60 efghi	56.7 cdefg	26.7 abcde	30 ab
A-285	96.67 a	100 a	3.3 f	0 b
A-339	86.67 abcd	86.7 abc	10 def	3.3 b
Pinto PS99	70 bcdefg	80 abcd	23.3 abcdef	10.3 b
A-250	73.3 abcdefg	80 abcd	23.3 abcdef	13.3 b
Flor Mayo M38	60 efghi	43.3 f	36.7 abc	20 ab
EMP-507	50 ghi	60 bcdf	26.7 abcde	13.3 b
A-321	86.67 abcd	76.7 abcde	13.3 def	13.3 b
FEB-190	90 abc	73.3 abcdef	10 def	16.7 b
MAM-49	66.67 cdefgh	73.3 abcdef	30 abcd	16.7 b
Negro Sahuatoba	83.3 abcde	83.3 abcd	6.67 ef	3.3 b
Flor Mayo Anita	76.67 abcdef	76.7 abcde	20 bcdef	13.3 b
Azufrado Namiquipa	90 abc	90 ab	10 def	6.67 b
Alteño 2000	56.67 fghi	73.3 abcdef	40 ab	13.3 b

SUSCEPTIBLES

Carioca	90 abc	86.7 abc	6.67 ef	10 b
Black Jack	83.3 abcde	80 abcd	10 def	6.67 b
Negro Durango	63.3 defghi	46.7 ef	30 abcd	50 a
97RS 101	43.3 hi	56.7 cdef	26.7 abcde	10 b
Pinto Mestizo	63.3 defghi	60 bcdef	26.7 abcde	20 ab
A-774	86.7 abcd	90 ab	3.3 f	3.3 b
SEA-5	66.7 cdefgh	70 abcdef	20 abcdef	13.3 b
G21212	93.3 ab	86.7 abc	3.3 def	3.3 b
TU	86.67 abcd	83.3 abcd	10 def	0 b
97RS110	40 i	60 bcdef	43.3 abc	20 ab
Pinto Saltillo	50 ghi	53.3 def	36.7 cdef	26.7 ab
Flor Mayo sol	83.3 abcde	83.3 abcd	16.7 cdef	0 b
Flor Mayo Bajío	86.67 abcd	86.7 abc	10 def	6.67 b
Bayo Andrade	73.3 abcdefg	80 abcd	13.3 def	3.3 b
Negro 8025	82.57 abcdef	82.6 abcd	17.4 cdef	17.4 b
Pinto Bayacora	50 ghi	60 bcdef	30 abcd	20 ab
Negro Vizcaya	90 abc	100 a	10 def	0 b
Pinto Zapata	86.67 abcd	86.7 abc	13.3 def	6.67 b

* *Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales y letras distintas indican diferencias significativas, prueba Múltiple de Duncan (p =0.05).*

Vigor de raíz y Tallo

En el análisis estadístico completamente al azar (Anexo 3) hubo diferencia significativa y al realizar la prueba de comparación de medias (Prueba Múltiple de Duncan), se afirmó que la variedad Negro Vizcaya fue la de mayor crecimiento de raíz y la Negro

8025 la de mayor crecimiento de tallo. La de menor crecimiento de raíz y tallo fue la Pinto Bayacora (Ver cuadro 17).

En general, las variedades que muestran mayor tamaño en tallo y raíz fueron: A-285, A-339, FEB 190, Negro Sahuatoba, Black Jack, TU, Bayo Andrade y Negro 8025. Esto indicó que estas variedades son las que reflejan mayor vigor ya que contienen los atributos necesarios para producir una planta vigorosa en condiciones favorables y desfavorables (Moreno, 1996). Tienen mayor capacidad de emergencia en condiciones desfavorables y pueden realizar los procesos y reacciones bioquímicas durante la germinación, tales como las reacciones enzimáticas y la actividad respiratoria (Moreno, 1996).

Lo anterior por los atributos tiene la semilla, dentro y fuera para procesar sus nutrientes, y por la capacidad y rapidez de absorción de los mismos para ejercer un desarrollo adecuado y producir una plántula normal vigorosa.

Cuadro 17.- Comparación de medias de vigor de raíz y tallo de plántulas normales y anormales del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.

VARIEDADES TOLERANTES		
	Tamaño de raíz (cm)	Tamaño de tallo (cm)
Bayo 94220	6.8 k*	5.17 p
Bayo 98060	7.16 jk	8.53 ijklmnop
Pinto 98001	11.83 bdefgh	8.76 ijklmnop

AFN	12.2	abcdefgh	8.16	ijklmnop
Montcalm	9.03	ghijk	5.26	op
A-285	12.23	abcdefgh	19.83	a
A-339	11.6	bcdefghi	17.57	abcd
Pinto PS99	11.17	cdefghij	11.07	fghijklmn
A-250	11.97	bdefgh	11.93	efghijklm
Flor Mayo M38	12.3	abdefgh	11.2	fghijklmnop
EMP-507	9.66	fghijk	8.73	ijklmnop
A-321	8.66	hijk	7.93	klmnop
FEB-190	11.63	bdefghi	16.9	abcde
MAM-49	12.3	abcdefgh	10.37	fghijklmno
Negro Sahuatoba	13.13	abdefg	12.97	defghijk
Flor Mayo Anita	10.97	cdefghijk	13.07	cdefghij
Azufrado Namiquipa	11.57	cdefghi	8.96	hijklmnop
Alteño 2000	11	cdefghijk	12.76	defghijkl
VARIEDADES SUSCEPTIBLES				
Carioca	9.93	efghijk	12.73	defghijkl
Black Jack	13.73	abcdef	15.23	abcdef
Negro Dgo.	12.7	abcdefgh	11.2	efghijklmn
97RS 101	8.96	ghijk	7.06	mop
Pinto Mestizo	9.5	fghijk	7.9	klmnop
A-774	11.93	bcdefgh	14.3	bcdefg
SEA-5	10.47	cdefghijk	11.6	fghijklmn
G21212	15.87	ab	18.4	ab
TU	14.17	abcde	18.13	abc
97RS110	9.43	jhijk	9	hijklmnop
Pinto Saltillo	7.46	ijk	6.73	nop
Flor Mayo sol	11.23	cdefghij	9.53	ghijklmnop
Flor Mayo Bajío	11.47	cdefghi	7.76	lmnop
Bayo Andrade	11	cdefghijk	11.5	fghijklmn
Negro 8025	14.3	abc	20.07	a
Pinto Bayacora	10.27	defghijk	7.23	mnop
Negro Vizcaya	16.47	a	14.1	bcdefgh
Pinto Zapata	14.63	abc	13.2	cdefghi

* *Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales y letras distintas indican diferencias significativas, prueba Múltiple de Duncan (p =0.05).*

Entre las causas de la variabilidad del vigor en las plantas pueden estar: 1) Genotipo, la pureza varietal de la semilla, 2) Medio ambiente, si la semilla está en condiciones favorables de desarrollo de acuerdo a sus necesidades de adaptabilidad genética, 3) Nutrición de la planta madre, los nutrientes con los que cuenta la semilla para desarrollarse satisfactoriamente, 4) Tamaño y peso, las condiciones de textura de la

semilla para absorber sus nutrientes, 5) Daño físico y presencia de patógenos, si la semilla se encuentra contaminada o infectada impide su desarrollo o produce una planta débil anormal, 6) Deterioro y envejecimiento, que las semillas tengan ya años de almacenamiento y compiten con semillas recién cosechada (Moreno, 1996).

Se pudo observar que la variedad A-285, tiene un tamaño de semilla pequeño, pero es una de las variedades de mayor vigor esto nos dice que cuenta con buenos atributos físicos y sanitarios, al contrario de la variedad Negro Sahuatoba con un tamaño medio de semilla, la TU y la Negro 8025 fueron de buen vigor y las semillas fueron de buen tamaño.

La germinación y la producción de plántulas normales vigorosas están influenciados por diversos factores, entre ellos el tamaño de la semilla pero en esta investigación no se vió reflejado así, la de mejor tamaño fue la Montcalm y fue una de las de menor vigor. Por el contrario la Black Jack fue la de menor peso, pero tuvo un mejor vigor, con esto se puede interpretar que el tamaño no garantiza el vigor de la plántula, esto difiere de lo mencionado por Pizzul, *et al*, (2002), en su estudio relacionado con el vigor de plántulas en relación al tamaño de semilla.

En el caso específico de frijol se observa que el vigor y la germinación dependen de diversos factores, principalmente la forma; textura de la semilla, el contenido de nutrientes, es decir la composición química de la semilla; la capacidad de la semilla para absorber el agua; las coloraciones brillantes, y la textura de la semilla (Fantástico, 1991).

La capacidad de evaporación del agua que tiene la semilla se debe a su porosidad y contenido químico, a mayor cantidad de agua mayor peso (Fantástico, 1991). La absorción de agua en las semillas depende de la permeabilidad de su cubierta protectora, las que presentan un tegumento más adherido a los cotiledones son las que embeben menos agua (Powell *et al.*, 1986) y las semillas con un tegumento más grueso son las que necesitan mayor cantidad de agua (MAPA, 1984).

Lo anterior indica que si una semilla cuenta con buenos atributos físicos, químicos, biológicos, genéticos y sanitarios en su germinación es probable obtener una plántula normal vigorosa en condiciones favorables o desfavorables, ya que esta semilla cuenta con la capacidad de emerger en cualquier tipo de condiciones (Agarwal, 1986).

4.3.- Resultados y discusión del análisis sanitario

Los cuadros 18 y 19 muestran la presencia de hongos y daños causados por patógenos; dependiendo del color y formación de las esporas en las semillas se puede identificar el hongo que se desarrolla, con precisión, cabe señalar que en este trabajo identificar cada uno de los hongos no fue el objetivo. Por mencionar algunos que puedan presentarse de acuerdo a las características de coloraciones y daños se encuentran: entre los hongos de mayor importancia para el cultivo del frijol y transmitido por semilla es la antracnosis causada por *Colletotrichum lindemuthianum*, cuando las semillas están infectadas presentan manchas de color café o negro ligeramente hundidas, como las que señalan los cuadros anteriores, El moho blanco motivado por *Sclerotinia esclerotiorum*, presenta un aspecto algodonoso por el micelio que desarrolla abundantemente y del cual se originan esclerocios (una forma de sobrevivencia del hongo), las semillas aparecen manchadas y chupadas (Agris, 1996; Moreno, 1996). Para realizar una identificación específica es necesario el aislamiento del hongo para evaluar su desarrollo.

Cuadro 18.- Presencia de hongos en las semillas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.

Variedades Tolerantes	Presencia de hongo			Variedades Susceptibles	Presencia de hongo		
	Blanco	Negro	Gris		Blanco	Negro	Gris
Bayo 94220	x	x	x	Carioca		x	
Bayo 98060	x			Black Jack			
Pinto 98001				Negro Dgo.	x		

AFN			97RS 101				x
Montcalm			Pinto Mestizo				
A-285			A-774				
A-339			SEA-5				x
Pinto PS99			G21212				
A-250			TU				
Flor Mayo M38	x		97RS110	x			
EMP-507			Pinto Saltillo	x			
A-321			Flor Mayo Sol				
			Flor Mayo			x	
FEB-190			Bajio				
MAM-49			Bayo Andrade			x	
Negro							
Sahuatoba			Negro 8025				x
Flor Mayo Anita			Pinto Bayacora	x			
Azufrado							
Namiquipa	x		Negro Vizcaya				
Alteño 2000			Pinto Zapata	x			

X: Presencia de hongos

Cuadro 19.- Daños de patógenos y plántulas normales en las semillas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.

Variedades Tolerantes	Oxidado	Necrosis	P S	Variedad Susceptibles	Oxidado	Necrosis	P S
Bayo 94220	x	x		Carioca	x		
Bayo 98060	x			Black Jack		x	
				Negro			
Pinto 98001	x	x		Durango	x		
Afn		x		97RS 101	x	x	

Montcalm	x	x		Pinto Mestizo		x	
A-285				A-774			
A-339	x	x		SEA-5		x	
Pinto PS99	x			G21212			
A-250				TU	x		
Flor Mayo							
M38			x	97RS110		x	
EMP-507			x	Pinto Saltillo			
A-321	x	x		Flor Mayo Sol			
				Flor Mayo			
FEB-190	x	x		Bajío			x
MAM-49		x	x	Bayo Andrade		x	
Negro							
Sahuatoba			x	Negro 8025			
Flor Mayo				Pinto			
Anita	x			Bayacora		x	
Azufrado							
Namiquipa				Negro Vizcaya			
Alteño 2000				Pinto Zapata		x	

Oxidado: se considera a las pudriciones de las semillas.

Necrótico: se caracteriza por desarrollar manchas angulares, café oscuro o negras en la semilla y plántula.

Plántulas sanas: aquellas libres de cualquier patógeno por la ausencia de síntomas.

Cuando las semillas presentan coloraciones amarillas y exudados se refleja la presencia de alguna bacteria o virus.

Prueba de Fluorescencia

Con la prueba de fluorescencia se identifica visualmente a la semillas que estuvieron infectadas o libres del tizón del halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*), que se presentadan en el cuadro 20.

Cuadro 20. Presencia del tizón del halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*) evaluado por fluorescencia en las semillas de frijol.

A) Variedades con fluorescencia

Bayo 94220	EMP-507	A-774
Bayo 98060	A-321	SEA-5
Pinto 98001	FEB-190	97RS110
Negro Vizcaya	MAM-49	Pinto Saltillo
Pinto Zapata	Flor Mayo Anita	Flor Mayo sol
A-285	Az. Namiquipa	Flor Mayo Bajío
A-339	Alteño 2000	Bayo Andrade
Pinto PS99	97RS101	Pinto Bayacora
Flor Mayo M38	Pinto Mestizo	

B) Variedades sin fluorescencia

AFN	Black Jack
Mont Calm	Negro Dgo.
A-250	G21212
Negro Sahuatoba	TU
Carioca	Negro 8025

Lo anterior mostró que mas del 50% de las variedades presentan fluorescencia, es decir la posibilidad de desarrollar a la bacteria (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*) y aunque a simple vista no se vean daños, son semillas infectadas por el tizón del halo.

Las variedades mas recomendables para los productores son aquellas libres de fluorescencia.

Presencia de patógenos (hongos y bacterias)

En el análisis estadístico completamente al azar (Anexo, 4) hubo diferencia significativa entre repetición, variedad y cada uno de los tratamientos, por lo que se realizó la Prueba múltiple de Duncan para comparación de medias (Cuadro 21). Entre los dos tratamientos hubo diferencias notables, el tratamiento con desinfección tiene menor

porcentaje de daño en variedades tolerantes que en susceptibles, es decir que ocasiona un efecto de control previo para el ataque de las bacterias (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*) y otros patógenos que se presentan en las semillas de frijol.

En el cuadro 21 se observó que las variedades esperadas como tolerantes mostraron porcentaje de daño alto sin el tratamiento de desinfección, también se muestran las variedades que tuvieron un efecto positivo con el pretratamiento de NaOCl.

Cuadro 21.- Comparación de medias de presencia de patógenos (hongos y bacterias) del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.

Variedades Tolerantes	Tratamiento		Variedades Susceptibles	Tratamiento	
	con NaOCl	Con H ₂ O		con NaOCl	Con H ₂ O
Bayo 94220	20 efgh*	100 a	carioca	80 ab	100 a
Bayo 98060	100 a	100 a	black jack	60 bcd	100 a
Pinto 98001	80 ab	100 a	negro dgo.	20 efgh	80 ab
Afn	67 abc	80 ab	97rs 101	100 a	40 c

Montcalm	100 a	100 a	pinto mestizo	60 bcd	40 c
A-285	0 h	100 a	a-774	40 cdefg	40 c
A-339	67 abc	100 a	sea-5	100 a	80 ab
Pinto PS99	100 a	80 ab	g21212	70 gh	100 a
A-250	73 abc	100 a	tu	67 abc	80 ab
Flor Mayo M38	80 ab	100 a	97rs110	80 defgh	67 b
EMP-507	80 ab	100 a	pinto saltillo	60 bcd	70 a
A-321	100 a	100 a	flor mayo sol	47 bcdef	100 a
FEB-190	80 ab	100 a	flor mayo bajo	13 fgh	100 a
MAM-49	80 ab	80 ab	bayo andrade	53 bcd	60 bc
Negro Sahuatoba	60 bcd	60 bc	negro 8025	100 a	100 a
Flor Mayo Anita	40 cdefg	100 a	pinto bayacora	13 fgh	60 bc
Azufrado Namiquipa	40 cdefg	100 a	negro vizcaya	67 abc	100 a
Alteño 2000	40 cdefg	100 a	pinto zapata	80 ab	100 a

* *Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales y letras distintas indican diferencias significativas, prueba Múltiple de Duncan (p =0.05).*

En los siguientes cuadros 22 y 23 se presenta la incidencia de los diferentes colores de hongos que se presentaron en la prueba fisiológica, así como los daños de las semillas, después de llevarse a cabo la prueba de germinación para poder identificar las variedades que presentaron mayor sanidad es decir libre del desarrollo de patógenos.

Cuadro 22.- Presencia de patógenos en las semillas tratadas con desinfección de NaOCl (hipoclorito de Sodio).

VARIEDADES TOLERANTES					
Variedad	H.Blanco	H.Verde	H.Gris	B.Blanca	B.Amarilla
Bayo 94220	*				
Bayo 98060	*			*	
Pinto 98001	*				
Afn	*			*	
Montcalm		*	*		
A-285					

A-339		*		*	
Pinto PS99		*		*	
A-250		*		*	
Flor Mayo M38	*	*		*	
EMP-507	*				
A-321	*			*	*
FEB-190	*		*		
MAM-49		*			
Negro Sahuatoba	*				*
Flor Mayo Anita	*				
Azufrado	*				
Namiquipa					
Alteño 2000					

VARIEDADES SUSCEPTIBLES

Carioca		*			*
Black Jack					
Negro Durango					
97RS 101	*			*	
Pinto Mestizo					
A-774	*				
SEA-5	*	*			
G21212	*	*			
TU				*	
97RS110					
Pinto Saltillo	*	*			
Flor Mayo Sol		*			
Flor Mayo Bajío					*
Bayo Andrade					
Negro 8025	*	*			
Pinto Bayacora				*	
Negro Vizcaya				*	
Pinto Zapata	*			*	

H: hongos, B: bacteria.

Cuadro 23.- Presencia de patógenos en las semillas tratadas con agua estéril.

VARIEDADES TOLERANTES					
Variedad	H.Blanco	H.Verde	H.Gris	B.Blanca	B.Amarilla
Bayo 94220	*			*	
Bayo 98060	*			*	
Pinto 98001		*	*	*	
Afn			*	*	
Montcalm	*		*	*	*
A-285			*	*	

A-339		*	*		*
Pinto PS99	*				*
A-250		*	*	*	
Flor Mayo M38		*		*	
EMP-507	*		*		*
A-321	*	*		*	
FEB-190	*		*		
MAM-49	*			*	*
Negro Sahuatoba	*				
Flor Mayo Anita	*	*	*		
Azufrado	*	*			
Namiquipa					
Alteño 2000	*	*			

VARIEDADES SUSCEPTIBLES

Carioca	*	*			
Black Jack	*	*		*	
Negro Durango	*			*	
97RS 101	*			*	
Pinto Mestizo			*	*	
A-774			*	*	
SEA-5	*			*	
G21212	*			*	
TU			*	*	
97RS110			*	*	
Pinto Saltillo			*	*	
Flor Mayo Sol	*			*	
Flor Mayo Bajío		*	*	*	
Bayo Andrade			*	*	
Negro 8025	*			*	
Pinto Bayacora			*	*	
Negro Vizcaya	*	*			
Pinto Zapata	*	*			

H: hongo, B: bacteria.

Con los cuadros 22 y 23 se realizó una comparación del efecto que tienen los tratamientos, identificando que desinfectar las semillas con hipoclorito de sodio tiene un efecto notable en la presencia de patógenos ya que claramente se ve como se disminuye la incidencia de los mismos.

Presencia y evaluación de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*.

Con los resultados de los análisis de varianza (Anexo 5), se observó que hubo diferencia significativa entre repetición, variedad y cada uno de los tratamientos, por lo que se realizó la prueba Múltiple de Duncan para comparación de medias (Cuadro 24). El más alto porcentaje de presencia de las bacterias fue con el tratamiento sin desinfección y que ninguna de las variedades tolerantes tuvo el 0% de incidencia de las bacterias y la Carioca, de las susceptibles, tuvo el 0% de incidencia de las bacterias en los dos tratamientos.

En el cuadro 24 se identificaron las variedades que no contienen a ninguna de las dos bacterias, de las tolerantes se encontraron solo dos la Afñ y la A-250, aunque en el tratamiento con agua presentan un porcentaje bajo de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. Entre las susceptibles se encontraron a Negro Durango con efecto positivo en el tratamiento con desinfección y Negro 8025 en el cual no tuvo efecto el tratamiento con hipoclorito de sodio, en general en las 36 variedades se mostró un efecto notable en las semillas sometidas al pretratamiento de desinfección con hipoclorito de sodio, el efecto fue mayor para el control de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* que tuvo efecto positivo en 30 variedades. En el caso de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en 24 variedades presentaron el efecto positivo del pretratamiento de desinfección. En general, el cuadro anterior muestra que más del 60% de las variedades presentaron un cambio notable con la desinfección de NaOCl y que el efecto en cada una de las semillas depende de la variedad y de las condiciones ambientales, es decir la relación genotipo-ambiente.

Las semillas de frijol de variedades tolerantes a *X. campestris* pv. *phaseoli* se encuentran infectadas y contaminadas, ya que después de usar una variedad tolerante no garantiza que las próximas cosechas lo sean por los factores que afectan la sanidad y pureza de la semilla como: contaminaciones mecánicas, contaminaciones ambientales, el almacenamiento, efectos de selección y el manejo inadecuado de las semillas por los agricultores; provocan la mala calidad sanitaria y genética de las semillas ya que éstas son la principal fuente de diseminación del patógeno, debido a que constituyen el inóculo primario (Harter y Zaumeyer, 1944), La bacteria infecta a las semillas y su uso puede inducir la enfermedad en las plantas de la próxima generación

(Agrios, 1996; Schwartz y Pastor-Corrales, 1989; Hall, 1991; Beebe y Pastor-Corrales, 1991; Navarrete-Maya y Acosta-Gallegos, 2000; citado por Vargas *et al.*, 2006).

En el caso de *X. campestris* pv. *phaseoli* se detectó su presencia por la coloración amarillenta de la semilla la cual mostró que existe una contaminación en el exterior de la semilla; y probablemente también una invasión dentro de la semilla ya que algunas desarrollaron durante su germinación colonias amarillas, que indican la presencia de *Xcp*, en agar produce colonias convexas de crecimiento mucoso de color amarillo, húmedas brillantes (Saettler, 1991; López, 1994), y en la prueba de estriado igual produce colonias amarillas debido a la llamada Xanthomodina (Agrios, 1996).

Cuadro 24.- Comparación de medias de presencia de *Xcp* y *Psp*, de las semillas del germoplasma de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.

Variedades Tolerantes	Estriado <i>Xcp</i>	Presencia de <i>Xcp</i> %		Fluorescencia <i>Psp</i>	Presencia de <i>Psp</i> %	
		c/H ₂ O	c/NaOCl		c/H ₂ O	c/NaOCl
Bayo 94220	-	33.3 bc*	100 a	+	66.6 ab	0 e
Bayo 98060	-	0 c	0 d	+	66.6 ab	0 e
Pinto 98001	+	0 c	13.3 cd	+	66.6 ab	0 e
AFN	-	0 c	0 d	-	66.6 ab	20 de
Montcalm	+	0 c	0 d	-	100 a	0 e
A-285	+	0 c	26.6 bcd	+	60 ab	100 a
A-339	+	0 c	0 d	+	33.3 ab	0 e
Pinto PS99	+	0 c	20 bcd	+	33.3 ab	26.6 cde

A-250	-	0 c	13.3 cd	-	66.6 ab	80 abc
Flor Mayo M38	-	0 c	0 d	+	10 a	0 e
EMP-507	+	0 c	13.3 cd	+	0 b	33.3 bcde
A-321	+	33.3 bc	0 d	+	33.3 a	0 e
FEB-190	-	66.6 ab	53.3 abc	+	66.6 ab	80 abc
MAM-49	+	33.3 bc	50 abcd	+	66.6 ab	13.3 de
Negro Sahuatoba	+	0 c	0 d	-	0 b	66.6 abcd
Flor Mayo Anita	-	100 a	66.6 ab	+	100 a	33.3 bcde
Az. Namiquipa	-	0 c	0 d	+	33.3 ab	0 e
Alteño 2000	+	0 c	33.3 bcd	+	33.3 ab	26.6 cde
Carioca	+	0 c	33.3 bcd	-	0 b	0 e
Black Jack	+	0 c	0 d	-	33.3 ab	0 e
Negro Durango	-	100 a	0 d	-	100 a	0 e
97RS 101	-	33.3 bc	33.3 bcd	+	66.6 ab	26.6 cde
Pinto Mestizo	-	0 c	0 d	+	66.6 ab	33.3 bcde
A-774	-	0 c	33.3 bcd	+	66.6 ab	13.3 de
SEA-5	+	33.3 bc	0 d	+	100 a	0 e
G21212	+	0 c	0 d	-	100 a	26.6 cde
TU	+	0 c	0 d	-	100 a	0 e
97RS110	+	66.6 ab	60 abc	+	33.3 ab	0 e
Pinto Saltillo	+	0 c	100 a	+	100 a	0 e
Flor Sol	-	0 c	0 d	+	66.6 ab	33.3 bcde
Flor Mayo Bajío	-	0 c	0 d	+	33.3 ab	0 e
Bayo Andrade	-	66.6 bc	0 d	+	0 b	86.6 ab
Negro 8025	-	0 c	0 d	-	100 a	0 e
Pinto Bayacora	+	0 c	66.6 ab	+	100 a	53.3 abcde
Negro Vizcaya	-	0 c	0 d	+	33.3 ab	0 e
Pinto Zapata	-	0 c	66.6 ab	+	33.3 ab	53.3 abcde

*Xcp/NaOCl: X. campestris pv. phaseoli con hipoclorito de sodio. Xcp/H₂O: X. campestris pv. phaseoli con agua. Psp/NaOCl. presencia de P. syringae pv. phaseolicola con hipoclorito de sodio. Psp/H₂O: P. syringae pv. phaseolicola con agua. * Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales y letras distintas indican diferencias significativas, prueba Múltiple de Duncan (p =0.05).*

4.4.- Correlaciones entre las variables evaluadas

En lo que se refiere a la correlación el tamaño de la semilla y el peso (Cuadro 25) tuvo significancia positiva lo que indica que a mayor tamaño de la semilla mayor peso o viceversa, el tamaño también tuvo coeficiente de correlación significativo con plántulas anormales al 9^o día y tamaño de plántula. De lo que se puede decir, que el tamaño de la semilla influye directamente en el porcentaje de plántulas anormales y en el tamaño de la plántula. El tamaño de la semilla tuvo coeficiente de correlación significativo

negativo con sanidad de las semillas con lavado de agua, lo que indica que el tamaño de las semillas no influye directamente (Cuadro 25).

En lo que se refiere a la correlación de peso y tamaño de plántula es significativa negativa, lo que indica que además de tener relación con el peso, el tamaño de la plántula depende de otros factores de mayor influencia, como las condiciones favorables para su desarrollo, aportación de nutrientes y condiciones de sanidad que tenga la semilla (Cuadro 25).

En las semillas germinadas al 5^o día hubo una correlación altamente significativa positiva con semillas germinadas al 9^o día, esto indica que una lectura depende de la otra, las semillas germinadas al 5^o y 9^o día tuvieron una relación altamente significativa positiva con semillas viables y altamente significativa negativa con semillas duras, significativa positiva con plántulas normales al 5^o y 9^o día; tamaño de raíz y tamaño de plántula y sanidad con lavado de agua, esto indica que dependiendo del porcentaje de semillas germinadas es la incidencia de semillas viables y no de semillas duras, ya que no absorben agua por que tienen una cubierta impermeable (Moreno, 1996). La germinación tuvo significancia positiva en el desarrollo de plántulas normales vigorosas y la sanidad en las semillas sin desinfección ya que si desde la germinación presentó un buen desarrollo en condiciones favorables tiene todos los atributos para producir una planta vigorosa y libre de patógenos (Cuadro 25).

Las semillas duras al 5^o día tuvieron una correlación significativa positiva con semillas duras al 9^o día ya que cada una de las lecturas depende una de la otra, las semillas duras al 5^o y 9^o día tuvieron una correlación significativa negativa con semillas viables al 5^o y 9^o día, plántulas normales vigorosas al 5^o y 9^o día, tamaño de raíz y tamaño de plántula, esto indica que no existe relación directa entre semillas duras, viables, plántulas normales vigorosas al 5^o y 9^o día, la relación influye en que dependiendo del numero de semillas viables es el numero de semillas duras y por lo tanto la ausencia de plántulas normales vigorosas. La dureza depende de las deficiencias de la semilla para absorber sus nutrientes y desarrollarse (Moreno, 1996), (Cuadro 25).

Las semillas viables al 5° día tuvieron correlación significativa positiva con semillas viables al 9° día, lo que indica que cada lectura depende de la otra, La correlaciones de semillas viables al 5° y 9° día tuvieron significancia positiva con plántulas normales vigorosas al 5° y 9° día, tamaño de raíz, tamaño de plántula y con sanidad con lavado de agua, lo que indica que si la semilla es viable y con buenos atributos de calidad va producir plántulas normales vigorosas y garantizar el bajo porcentaje de presencia de patógenos con el pretratamiento de agua (Cuadro 25).

Las plántulas anormales al 5° día tuvieron una correlación significativa negativa con plántulas anormales al 9° día, esto indica que una lectura depende de la otra, las plántulas anormales al 5° y 9° día tuvieron correlación significativa negativa con plántulas normales vigorosas, tamaño de raíz y tamaño de plántula. Las plántulas normales vigorosas tienen correlación significativa negativa con plántulas normales vigorosas al 9° día y correlación significativa positiva con tamaño de raíz y tamaño de plántula. Esto indica que a mayor tamaño de raíz y plántula se tiene una plántula normal vigorosa y a menor tamaño de raíz y plántula se tiene una plántula anormal; no solo el tamaño de raíz y plántula van a determinar si es una plántula normal o anormal, también depende de la condiciones sanitarias y fisiológicas que tenga la plántula (Cuadro 25).

Cuadro 25. A) Correlaciones entre las variables evaluadas

	B	C	D	E	F	G	H	I
B	1	*0.6447	-0.3977 NS	-0.3486 NS	0.38 NS	0.3507 NS	-0.398 NS	0.3688 NS
C		1	-0.4024 NS	-0.3952 NS	0.3266 NS	0.3099 NS	-0.401 NS	-0.4125 NS
D			1	**0.976	** -0.981	** -0.929	**1.00	*0.979
E				1	** -0.967	** -0.961	**0.976	*0.996
F					1	**0.956	** -0.981	** -0.963
G						1	** -0.929	** -0.959
H							1	**0.979

B: Tamaño de semilla

C: Peso de 10 semillas

D: Semillas germinadas al 5° día

E: Semillas germinadas al 9° día,

F: Semillas duras al 5° día

G: Semilla duras al 9° día

H: Semillas viables al 5° día

I: Semillas viables al 9° día.

*: significativa, **: altamente significativa, NS; No significativo

Cuadro 25. B) Correlaciones entre las variables evaluadas (Continuación)

	J	K	L	M	N	O	P
B	0.0829NS	0.0657 NS	0.3383 NS	*0.5421	-0.4438 NS	-0.439 NS	-0.3567 NS
C	0.3842 NS	0.0367 NS	0.2323 NS	0.3489 NS	-0.359 NS	-0.376 NS	-0.4095 NS
D	-0.071 NS	0.4 NS NS	-0.439 NS	-0.31 NS	*0.759	*0.597	*0.4559
E	-0.026 NS	0.126 NS	-0.465 NS	-0.268 NS	*0.780	*0.590	*0.5401
F	-0.122 NS	-0.132 NS	0.465 NS	0.285 NS	*-0.762	*-0.583	*-0.4819
G	-0.165 NS	-0.15 NS	*0.525	0.338 NS	*-0.788	*-0.612	*-0.569
H	-0.071 NS	0.195 NS	-0.439 NS	-0.31 NS	*0.759	*0.597	*0.4557
I	-0.152 NS	0.141 NS	-0.478 NS	-0.329 NS	*0.792	*0.621	*0.5311
J	1	-0.062 NS	-0.145 NS	-0.122 NS	0.038 NS	-0.058 NS	0.1418 NS
K		1	-0.294 NS	-0.033 NS	-0.156 NS	-0.362 NS	-0.0704 NS
L			1	*-0.8234	*-0.903	*-0.779	*-0.5033
M				1	*-0.547	*-0.779	-0.3583 NS
N					1	*-0.829	*0.5829

B: Tamaño de semilla	I: Semillas viables al 9° día
C: Peso de 10 semillas,	J: Semillas muertas al 5° día
D: Semillas germinadas al 5° día	K: Semillas muertas al 9° día
E: Semillas germinadas al 9° día	L: Plántulas anormales 5° día,
F: Semillas duras al 5° día	M: Plántulas anormales 9° día,
G: Semilla duras al 9° día	N: Plántulas normales vigorosas 5° día.
H: Semillas viables al 5° día	

*: significativa, **: altamente significativa, NS; No significativo

Cuadro 25. C) Correlaciones entre las variables evaluadas (Continuación)

	Q	R	S	T	U	V	W
B	*0.4804	-0.1071 NS	*-0.5079	0.2854 NS	-0.1025 NS	0.3257 NS	0.3316 NS
C	*-0.6997	-0.0168 NS	-0.2619 NS	0.2006 NS	-0.2212 NS	0.2989 NS	0.263 NS
D	*0.4768	-0.1729 NS	*0.5465	-0.044 NS	-0.0487 NS	-0.308 NS	0.0204 NS
E	*0.491	-0.1798 NS	*0.5155	-0.0858 NS	0.0015 NS	-0.0684 NS	-0.0061 NS
F	*-0.5092	0.2389 NS	-0.4429 NS	0.0642 NS	0.0194 NS	0.1602 NS	-0.0258 NS
G	*-0.5406	0.2049 NS	-0.3729 NS	0.1546 NS	-0.0331 NS	0.0236 NS	0.0421 NS
H	0.477NS	0.173 NS	*0.5261	-0.045 NS	-0.049 NS	-0.109 NS	0.0209 NS
I	*0.4928	-0.1084 NS	*0.5221	-0.0909 NS	-0.126 NS	0.1107 NS	-0.0248 NS
J	0.1784 NS	-0.348 NS	-0.421 NS	-0.105 NS	0.151 NS	0.244 NS	0.0281 NS
K	-0.05482 NS	0.20803 NS	-0.0364 NS	-0.0967 NS	0.1033 NS	-0.0431 NS	-0.0153 NS
L	*-0.5561	0.1065 NS	-0.1268 NS	0.1897 NS	-0.2146 NS	0.2893 NS	0.2438 NS
M	-0.4061 NS	-0.0437 NS	-0.1254 NS	0.2041 NS	-0.2161 NS	0.4266 NS	0.4199 NS

N	*0.6031	-0.1474 NS	0.3834 NS	-0.1569 NS	0.1429 NS	-0.2606 NS	-0.1751 NS
O	*0.5529	-0.1172 NS	0.2949 NS	-0.1537 NS	0.1861 NS	-0.3647 NS	-0.3703 NS
P	*0.7276	0.0029 NS	0.1682 NS	-0.0608 NS	0.2232 NS	-0.0167 NS	-0.2128 NS
Q	1	0.1264 NS	-0.0812 NS	0.082 NS	0.3325 NS	-0.0371 NS	-0.1873 NS
R		1	0.004 NS	0.0747 NS	-0.2507 NS	-0.0846 NS	-0.0903 NS
S			1	-0.1308 NS	-0.1501 NS	-0.1391 NS	-0.0397 NS
T				1	-0.0654 NS	0.9 2 NS	0.1032 NS
U					1	-0.0893 NS	-0.1989 NS
V						1	0.1754 NS

B: Tamaño de semilla

C: Peso de 10 semillas

D: Semillas germinadas al 5° día

E: Semillas germinadas al 9° día

F: Semillas duras al 5° día

G: Semilla duras al 9° día

H: Semillas viables al 5° día

I: Semillas viables al 9° día

J: Semillas muertas al 5° día

K: Semillas muertas al 9° día

L: Plántulas anormales 5° día

M: Plántulas anormales 9° día

N: Plántulas normales vigorosas 5° día

O: Plántulas normales vigorosas 9° día

P: Tamaño de raíz, Q: Tamaño de plántula

R: Sanidad en las semillas con NaOCl

S: Sanidad en las semillas con H₂O

T; Presencia de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* con NaOCl

U: Presencia de *Pseudomonas* con NaOCl

V: Presencia *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* con H₂O

W: Presencia de *Pseudomonas* con H₂O.

*: significativa, **: altamente significativa, NS; No es significativo

Después del análisis de las semillas de las 36 variedades de frijol cultivadas en el Campo experimental Valle del Guadiana CEVAG del INIFAP Durango, Dgo., las variedades que tuvieron calidad: física, fisiológica y sanitaria, y su relación con la presencia de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* se presentan en los cuadros: 26) a, b, c, y d.

En el cuadro 26a se presentan las seis variedades de mejor calidad física, solo dos variedades no presentaron ninguna de las dos bacterias fueron la Afn y Negro Durango.

Cuadro 26a.- Calidad física

Variedades	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> +	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> *
Bayo 98060 Afn		fluorescencia
Montcalm	colonia amarillo	
Negro Durango		
97RS110	colonia amarillo	fluorescencia
Pinto Bayacora	colonia amarillo	fluorescencia

+ Estriado en agar nutritivo, * observación directa con luz ultravioleta en semillas secas

En el cuadro 26b se presentan las seis variedades que desarrollaron la mejor calidad fisiológica con los atributos de germinación, vigor y viabilidad.

Cuadro 26b.- Calidad fisiológica

Variedades	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> +	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> *
Negro Vizcaya		fluorescencia
G21212	colonia amarilla	
TU	colonia amarilla	
A-285		fluorescencia

Black Jack	colonia amarilla	fluorescencia
Pinto Zapata		fluorescencia

+ Estriado en agar nutritivo, * observación directa con luz ultravioleta en semillas secas

En los cuadros 26 c y d, se presentan las seis variedades de mejor calidad sanitaria se puede observar que los dos tratamientos tuvieron un efecto diferente, sólo en el tratamiento de desinfección con NaOCl existió una variedad libre de las bacterias fue la Negro Durango.

Cuadro 26c.- Calidad sanitaria con desinfección (NaOCI)

Variedades	<i>Xanthomonas campestris</i> <i>pv. phaseoli</i> +	<i>Pseudomonas syringae</i> <i>pv. phaseolicola</i> *
A-285	colonia amarilla	fluorescencia
F. Mayo Anita		fluorescencia
F. Mayo Bajío		fluorescencia
Pinto Bayacora	colonia amarilla	fluorescencia
Negro Durango		
Bayo 94220		fluorescencia

+ Estriado en agar nutritivo, * observación directa con luz ultravioleta en semillas secas

Cuadro 26d.- Calidad sanitaria lavado con agua

Variedades	<i>Xanthomonas campestris</i> <i>pv. phaseoli</i> +	<i>Pseudomonas syringae</i> <i>pv. phaseolicola</i> *
97RS101		fluorescencia
Pinto Mestizo		fluorescencia
A-774		fluorescencia
Negro Sahuatoba	colonia amarilla	
Bayo Andrade		fluorescencia
Pinto Bayacora	colonia amarilla	fluorescencia

+ Estriado en agar nutritivo, * observación directa con luz ultravioleta en semillas secas

Las variedades que no tuvieron calidad: física, fisiológica y sanitaria, y su relación con la presencia de *Xanthomonas campestris pv. phaseoli*, y *Pseudomonas syringae pv. phaseolicola*, se presentan en los cuadros 27) a, b, c. y d.

En el cuadro 27a se muestran las seis variedades de peor calidad física, solo dos variedades no presentaron ninguna de las dos bacterias fueron A-250 y Negro 8025.

Cuadro 27a.- Calidad física

Variedades	<i>Xanthomonas campestris</i> <i>pv. phaseoli</i> +	<i>Pseudomonas syringae</i> <i>pv. phaseolicola</i> *
A-285		fluorescencia
A-339	colonia amarilla	fluorescencia
A-250		
Black Jack	colonia amarilla	
Negro 8025		
TU	colonia amarilla	

+ Estriado en agar nutritivo, * observación directa con luz ultravioleta en semillas secas

En el cuadro 27b se muestran las seis variedades que presentaron deficiencias de calidad fisiológica con los atributos de germinación, vigor y viabilidad.

Cuadro 27b.- Calidad fisiológica

Variedades	<i>Xanthomonas campestris</i> <i>pv. phaseoli</i> +	<i>Pseudomonas syringae</i> <i>pv. phaseolicola</i> *
Bayo 94220		fluorescencia
Montcalm	colonia amarilla	
Pinto Saltillo	colonia amarilla	fluorescencia
Pinto Mestizo		fluorescencia
97RS110	colonia amarilla	fluorescencia
97RS101		fluorescencia

+ Estriado en agar nutritivo, * observación directa con luz ultravioleta en semillas secas

En los cuadros 27 c y d, se presentan las seis variedades que no tuvieron calidad sanitaria se puede observar que los dos tratamientos tuvieron un efecto diferente, sólo existió una variedad libre de las bacterias fue la Negro 8025.

Cuadro 27c.- Calidad sanitaria con desinfección (NaOCl)

Variedades	<i>Xanthomonas campestris</i> <i>pv. phaseoli</i> +	<i>Pseudomonas syringae</i> <i>pv. phaseolicola</i> *
Bayo 98060		fluorescencia
Montcalm	colonia amarilla	
A-321	colonia amarilla	fluorescencia
Negro 8025		
SEA-5	colonia amarilla	fluorescencia
Pinto PS99	colonia amarilla	fluorescencia

+ Estriado en agar nutritivo, * observación directa con luz ultravioleta en semillas secas

Cuadro 27d.- Calidad sanitaria con lavado de agua

Variedades	<i>Xanthomonas campestris</i> <i>pv. phaseoli</i> +	<i>Pseudomonas syringae</i> <i>pv. phaseolicola</i> *
Bayo 98060		fluorescencia
Montcalm	colonia amarilla	
A-321	colonia amarilla	fluorescencia
Negro 8025		
Pinto Zapata		fluorescencia
FM M38		fluorescencia

+ Estriado en agar nutritivo, * observación directa con luz ultravioleta en semillas secas

Que una variedad tenga la mejor calidad física no quiere decir que tenga la mejor calidad fisiológica y sanitaria, como se puede observar en los cuadros anteriores (26 y 27), de las mejores y malas variedades. Las mejores variedades que se presentan en los diferentes cuadros de calidad son diferentes.

Entre las de mayor calidad física se encuentra la Montcalm la cual fue una de las de menor calidad fisiológica y sanitaria; por otra parte, la A-339 fue una de las de mayor calidad fisiológica (germinación y vigor) y presentó uno de los menores índices de calidad física, esto significa que el tamaño de la variedad no influye en el desarrollo fisiológico de la semilla, puede ser pequeña y producir plantas muy vigorosas. La Pinto Zapata fue una de las de mejor calidad fisiológica y presentó mala calidad sanitaria en el tratamiento sin desinfección, esto es que puede producir plantas vigorosas si se desinfecta la semilla (Neergard, 1979; Pitt & Hocking, 1985). La Black Jack fue una de las mejores de calidad fisiológica y fue la de menor calidad física, esto es que por

más pequeña que sea tiene los elementos para producir plantas vigorosas (Agarwal, 1986)

La A-285 fue una de las mejores de calidad sanitaria con tratamiento de NaOCl, pero con el tratamiento de lavado de agua presentó una deficiencia sanitaria, al igual que en la inspección visual de semilla seca y con luz Ultra Violeta, ésto demuestra que someter a las variedades a un tratamiento de desinfección con NaOCl ayuda a mejorar su calidad sanitaria, aunque esta variedad A-285 presentó mala calidad física, es una buena opción para los productores ya que esta garantizando plantas vigorosas al 100% de germinación y cuando son sometidas a un tratamiento se eliminará cualquier patógeno. En cuanto a la desinfección aplicada a las semillas, los resultados muestran coincidencias en general con lo observado por otros autores (Neergard, 1979; Pitt & Hocking, 1985), principalmente en lo que implica que la desinfección reduce el crecimiento expansivo de hongos y la presencia de bacterias.

Es de gran importancia someter a las semillas a diversas pruebas de sanidad ya que con la simple inspección visual en semilla seca y luz ultra violeta solo se da la respuesta de las consecuencias visibles del ataque del patógeno (contaminación), sin tener la certeza de si la semilla fue infectada, realizar otras pruebas nos garantiza reconocer si el inóculo es trasportado por la semilla y puede dar lugar al desarrollo progresivo de la enfermedad en el campo y reducir su rendimiento (Moreno, 1996).

Efecto de la presencia del patógeno (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) en la calidad de la semilla.

Entre las pocas variedades que presentaron una calidad excelente, en las que coincidió la calidad física con la fisiológica y la sanitaria en la misma variedad fueron: Negro Durango, Pinto Bayacora, Bayo Andrade y Negro Sahuatoba; por lo tanto estas variedades son las mas adecuadas para recomendar a los productores (Ver cuadro 28).

La invasión y contaminación por la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en las semillas, no influyó en la calidad de las primeras etapas de desarrollo del cultivo del frijol, ya que se presentaron variedades de excelente calidad física, fisiológica y sanitaria (con respecto a hongos y otras bacterias) que contenían al patógeno, demostrando que la calidad de la semilla no solo se debe a sus atributos genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios de la semilla (cuadro 28 a y b), si no que también es de gran importancia el manejo integrado de la producción de semilla de frijol que incluye las condiciones (climáticas, edafológicas, técnicas). El genotipo, a la relación genotipo ambiente y a la contaminación que tuvo durante la producción, el grado de excelencia alcanzado por las semillas cuando son producidas y beneficiadas en forma óptima (Andrade, 1992). Hay que recordar que el impacto que tiene esta bacteria en el cultivo del frijol es la pérdida de rendimiento por lo que se busca una solución al problema.

La calidad se va determinar de acuerdo a los atributos que tuvo la semilla. Se clasificó como: Excelente del 85-100%, Buena 61-84% y Deficiente 0-60%

Cuadro 28.- Efecto de la presencia del patógeno (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) en la calidad de la semilla del germoplasma tolerante y susceptible de frijol producido en CEVAG, Durango, Dgo. Ciclo P-V, 2005.

Cuadro 28a. Variedades tolerantes

Variedad	Xcp	Calidad			
		Física	Fisiológica	Sanitaria & NaOCl	agua
Bayo 94220		B	D	E	D
Bayo 98060		B	B	D	D
Pinto 98001	+	B	B	D	D
AFN		B	B	B	D
Montcalm	+	E	B	D	D
A-285		D	B	E	D
A-339	+	D	E	B	D
Pinto PS99	+	E	B	D	D
A-250		D	B	D	D
FM M38		B	B	D	D
EMP-507	+	B	B	D	D
A-321	+	B	B	D	D
FEB-190		B	D	D	D
MAM-49		E	E	D	D

Negro Sahuatoba	+	D	E	B	B
Flor de Mayo Anita		B	B	B	D
Azufrado Namiquipa		B	B	B	D
Alteño 2000	+	D	E	B	D

Xcp : *Xanthomonas campestris pv. phaseoli*, NaOCl: hipoclorito de sodio 2%, &: presencia de otros patógenos, +: transmisión de *Xcp* por la semilla, D: deficiente, B: buena, E: excelente

Cuadro 28b. Variedades susceptibles

Variedad	<i>Xcp</i>	Calidad			
		Física	Fisiológica	Sanitaria & NaOCl	agua
Carioca	+	D	B	D	D
Black Jack	+	D	B	B	D
Negro Dgo.		E	B	E	D
97RS 101		B	B	D	B
Pinto Mestizo		B	D	B	B
A-774		B	B	B	B
SEA-5	+	D	B	D	D
G21212	+	B	B	E	D
TU	+	D	E	B	D
97RS110	+	B	B	D	B
Pinto Saltillo	+	B	D	B	D
Flor de Mayo Sol		B	B	B	D
Flor de Mayo Bajío		D	B	E	D
Bayo Andrade		B	E	B	B
Negro 8025		D	B	D	D
Pinto Bayacora	+	B	B	B	B
Negro Vizcaya		B	B	B	D
Pinto Zapata		B	E	D	D

Xcp : *Xanthomonas campestris pv. phaseoli*, NaOCl: hipoclorito de sodio 2%, &: presencia de otros patógenos, +: transmisión de *Xcp* por la semilla, D: deficiente, B: buena, E: excelente.

Con lo anterior se responde a **la hipótesis 1 que dice**: “Si las semillas presentan el patógeno tendrán una deficiencia en su calidad”, por lo que no es aprobada.

En las variedades tolerantes se encuentran semillas contaminadas e infectadas, la bacteria infecta a las semillas y su uso puede inducir la enfermedad en las plantas de la próxima generación (Agrios, 1985; Schwartz y Pastor-Corrales, 1989; Hall, 1991; Beebe y Pastor-Corrales, 1991; Navarrete-Maya y Acosta-Gallegos, 2000; Citado por Vargas *et al.*, 2006), lo que nos indica que estas variedades tolerantes a *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* no garantizan la sanidad de las semillas después de su producción ya que cuando se reutilizan pueden desarrollar la enfermedad.

Lo anterior responde a la **hipótesis 2 que dice**: “De las 36 variedades utilizadas, aun cuando 18 son tolerantes a la infección por la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, es probable que sus semillas puedan transmitir al patógeno a la nueva generación”, es aprobada ya que el 44.4% de estas variedades presentaron la bacteria y el resto tuvo ausencia de la bacteria, lo que indica que existió cierto grado de infección y contaminación, aún en las tolerantes.

En las variedades susceptibles se esperaba la presencia de la bacteria al 100% pero el porcentaje de incidencia en las 18 variedades fue la misma que en las tolerantes del 44% , lo que responde a la **hipótesis 3 que dice**: “De las 36 variedades utilizadas, 18 son susceptibles a la infección por la bacteria en campo por lo que existe una mayor probabilidad de que sus semillas trasmitan el patógeno a la nueva generación”, se rechaza esto nos indica que el efecto de la susceptibilidad en las variedades de semillas de frijol a la bacteria de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* se desarrolla en la etapa o reproductiva y en esta investigación se realizo el estudio solo en las primeras etapas vegetativas en donde se tiene mayor resistencia a la bacteria, no obstante en la etapa reproductiva puede resultar tolerante.

Aunque el efecto que tiene la bacteria de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en la semilla no se ve tan marcado en las primeras etapas de desarrollo del frijol en esta investigación, es importante elegir una variedad libre de patógenos

que aumente el rendimiento de la cosecha y la protección sanitaria de nuestras cosecha de semillas de frijol y en los próximos ciclos de producción ya que la semilla es la principal fuente de diseminación del patógeno, debido a que constituyen el inóculo primario (Harter y Zaumeyer, 1944).

Lo que buscan los productores es aumentar sus rendimientos, su producción a menor costo y el uso de una variedad que garantice una excelente producción donde no haya factores que afecten el desarrollo de las plantas (SIAP, 2005, SAGARPA, 2007).

A los productores de frijol se les ofrece este estudio para identificar que variedades le conviene producir y una vez obtenida la variedad, cual se puede someter a un tratamiento que le proporcione mayor ventaja en la calidad sanitaria.

Las pérdidas ocasionadas principalmente por el tizón común y el tizón del halo son graves por que son dos enfermedades que provocan el decremento de rendimiento en frijol (Agrios, 1995). Para evitar la presencia de estas bacterias y aumentar la calidad sanitaria y por consiguiente el rendimiento del cultivo se propone el pre-tratamiento de desinfección con NaOCl al 1% a las semillas de frijol ya que en esta investigación se comprobó que reduce el porcentaje de incidencia de patógenos (hongos y bacterias) en las semillas de la mayoría de las variedades de estudio.

Lo importante de una semilla para que dé mayor producción y beneficio, más que el tamaño y el peso, es su capacidad germinativa, la velocidad de emergencia y la probabilidad de incidencia de enfermedades ya que esto les ahorra gastos a los productores y le asegura una cosecha de semillas de buena calidad para producción.

V.-CONCLUSIONES

Se cumplió el objetivo general de la tesis de evaluar la calidad de semillas de 36 variedades de frijol cultivadas en Durango, Dgo.

De igual manera se cumplieron los objetivos específicos, se evaluaron las semillas de variedades de frijol y con ello se determinó su calidad física, fisiológica y sanitaria relacionando estas pruebas con la presencia del patógeno *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, se demostró que no existe un efecto notable de que este altere la calidad de las semillas en la etapa de germinación.

Con base a los resultados del análisis físico, fisiológico y sanitario de las 36 variedades de frijol se les garantiza a los productores usar la variedad Negro Durango y Bayo Andrade ya que se tiene la confianza de que son las de excelente calidad representando rentabilidad en su producción y aumento en el valor de su cosecha.

Las variedades que se recomiendan son: Flor Mayo Anita, Azufrado Namiquipa, AFN, Negro Vizcaya, Flor Mayo Sol y A-774, sometándose a un tratamiento de desinfección se asegura la calidad sanitaria con lo cual se tendrá confianza en su desempeño en el proceso productivo.

VI. RECOMENDACIONES

Dar seguimiento a la investigación, con el material que resultó tolerante al ataque de la bacteria.

Para obtener una producción de semillas de frijol de calidad no sólo basta con obtener la mejor semilla para su siembra, es importante llevar a cabo un manejo agronómico integral adecuado.

Es importante crear una cultura de producción de semillas de calidad al productor de frijol para evitar el contagio de plagas, enfermedades y aumentar el valor de su cosecha.

Dar asesoría técnica a los productores de frijol de la zona y de la República Mexicana para reducir la problemática de la producción de este cultivo.

Dar una capacitación para la producción y el manejo de las semillas.

VII.-BIBLIOGRAFÍA

Acosta G., J. A. 1992. El cultivo de frijol y su problemática en México. *En*: Solórzano V. E. (ed.). Ciclo de seminarios del Curso de Producción de Leguminosas de Grano. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Chapingo, Edo, de México. p.1-11

Acosta G., J. A y R. Navarrete M. 1996. Identificación de genotipos de frijol con resistencia múltiple a enfermedades en la Mesa Central de México. *Agricultura Técnica en México* 22:187-197

Acosta-Gallegos., J. A. y Herrera-Pérez, P. 2003. La situación del cultivo del Frijol en México. *Producción e Investigación. Programa de Frijol del INIFAP.* Chapingo, Edo. de México. p. 1-35.

Agarwal P., K. 1986. Seed Vigor: Concepts and Measurement. *In*. J. P. Srivastava, and L. T. Simarski. *Seed Production Technology.* International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Aleppo (Syria). p.190-198

Agrios G., J. A. 1996. *Fitopatología.* Editorial UTEHA, Noriega editores. Tercera edición. México p. 546-549

Allen D., J. 1983. *The Pathology of Tropical food legumes; disease resistance in crop improvement.* UK p. 175-179

Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA) *Revista Claridades.* Informe al cuarto trimestre del ejercicio fiscal de 2003. www.aserca.com

Banco de México Índices Nacionales de Precios al Consumidor y Productor, [www/banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx).

BANXICO-FIRA. Perspectivas de 2003. Subdirección de Análisis de Cadenas Productivas, 1º. Abril, 2003.
www.siap.sagarpa.gob.mx/Publicaciones/Archivos/Frijol00-05.pdf

CAMPOS A., J. 1987. Enfermedades del frijol. Editorial TRILLAS. Primera edición. México p. 70-73

Carrero J., M. y Planes, S. (+).1995. Plagas del Campo. Ediciones Mundi-Prensa. 12 ed. p. 359-387

Casini C., and Andrews, C.1992. Water absorption of Soybean (*Glycine max* (L)Merr.) seeds with different levels of permeability and different sizes. Symposium Abstracts, XXIII International Seed Testing Congress. Buenos Aires, Argentina 2-4 November 1992.
<http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php?id1=10150&id2=10156&publi=&idSec=2>

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. A. V. Schoonhoven y M. A. Pastor-Corrales (comps). CIAT, Cali, Colombia. 56 p.

Coyne D., P, and Schuster M. L. 1983. Genetics and breeding for resistance to bacterial pathogens in vegetables crops. Hort Science 18:30-36

Escalante E., J. A. y Kohashi. J. 1993. El rendimiento y crecimiento del frijol (manual para toma de datos). Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. p. 84

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). El Frijol en México, Competitividad y Oportunidades de Desarrollo, Boletín Informativo, No. 316, Vol. XXXIII, Año 2001. Perspectivas de la Red Frijol PV 2003.

Fantástico E., B. 1991. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutos y hortalizas tropicales y subtropicales. México. Continental.

www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Evualuacion%20de%20perdidas%20en%20poscosecha%20en%20frijol.pdf

Freed R., S. P. Eisensmith, S. Goetz, D. Reicosky, V. W. Smail, and P. Wolberg. 1991. MSTAT-C A microcomputer program for design, management, and analysis of agronomic research experiments. Michigan State University.

Harter I., L. y Zaumeyer, W. J. 1944. A monographic study of bean diseases and methods for their control. U.S.D.A. Tech. Bull. No. 868. p. 53-57

Lépiz R., I. 1986. Enfermedades del frijol en México. Rev. Fitotec. Méx.4:176-181

López F., M. C. 1994. Caminos de la fitobacteriología. Universidad Autónoma de Chapingo. México. p. 216

Meneses R., H. Waaijenberg y L. Pineda.1996. Las leguminosas en la Agricultura Boliviana. Proyecto. Rhizobiología Boliviana. p. 227-236

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). 1984. Una fuente de proteínas: alubias, garbanzos y lentejas. Madrid.

www.mapa.es/es/alimentacion/pags/Denominacion/HTM/pr_Lent_Pardina.htm - 26k -

Moreno M., E.1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Universidad Nacional Autónoma de México. 393 p.

Muñoz M., E., y Pérez-Gill, R. F. 1996. Tablas de Valor Nutritivo de los alimentos de mayor consumo. Editorial Pax México, México.

www.digeset.uco.mx/tesis_posgrado/Pdf/Maria%20Guadalupe%20Faustina%20Ortega%20Gomez.pdf -

Navarrete M., R y J. A. Acosta. 1993. Sanidad y germinación de semillas de frijol en diferentes fechas de siembra. *En*: Acosta G. J. A. y A. Nuñez B. (eds.). *Phaseolus*. Publicación especial Num.8 INIFAP. Resultados de investigación

sobre frijol 1991. Proyecto colaborativo INIFAP – MSU (CRSP). México. p.169-178

Navarrete M., R, Acosta G, J. A., Ibarra P., F. J., Cuellar, R. E. I., y Rosales, S. R. 2008. Bacteriosis Común del frijol inducida por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en el Altiplano Mexicano. INIFAP, Centro de investigación Regional del Centro Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto. 36 p.

Navarrete-Maya, R. y E. Moreno-Martínez. 1995. Problemática fitosanitaria de poscosecha en frijol. En: J. Pérez M., R. Ferrera C. y R. García E. (eds). Diversidad Genética y patología del frijol. Colegio de Postgraduados en ciencias agrícolas. Montecillo, Edo. de México. p. 99-109

Navarrete M, R. 2000. Patología de semillas. En fuente D., G y G. Castillo P. (eds). Fitosanidad de cultivos tropicales. Sociedad Mexicana de Fitopatología A. C. Ciudad Obregón, Sonora. p. 155-161

Neergaard P., 1979. Seed pathology. John Willey and Sons. New York. USA. 839 p.

Orozco S., H. 1971. El cultivo de Frijol en Colombia. Leguminosas de grano y Oleaginosas anuales. Instituto Colombiano Agropecuario. <http://www.agronet.gov>. Evaluación de pérdidas poscosecha en frijol.pdf.

Ortiz V., M. 1998. El frijol en el estado de Zacatecas. 1ª edición. Gobierno del Estado de Zacatecas. México. p. 11-41

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

FAOSTAT, Estadísticas de producción, superficie, rendimiento y comercio exterior a nivel mundial. 2003

Pérez H., P. Esquivel E, G. Rosales S, R. 2002. Caracterización física, culinaria y nutricional de frijol del altiplano subhúmedo de México. vol. 52, No. 2 <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-062220020002000009&lng=es&nrm=iso>

PITT, J. and Hocking, A. 1985. Fungi and Food spoilage. Academic Press. Sidney, Australia. p. 413

Pizzul L., Creus C. M., Casanovas E. M., Sueldo R. J., San Martino S. y Barassi C. A. 2002. Vigor de plántulas de trigo en relación al tamaño de semilla, a dos temperaturas de crecimiento. Unidad Integrada FCA (UNMdP) EEA Balcarce INTA.

<http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/posters/6/Creus.htm>

Powell A., A., M. A. de Oliveira and S. Matthew. 1986. Seed vigour in cultivars of dwarf Frech bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in relation to the colour of the testa. J. Agric. Sci. Cambrid. 106:419-425

Prudencio S., J. M. 2001. Evaluación del tizón común y el tizón del halo en 11 genotipos de frijol en Texcoco, Edo de México. Tesis Ingeniería Agrícola, FES-C UNAM. 81 p.

Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO), Dirección de Soporte e Implantación de Aplicaciones – ASERCA. Año Fiscal 2002-2004

Quirós O., W. y Carrillo A. O. 2006. La importancia del insumo de la semilla de buena calidad. Oficina Nacional de Semillas.

www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc

Rosales S., R., J. A. Acosta. G, J. S. Muruaga. M., J. M. Hernández, C., G. Esquivel E. y P. Pérez H. 2004. Variedades Mejoradas de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Libro técnico No. 6 SAGARPA, INIFAP, CIRCE. Campo Experimental Valle de México. Chapingo, Edo, de México, México. p.148

Saettler A., W. 1991. Diseases caused by bacteria. In. Hall, R. (ed). Compendium of bean diseases. APS Press. St. Paul, Minn. p. 29-30

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, con información del 4to. Informe de Gobierno, Septiembre de 2004. SAGARPA, 4to. Informe de Labores 2004. www.sagarpa.gob.mx

Servicio de información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), actualiza el documento denominado “Situación actual y perspectivas de la producción de frijol en México”, 2000-2005. www.siap.gob.mx

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 1998. Situación actual y perspectiva de la producción de frijol en México 1990-1998. Juan Manuel Galarza Mercado (ed.) México. www.sagarpa.gob.mx

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Cuarto Informe de Labores, 2004, 2005, 2006 y 2007. www.sagarpa.gob.mx

Secretaría de Economía y Fomento Industrial, (SECOFI). Tratado de Libre Comercio de América del Norte, 1994, México, D.F. www.secofi.com

Servicio Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM), Secretaría de Economía. Precios al mayoreo de 1998 a septiembre de 2004.

Sistema de Información Comercial Mexicano (SICM) / Sria. de Economía www.economia.gob.mx. Estadísticas de Comercio Exterior.

Sistema de Información Agroalimietario y Pesquero (SIAP). www.siap.gob.mx

Solórzano-Vega E. 1994. El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Editorial Universidad Autonoma de Chapingo, México.

Tadeo R., M. y A. Espinosa C., A. M. 2002. Apuntes del curso: Tecnología y producción de semillas. Ingeniería Agrícola, FES-Cuautitlán. UNAM. México. 106 p.

Trejo A., E. 2001. Identificación de genotipos de frijol con resistencia a *Fusarium* sp., y *Rhizoctonia solani* en Texcoco, Edo de México bajo condiciones de campo e invernadero. Tesis Ingeniería Agrícola, FES-C UNAM. 74 p.

Vargas V., M. L. P., J. S. Muruaga M., J. A. Acosta G., R. Navarrete M., P. Pérez H., G. Esquivel E., M. B. G. Irizar G. y J. M. Hernandez C. 2006. Colección núcleo de *Phaseolus vulgaris* L. del INIFAP. Catálogo de accesiones de la forma domesticada. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Libro Técnico num. 10. Chapingo, México. 461 p.

Wallen V., R. and Sutton. M. D. 1965. *Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans* (Burkh) Starr. and Burkh on field bean in Ontario. Can. Jour. of Bot. 43: 437-446

Weller D., M. and Saettler. 1976. Chemical control of common and fuscous bacterial blights in Michigan navy beans. Plant Dis. Rep. 60(9): 793-797

Weller D., M. y Saettler A. W. 1980. Evaluation of seed borne, *Xanthomonas phaseoli* and *X. phaseoli* var. *fuscans* as primary inocula in bean blights. Phytopathology 70(2):148-152

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de calidad física de las semillas.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de la "F" calculada
Tamaño de las semillas				
Variedades	35	657.573	18.788	20.75**
Error	324	293.361	0.905	
Total	359	950.934	Cv=9.07%	
Peso de la semilla				
Variedades	35	114.688	3.277	16.005**
Error	252	51.593	0.205	
Total	287	166.281	Cv=18.48%	

*significativo, ** altamente significativo, la F de tablas está dada con un error del 0.05.

Anexo 2. a) Análisis de varianza de calidad fisiológica de las semillas.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de la "F" calculada
Semillas germinadas al 5 ^o día				
Variedades	35	4365.741	124.735	1.705*
Error	72	5266.667	73.148	
Total	107	9632.407	Cv=9.15%	
Semillas germinadas al 9 ^o día				
Variedades	35	4358.333	124.524	1.620*
Error	72	5533.333	76.852	
Total	107	9891.667	Cv=9.42%	
Semillas duras al 5 ^o día				
Variedades	35	4676.368	133.611	1.955*
Error	72	4919.468	68.326	
Total	107	9595.836	Cv=139.26%	
Semillas duras al 9 ^o día				
Variedades	35	4676.324	133.609	1.955**
Error	72	4919.867	68.331	
Total	107	9596.191	Cv=139.27%	
Semillas viables al 5 ^o día				
Variedades	35	4765.741	136.164	1.634*
Error	72	6000.000	83.333	
Total	107	10765.741	Cv=9.79%	

*significativo, ** altamente significativo, la F de tablas está dada con un error del 0.05

Anexo 2. b) Análisis de varianza de calidad fisiológica de las semillas (Continuación).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de la "F" calculada
Semillas viables al 9 ^o día				
Variedades	35	4699.074	134.259	1.813*
Error	72	5333.333	74.074	
Total	107	10032.407	Cv=9.21%	
Semillas muertas al 5 ^o día				
Variedades	35	187.963	5.370	0.829NS
Error	72	466.667	6.481	
Total	107	654.630	Cv=392.79%	
Semillas muertas al 9 ^o día				
Variedades	35	5202.852	148.653	1.785*
Error	72	5996.000	83.278	
Total	107	11198.852	Cv=169.60%	
Pántulas anormales al 5 ^o día				
Variedades	35	1807.667	516.905	2.297NS
Error	72	16200.000	225.00	
Total	107	34291.667	Cv=76.06%	
Pántulas anormales al 9 ^o día				
Variedades	35	13602.917	388.655	1.093NS
Error	72	25606.000	355.639	
Total	107	39208.917	Cv=189.11%	
Pántulas normales al 5 ^o día				
Variedades	35	25610.185	731.720	2.331**
Error	72	22600.000	313.889	
Total	107	48210.185	Cv=24.31%	
Pántulas normales al 9 ^o día				
Variedades	35	28876.861	825.053	1.518**
Error	72	39133.467	543.520	
Total	107	68010.328	Cv=31.99	

*significativo, **altamente significativo, NS; no significativo, la F de tablas está dada con un error del 0.05.

Anexo 3. Análisis de varianza de vigor de raíz y tallo de plántulas normales y anormales.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de la "F" calculada
Tamaño de raíz				
Variedades	35	525.014	15.000	2.182*
Error	72	500.473	6.951	
Total	107	1025.488	Cv=23.22%	
Tamaño de Tallo				
Variedades	35	1721.242	49.178	4.894*
Error	72	723.467	10.048	
Total	107	2444.709	Cv=27.53%	

*significativo, **altamente significativo, la F de tablas está dada con un error del 0.05.

Anexo 4. Análisis de varianza de presencia de patógenos (hongos y bacterias).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de la "F" calculada
Daño con NaOCl				
Variedades	35	93733.333	2678.095	4.665*
Error	72	41333.333	574.074	
Total	107	135066.667	Cv=39.21%	
Daño con H ₂ O				
Variedades	35	40207.407	1148.783	6.330*
Error	72	13066.667	181.481	
Total	107	53274.074	Cv=15.41%	

*significativo, ** altamente significativo, la F de tablas está dada con un error del 0.05.

Anexo 5. Análisis de Varianza de daño de Xcp y Psp, con los dos pretratamientos.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de la "F" calculada
Daño de XCP con NaOCl				
Variedades	35	94225.00	2692.143	2.535*
Error	72	76466.667	1062.037	
Total	107	170691.667	Cv=138.02%	
Daño de XCP con H ₂ O				
Variedades	35	89907.407	2568.783	2.774**
Error	72	66666.667	925.926	
Total	107	156574.074	Cv=172.97	
Daño de Psp con NaOCl				
Variedades	35	91240.741	2606.878	3.142**
Error	72	59733.333	829.630	
Total	107	150974.074	Cv=128.54	
Daño de Psp con H ₂ O				
Variedades	35	123833.333	3538.095	1.899**
Error	72	134133.333	1862.963	
Total	107	257966.667	Cv=75.43%	

*significativo, **altamente significativo, la F de tablas está dada con un error del 0.05.

Anexo 6. ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN DE FRIJOL 2007 RIEGO+TEMPORAL

Producto Ciclo Año Agrícola Modalidad	FRIJOL OTOÑO-INVIERNO 2007 RIEGO+TEMPORAL							
Estado	Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Superficie Siniestrada (Ha)	Superficie Cosechable (Ha)	Producción Estimada (Ton)	Producción Obtenida (Ton)	Rendimiento Estimado (Ton/Ha)	Rendimiento Obtenido (Ton/Ha)
BAJA								
CALIFORNIA SUR	<u>728.0</u>	543.0		728.0	729.6	499.0	1.002	0.919
CAMPECHE	1,748.0	360.0		1,748.0	1,081.8	238.0	0.619	0.661
CHIAPAS	44,884.1	5,744.0		44,884.1	26,415.3	3,535.2	0.589	0.615
CHIHUAHUA	37.0			37.0	11.1		0.301	
COLIMA	3.5			3.5	12.3		3.500	
GUANAJUATO	41.8			41.8	80.2		1.919	
GUERRERO	2,530.7			2,530.7	1,928.8		0.762	
HIDALGO	4,877.5	3,572.0	15.5	4,862.0	4,067.1	2,080.6	0.837	0.582
JALISCO	2,405.5	12.0		2,405.5	4,265.9	14.0	1.773	1.167
MEXICO	13.0			13.0	16.0		1.231	
MICHOACAN	1,080.0			1,080.0	1,161.8		1.076	
MORELOS	156.1	20.0		156.1	314.9	24.6	2.017	1.230
NAYARIT	57,391.4	210.0	965.0	56,426.4	74,916.9	250.0	1.328	1.190
OAXACA	6,433.5	454.0		6,433.5	7,994.4	387.5	1.243	0.853
PUEBLA	312.0	65.0		312.0	300.4	97.5	0.963	1.500
QUINTANA ROO	2,818.5	675.0	40.0	2,778.5	2,027.9	896.0	0.730	1.327
SAN LUIS POTOSI	1,809.5			1,809.5	893.0		0.494	
SINALOA	75,115.8	6,175.0	1,640.0	73,475.8	125,230.3	13,182.5	1.704	2.135
SONORA	1,361.0			1,361.0	1,967.3		1.445	
TABASCO	4,270.5		444.8	3,825.8	2,320.2		0.606	
TAMAULIPAS	551.0			551.0	343.5		0.623	
VERACRUZ	18,087.0	1,056.0		18,087.0	13,541.5	739.2	0.749	0.700
YUCATAN	418.9	155.0	56.0	362.9	359.0	128.6	0.989	0.830
Total	227,074.2	19,041.0	3,161.3	223,913.0	269,979.2	22,072.6	26.499	13.711

Fuente: SAGARPA 2007

Anexo 7. ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN DE FRIJOL 2006 RIEGO+TEMPORAL

Producto	FRIJOL							
Ciclo	PRIMAVERA-VERANO							
Año Agrícola	2006							
Modalidad	RIEGO+TEMPORAL							
Estado	Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Superficie Siniestrada (Ha)	Superficie Cosechable (Ha)	Produccion Estimada (Ton)	Produccion Obtenida (Ton)	Rendimiento Estimado (Ton/Ha)	Rendimiento Obtenido (Ton/Ha)
AGUASCALIENTES	10,560.0	9,879.0	681.0	9,879.0	5,037.3	5,037.3	0.510	0.510
BAJA CALIFORNIA	455.0	30.0	425.0	30.0	15.3	15.3	0.509	0.509
BAJA CALIFORNIA SUR	819.0	815.5		819.0	1,174.9	1,084.2	1.435	1.329
CHIAPAS	81,979.1	73,724.0		81,979.1	47,296.1	43,112.4	0.577	0.585
CHIHUAHUA	99,737.7	94,638.2	5,099.5	94,638.2	81,092.8	81,092.8	0.857	0.857
COAHUILA	7,428.6	4,833.6	2,595.0	4,833.6	2,512.5	2,512.5	0.520	0.520
COLIMA	13.0	13.0		13.0	13.0	13.0	1.000	1.000
DISTRITO FEDERAL	317.2	317.2		317.2	263.2	263.2	0.830	0.830
DURANGO	244,122.2	243,433.6	688.6	243,433.6	199,404.4	199,404.4	0.819	0.819
GUANAJUATO	98,747.0	78,643.6	20,103.4	78,643.6	53,107.5	53,107.5	0.675	0.675
GUERRERO	10,920.0	7,288.0		10,920.0	7,977.9	5,058.2	0.731	0.694
HIDALGO	38,443.0	36,785.0	1,658.0	36,785.0	30,175.2	30,175.2	0.820	0.820
JALISCO	19,177.3	12,382.3	6,663.0	12,514.3	10,133.9	9,950.8	0.810	0.804
MEXICO	15,257.7	15,227.5	0.3	15,257.5	13,834.3	13,789.3	0.907	0.906
MICHOACAN	3,700.3	3,549.0	16.0	3,684.3	3,555.4	3,460.6	0.965	0.975
MORELOS	2,015.7	1,769.7		2,015.7	2,857.7	2,606.2	1.418	1.473
NAYARIT	364.5	349.5		364.5	587.3	578.9	1.611	1.656
NUEVO LEON	2,726.0	1,482.0	270.0	2,456.0	2,103.0	1,057.6	0.856	0.714
OAXACA	38,624.5	33,207.3	5,252.3	33,372.3	21,842.4	21,712.6	0.655	0.654
PUEBLA	65,391.0	61,215.0	3,800.0	61,591.0	42,085.5	41,937.2	0.683	0.685
QUERETARO	16,754.2	7,980.8	7,890.6	8,863.6	6,077.7	5,088.7	0.686	0.638
QUINTANA ROO	16.0	12.0		16.0	11.2	8.4	0.700	0.700
SAN LUIS POTOSI	108,121.1	94,045.6	14,075.5	94,045.6	66,673.2	66,673.2	0.709	0.709
SINALOA	775.0	684.0	91.0	684.0	318.0	318.0	0.465	0.465
SONORA	2,526.0	2,042.0	11.0	2,515.0	3,605.7	3,179.5	1.434	1.557
TABASCO	14.0	14.0		14.0	9.0	9.0	0.643	0.643
TAMAULIPAS	3,600.0	1,975.0	23.0	3,577.0	3,011.0	1,377.8	0.842	0.698
TLAXCALA	7,919.3	7,905.3	14.0	7,905.3	6,487.2	6,487.2	0.821	0.821
VERACRUZ	13,952.1	11,020.7	150.0	13,802.1	5,806.3	4,886.3	0.421	0.443
YUCATAN	113.0	113.0		113.0	410.7	410.7	3.635	3.635
ZACATECAS	602,706.0	593,185.5	9,337.5	593,368.5	424,137.7	424,064.5	0.715	0.715
Total	1,497,295.4	1,398,560.8	78,844.5	1,418,450.9	1,041,617.2	1,028,472.4	28.255	28.037s

Fuente: SAGARPA 2007

