



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

“Evaluación del tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) y del tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*) en 11 genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en Texcoco, Estado de México.”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
JOSE MANUEL PRUDENCIO SAINS

ASESOR. 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.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Evaluación del rizón común (Xanthomonas campestris pv. phaseoli) y del tizón
de halo (Pseudomonas syringae pv. phaseolicola), en 11 genotipos de frijol
(Phaseolus vulgaris L.), en Texcoco, Estado de México.

que presenta el pasante: José Manuel Prudencio Sains
con número de cuenta: 9206312-5 para obtener el título de :
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán izcalli, Méx. a 7 de febrero de 2001.

PRESIDENTE	<u>Dra. Rosa Navarrete Maya</u>	
VOCAL	<u>M.C. Yazmin Cuervo Usan</u>	
SECRETARIO	<u>Biol. Elva Martínez Holguín</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Guillermo Basante Butrón</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Edgar Ornelas Díaz</u>	

DEDICATORIAS

A Dios por haberme dado la oportunidad de vivir.

A quienes por su ejemplo y constante dedicación hicieron lo que ahora soy:

Mis Padres:
José Guadalupe y Andrea

Gracias por todo su cariño, apoyo, esfuerzo, sacrificio y fortaleza;
siendo esta la herencia más grande.

A mis hermanos: Pedro, Sonia, Mauricio y Pepe
Por su apoyo incondicional y estímulo en mi superación profesional y personal.

En memoria de mi abuelita Arcadia y mi primo Arturo.

A toda a mi familia que es una sola.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme la oportunidad ser Universitario y de prepararme profesionalmente.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por abrirme sus puertas y ofrecerme lo mejor de ella.

A la carrera de Ingeniería Agrícola, la cual ha sembrado en mí persona un compromiso con la sociedad, que pronto dará frutos.

Al INIFAP Campo Experimental Valle de México, por las atenciones prestadas.

A la Dra. Rosa Navarrete Maya por las enseñanzas transmitidas, su amistad, y dedicación para la realización de este trabajo.

Al Dr. Jorge A. Acosta Gallegos por su apoyo y sugerencias.

Al M.C. Rigoberto Rosales por su valiosa cooperación.

Al Ing. Jorge Navarrete Maya por su tiempo y consejos.

A los profesores:

Biol. Elva Martínez Holguin.

M.C. Yazmin Cuervo Usan

Ing. Edgar Ornelas Díaz.

Ing. Guillermo Basante Butrón.

Ing. Javier Carrillo Salazar.

Por sus recomendaciones, que enriquecieron este trabajo.

A mis amigos: Evangelina, Alejandra, Marina, Edgar, Juan, Pablo y Gonzalo por haberme brindado su amistad.

A la Generación 20ava. y profesores de la carrera de Ingeniería Agrícola.

“POR MI RAZA, HABLARA EL ESPIRITU”

CONTENIDO

	Pág
Índice de cuadros.	iv
Índice de figuras.	viii
Índice de gráficas.	viii
RESUMEN.	ix
I.- INTRODUCCION.	1
1.1. Objetivos.	4
1.1.1. Objetivo general.	4
1.1.2. Objetivos particulares.	4
II.- MARCO TEORICO.	5
2.1. El Cultivo del Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).	5
2.1.1. Antecedentes del frijol.	5
2.1.2. Situación actual del frijol a nivel nacional.	5
2.1.3. Clasificación y descripción botánica.	11
2.1.4. Composición química.	13
2.1.5. Requerimientos del cultivo.	13
2.1.6. Ciclo biológico.	15
2.1.7. Fenología.	15
2.1.8. Hábito de crecimiento.	19
2.1.9. Plagas y enfermedades.	21
2.1.10. Variedades.	21
2.2. Tizón Común (<i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>phaseoli</i>).	23

2.2.1. Antecedentes.	23
3.2.2. Etiología.	24
2.2.3. Epidemiología.	25
2.2.4. Sintomatología.	26
2.2.5. Control.	27
2.3. Tizón de Halo (<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>).	28
2.3.1. Antecedentes.	28
2.3.2. Etiología.	28
2.3.3. Epidemiología.	29
2.3.4. Sintomatología.	30
2.3.5. Control.	31
2.4. Herencia de la Resistencia en Frijol.	33
2.5. Progreso de las Enfermedades.	36
2.5.1. Severidad e incidencia del tizón común en frijol.	37
2.5.2. Severidad e incidencia del tizón de halo en frijol.	38
2.5.3. Transmisión del tizón común y del tizón de halo.	39
III.- MATERIALES Y METODOS.	42
3.1. Localización y Descripción del Sitio Experimental.	42
3.2. Características del Germoplasma.	44
3.3. Diseño Experimental.	45
3.4. Establecimiento.	46
3.5. Toma de Datos.	46
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.	49
4.1. Severidad del Tizón de Halo y del Tizón Común.	49
4.1.1. Severidad del tizón de halo.	51
4.1.2. Severidad del tizón común.	54
4.2. Incidencia del Tizón de Halo y del Tizón Común	57

4.2.1. Incidencia del tizón de halo.	57
4.2.2. Incidencia del tizón común.	59
4.3. Area Bajo la Curva del Progreso del Tizón de Halo y Tasa de Incremento de la Enfermedad del Tizón de Halo.	61
4.4. Area Bajo la Curva del Progreso del Tizón Común y Tasa de Incremento de la Enfermedad del Tizón Común.	63
4.5. Correlaciones	66
V.- CONCLUSIONES.	68
VI.- RECOMENDACIONES.	68
VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	69
VIII.- ANEXO.	78

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Superficie sembrada (ha) de frijol, en los principales estados productores y total nacional durante el período de 1990 a 1997.	7
Cuadro 2. Superficie cosechada (ha) de frijol, en los principales estados productores y total nacional durante el período de 1990 a 1997.	8
Cuadro 3. Rendimiento medio (Kg/ha) de frijol, en los principales estados productores y total nacional durante el período de 1990 a 1997.	9
Cuadro 4. Producción (miles/ton) de frijol, en los principales Estados productores y total nacional durante el período de 1990 a 1997.	10
Cuadro 5. Composición química de la semilla de frijol.	13
Cuadro 6. Etapas fenológicas del cultivo del frijol.	19
Cuadro 7. Principales variedades de frijol según su adaptación climatológica.	22

Cuadro 8. Clasificación de variedades según su preferencia.	23
Cuadro 9. Escala de severidad para el tizón común.	26
Cuadro 10. Escala de severidad para el tizón de halo.	30
Cuadro 11. Material genético.	44
Cuadro 12. Calendario de las actividades del sistema productivo	46
Cuadro 13. Severidad del tizón de halo (<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>) en 11 genotipos de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en Texcoco, Edo. de Méx.	53
Cuadro 14. Severidad del tizón común (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i>) en 11 genotipos de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en Texcoco, Edo. de Méx.	56
Cuadro 15. Porcentaje de incidencia del tizón de halo (<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>) en 11 genotipos de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en Texcoco, Edo. de Méx.	58
Cuadro 16. Porcentaje de incidencia del tizón común (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i>) en 11 genotipos de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en Texcoco, Edo. de Méx.	60
Cuadro 17. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad y tasa de incremento de la enfermedad del tizón de halo (<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>), en 11 genotipos de frijol, en Texcoco, Edo. de Méx.	62
Cuadro 18. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad y tasa de incremento de la enfermedad del tizón común (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i>), en 11 genotipos de frijol, en Texcoco, Edo. de Méx.	64

Cuadro 19. Coeficientes de correlación simple entre variables climáticas y el desarrollo de las enfermedades.	67
Cuadro 20. Análisis de varianza para la severidad de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> a los 67 días después de la siembra.	69
Cuadro 21. Análisis de varianza para la severidad de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> a los 67 días después de la siembra.	69
Cuadro 22. Análisis de varianza para la severidad de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> a los 85 días después de la siembra.	69
Cuadro 23. Análisis de varianza para la severidad de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> a los 85 días después de la siembra.	69
Cuadro 24. Análisis de varianza para la severidad de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> a los 99 días Después de la siembra.	70
Cuadro 25. Análisis de varianza para la severidad de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> a los 99 días después de la siembra.	70
Cuadro 26. Análisis de varianza para la incidencia de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> a los 67 días después de la siembra.	70
Cuadro 27. Análisis de varianza para la incidencia de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> a los 67 días después de la siembra.	70

Cuadro 28. Análisis de varianza para la incidencia de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> a los 85 días después de la siembra.	71
Cuadro 29. Análisis de varianza para la incidencia de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> a los 85 días después de la siembra.	71
Cuadro 30. Análisis de varianza para la incidencia de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> a los 99 días después de la siembra.	71
Cuadro 31. Análisis de varianza para la incidencia de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> a los 99 días después de la siembra.	71
Cuadro 32. Análisis de varianza para el área bajo la curva del progreso de la enfermedad de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> .	72
Cuadro 33. Análisis de varianza para el área bajo la curva del progreso de la enfermedad de <i>Xanthomonas</i> <i>campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> .	72
Cuadro 34. Análisis de varianza para la tasa de incremento de la enfermedad de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> .	72
Cuadro 35. Análisis de varianza para la tasa de incremento de la enfermedad de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> .	72

RESUMEN

El tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) y el tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*), son de las enfermedades más importantes del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), ya que tienen una distribución muy amplia por México. Para su control se recomiendan la utilización de antibióticos y variedades resistentes, siendo este último el de mejores resultados. En esta investigación se planteó como objetivo general la evaluación de la severidad y la incidencia de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, en 11 genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de campo en Texcoco, Edo. de Méx. Así mismo se plantearon los siguientes objetivos particulares: 1) determinar el grado de severidad y el porcentaje de incidencia de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, en 11 genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y 2) estudiar la dinámica de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, en el cultivo de frijol de temporal y su relación con el clima incidente durante el ciclo de cultivo. Los resultados indican que los genotipos más tolerantes para ambas enfermedades son: Don Bay, Negro 8025 y Pinto Villa, siendo estos originarios de México. Y los más susceptibles fueron CH Market para el tizón de halo, mientras que 97RS326 para el tizón común. Las incidencias para ambos patógenos fueron mayores del 50%. En cuanto al progreso de las enfermedades el tizón de halo aparece al final de la fase vegetativa y tizón común aparece al inicio de la fase reproductiva. La Tasa de incremento indica que tizón común es más agresivo ya que su infección es posterior a la del tizón de halo y alcanza una severidad más alta. Las condiciones climáticas presentes en esta investigación, fueron determinantes, para el desarrollo de estas enfermedades.

I.- INTRODUCCIÓN

El frijol es un cultivo importante en México, en 1999 se sembraron 2.394 millones de ha. La actividad productiva del frijol constituye una de las más relevantes del país debido a que es fuente importante de empleo e ingreso de un amplio sector de la población rural, además de ser una garantía de seguridad alimentaria vía autoconsumo. Junto con el maíz, el frijol aporta prácticamente la totalidad de las proteínas que consumen principalmente los estratos sociales de bajos ingresos de la ciudad y del campo. Debido a la poca oferta del campo mexicano, en cuanto a la producción de los granos básicos, donde se incluye el frijol su demanda esta creciendo por lo que se importan grandes cantidades de éste (Ortiz, 1998; SAGAR, 1998 a; Rosales *et al.*, 2000; SAGAR, 2000).

El frijol presenta problemas de producción por diversos factores tales como: inundaciones, sequías, y sobre todo el ataque de plagas y enfermedades. Dentro de las enfermedades más importantes del frijol que ocurren en México se encuentran las pudriciones de raíz, la antracnosis y la roya o chahuixtle inducidas por hongos; el mosaico común y el mosaico dorado provocados por virus; y otras causadas por nematodos, como el nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*). Además, las defoliaciones inducidas por bacterias como el tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) y el tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*), estas enfermedades causan un decremento de su rendimiento. En el pasado se consideraba que no eran problema, ya que no ocasionaban pérdidas significativas, pero en la actualidad son un problema real por lo que se busca el desarrollo de variedades resistentes, ya que esto es una de las alternativas más viables y económicas para el control de estas enfermedades (Acosta, 1992; Núñez, 1994; Ortiz, 1998).

Debido a que los productores, no tienen la tradición ni la facilidad para utilizar medidas que incrementen la producción como son: control de maleza, plagas y enfermedades, uso de fechas de siembra, bajas densidades de siembra y el uso de variedades mejoradas, lo que ocasiona que el rendimiento sea bajo. Además los precios de este cultivo son bajos, debido a las grandes importaciones de los Estados Unidos, a los elevados costos de los insumos agrícolas y al intermediarismo, esto provoca que las ganancias del productor sean mínimas, ocasionando el poco interés en este cultivo como negocio (Navarrete, 1996).

En cuanto a las pérdidas del rendimiento ocasionadas por el tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*), se ha estimado que varían entre el 15 y el 30 %, mientras que el tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*) es la enfermedad bacteriana más importante, ya que ocasiona daños considerables al provocar la defoliación prematura de las plantas (Campos, 1987), dependiendo de las condiciones climáticas durante el ciclo biológico del frijol, la variedad que se cultive y la concentración del inoculo existente (Navarrete, 1996).

La distribución del tizón común y del tizón de halo, en las zonas productoras de frijol del país es muy amplia, ocurren con mayor intensidad en los estados de Chihuahua, Durango, Nuevo León, Tamaulipas, Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco, Estado de México, Puebla y Tlaxcala (Campos, 1987).

Para el control de las enfermedades bacterianas del frijol se recomienda el uso de semilla sana, rotación del cultivo cada tres años, aspersiones con fungicidas de cobre, aplicación de antibióticos (sulfato de dehidroestreptomicina y sulfato de estreptomicina.) y la utilización de variedades resistentes al patógeno. Este ultimo es el método más recomendado, ya que la aplicación de agroquímicos significa un mayor gasto y el control no llega a un 100%; además de que resultan ligeramente fitotóxicos (Agrios, 1995; Campos, 1987).

Por lo anterior esta investigación tiene como objetivo la identificación de genotipos resistentes a estas enfermedades bacterianas. La utilización de estos en el mejoramiento permitirá obtener variedades comerciales resistentes a enfermedades y bajar los costos de producción e incrementar el rendimiento.

1.1.- Objetivos.

1.1.1. Objetivo general:

Evaluar la severidad y la incidencia de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, en 11 genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de campo en Texcoco, Estado de México.

1.1.2. Objetivos particulares:

1.1.2.1. Determinar el grado de severidad de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, en 11 genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

1.1.2.2. Determinar el porcentaje de incidencia de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, en 11 genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

1.1.2.3. Estudiar la dinámica de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, en el cultivo de frijol de temporal y su relación con el clima incidente durante el ciclo de cultivo.

II.- MARCO TEORICO.

2.1. El Cultivo del Frijol.

2.1.1. Antecedentes del frijol.

El frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) es de origen americano, los restos más antiguos de esta planta ya domesticada, se encontraron en las Cuevas de Coxcatlán, en el Valle de Tehuacán, Puebla y datan de 4,975 a. C. 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 hace 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 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), X-KALIL-BUL (maya), y BI-ZAAHUL (zapoteco). En la actualidad, el frijol en estado seco y fresco se usa principalmente en guisos, ensaladas y diversos platillos (Ortiz, 1998; SAGAR, 1998 a).

2.1.2. Situación actual del frijol a nivel nacional.

La actividad productiva del frijol es relevante para el país debido a que es fuente de empleo e ingreso de un amplio sector de la población rural, además de ser una garantía de seguridad alimentaria, vía autoconsumo, considerándose que el frijol y el maíz aportan prácticamente la totalidad de las proteínas vegetales que consumen principalmente los estratos sociales de bajos ingresos de la ciudad y del campo, ocasionando que exista una gran demanda de este grano.

En México se cultiva el frijol principalmente para consumir el grano seco; aunque existen variedades que se siembran especialmente para ejote. En los últimos años el país no ha sido autosuficiente y se ha recurrido a la importación de frijol, principalmente de Estados Unidos, China, Brasil y Argentina (Ortiz, 1998; SAGAR, 1998 a).

En los últimos años se ha registrado una disminución en el consumo per cápita de frijol en todo el mundo. Entre 1985 y 1995 pasó de 2.8 a 2.6 kilogramos por persona. Parece poco, pero 200 gramos por 5,800 millones de habitantes significaban un millón 160 mil toneladas; es decir, una producción casi tan grande como la de México, que es un productor importante. México es uno de los principales consumidores de frijol en el mundo: consume el 8% del frijol destinado al consumo humano. Pero el consumo per cápita de los mexicanos ha tendido a disminuir más rápido que en el resto del mundo, entre 1989 y 1996 pasó de 13.7 a 12.7 kilogramos, es decir, se redujo un kilogramo en siete años (Ortiz, 1998; SAGAR, 1998 a).

No obstante que en su comercialización existe un alto grado de intermediación en detrimento de productores y consumidores, el 68% de la producción se destina en forma directa al consumidor final, debido a las características propias de esta leguminosa y a los hábitos de consumo predominantes. Los procesos de transformación industrial, no han cobrado significación dentro del ámbito económico del producto. Se trata de un cultivo sensible a las situaciones económicas derivadas de la política y programas destinados al campo, así como a los cambios que se pueden presentar tanto en el mercado nacional como internacional (SAGAR, 1998 a).

La superficie sembrada en México, esta localizada principalmente en los estados del Altiplano, destacando como principal productor Zacatecas que en promedio de 1990 a 1997 sembró 719,753 hectáreas, aportando el 32.45 %, seguido de Durango con el 13.16 %, Chihuahua con el 9.22 %, Sinaloa 5.39 % y Nayarit con el 3.67 %, representando el 63.89 % de la superficie sembrada a nivel nacional, de la cual el 54.83 % es de temporal (Zacatecas, Durango y Chihuahua) y el 9.06 % de riego (Sinaloa y Nayarit). Para el periodo de 1990 a 1997, la superficie promedio fue de 2,217,794 hectáreas y una tasa de crecimiento medio anual de 0.3 %. En lo que va de la década todos los años han superado los 2 millones de hectáreas sembradas, a excepción de 1992 en donde sólo se sembraron 1,860,880 hectáreas un 16.1 % menos que el promedio de los ocho años (Cuadro 1) (SAGAR, 1998 a y b).

Cuadro 1. Superficie sembrada (ha) de frijol en los principales estados productores y total nacional durante el periodo de 1990 a 1997.

ESTADO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	PROM.
ZAC.	747,452	730,992	577,893	693,521	759,672	785,894	697,028	765,753	719,753
SIN.	74,306	150,959	120,941	100,472	124,092	157,222	107,885	121,102	119,622
DGO.	299,079	278,934	241,809	286,373	315,985	300,830	299,381	312,825	291,902
CHIH.	225,644	163,654	102,015	212,567	223,061	232,325	258,196	218,824	204,536
NAY.	62,113	102,750	80,058	80,275	83,804	93,130	73,801	74,995	81,366
OTROS	863,026	771,568	738,164	777,802	878,948	784,349	759,549	831,323	800,615
TOTAL	2,271,620	2,198,857	1,860,880	2,151,020	2,385,562	2,353,750	2,195,840	2,324,822	2,217,794

Fuente: Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. SARH; 1990,1991, 1992 b y 1993. SAGAR 1994, 1995, 1996 y 1997.

La superficie cosechada de frijol en México durante el periodo de 1990 a 1997, fue de 1.88 millones de hectáreas en promedio. Esta es fuertemente influenciada por la precipitación durante el ciclo del cultivo de Junio a Septiembre; mientras que en riego se ve afectada por plagas, enfermedades, inundaciones y

lluvias al momento de la cosecha. Los estados del Norte: Zacatecas, Durango, Chihuahua, Sinaloa y Nayarit, son donde hay mayor superficie cosechada. Cabe señalar que las pérdidas en cuanto a la relación de hectáreas sembradas-cosechadas son de un 15.19 %, lo cual se ve más acentuado en los estados donde se siembra bajo temporal que en los de riego. En los años de 1992 y 1997 se registraron índices de siniestralidad de más del 30 % (Cuadro 2) (SAGAR, 1998 a).

Cuadro 2. Superficie cosechada (ha) de frijol en los principales estados productores y total nacional durante el período de 1990 a 1997.

ESTADO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	PROM
ZACATECAS	736,090	695,786	353,353	624,294	720,800	694,160	662,660	546,747	629,236
SINALOA	68,254	123,718	79,703	99,238	119,953	145,037	104,509	118,677	107,636
DURANGO	282,628	275,253	150,374	277,042	291,060	291,604	290,755	132,533	248,906
CHIHUAHUA	205,817	146,607	83,044	202,889	148,839	157,154	242,835	160,055	168,405
NAYARIT	54,688	96,785	39,109	78,028	83,598	92,729	72,417	73,278	73,829
OTROS	746,540	648,832	590,005	592,371	722,437	659,763	675,222	589,921	653,137
TOTAL	2,094,017	1,988,981	1,295,588	1,873,862	2,086,687	2,040,447	2,048,398	1,621,211	1,881,149

Fuente: Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. SARH; 1990, 1991, 1992 b y 1993. SAGAR 1994, 1995, 1996 y 1997.

El cultivo de frijol no es constante en su producción, ya que en el período de 1990 a 1997 se observa un retroceso en la dinámica que venía desarrollando el cultivo debido a una serie de situaciones por las cuales atraviesa la economía mexicana, lo cual afecta de manera directa al Sector Primario. En 1994 se implementó PROCAMPO y se da la oportunidad de aportar recursos directos a los productores y fomentar la producción sin olvidar otras limitantes naturales, como es el recurso agua, ya que más del 85 % de la superficie es sembrada en temporal y un poco menos del 15 % bajo la modalidad de riego (Cuadros 1 y 2) (SAGAR, 1998 a).

El rendimiento de frijol está influenciado por una enorme cantidad de factores controlables e incontrolables; de los incontrolables, la precipitación es el factor que por si solo, explica más del 50% del rendimiento del frijol en las áreas de temporal; aunado a este factor se encuentra la evaporación, ambos determinan el rendimiento de frijol en más del 80% (SAGAR, 1998 a). Observando la producción por modalidad del periodo de 1990 a 1997, el riego crece 1.6 % y el temporal retrocede -3.2 %, lo cual corrobora, que por medio de rendimientos también se puede llegar a determinar que el factor agua es indispensable para el incremento de la producción. Una vez más los años 1992 y 1997 resultaron ser los peores años del periodo analizado. En este caso los siniestros parciales cobraron su cuota en materia de productividad y registraron los rendimientos por hectárea más bajos, debido a la sequía, dando como resultado rendimientos de 0.555 ton/ha. (1992) y 0.588 ton/ha. (1997). Los mejores años fueron 1991 y 1993 con 0.693 y 0.687 ton/ha. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimiento medio (kg/ha) de frijol, en los principales estados productores y total nacional durante el periodo de 1990 a 1997.

ESTADO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	PROM
ZACATECAS	660	674	380	501	632	518	589	426	547.5
SINALOA	1,455	1,276	1,358	1,711	1,496	1,403	1,330	1,517	1443
DURANGO	393	632	281	637	467	502	676	321	488.5
CHIHUAHUA	433	508	323	735	487	447	623	517	509
NAYARIT	925	997	703	1,310	1,089	1,017	998	998	1004.5
TOTAL	615	693	555	687	654	623	659	588	634

Fuente: Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. SARIH; 1990,1991, 1992 b y 1993. SAGAR 1994, 1995,1996 y 1997.

Los bajos rendimientos obtenidos se deben a que el frijol ha sido desplazado para su siembra hacia áreas con pobre potencial productivo, en las que la agricultura es de alto riesgo, por lo que generalmente no se satisface el requerimiento nacional (Acosta, 1998).

La producción media de frijol en el período de 1990 a 1997 fue de 1.2 millones de toneladas; de las cuales 0.8 millones correspondieron a temporal y 0.4 millones a riego. La producción de frijol ha ido en aumento; en la década de los 60s de produjeron en promedio 800 mil toneladas, en los 70s este se incrementó a 880 mil toneladas y para los 80s la producción promedio alcanzó 992 mil toneladas (SAGAR, 1998 a).

Cuadro 4. Producción (miles/ton.) de frijol, en los principales estados productores y total nacional durante el período de 1990 a 1997.

ESTADO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	PROM
ZACATECAS	485.7	469.1	134.2	312.5	455.5	359.8	390.3	233.1	355.0
SINALOA	99.3	160.4	108.2	169.8	179.5	203.5	138.9	180.0	154.9
DURANGO	111.1	173.8	42.2	176.4	135.9	146.3	196.5	42.5	128.0
CHIHUAHUA	89.0	74.4	26.8	149.1	72.5	70.2	151.2	82.8	89.5
NAYARIT	50.6	96.4	27.5	102.2	91.0	94.3	72.3	73.1	75.9
OTROS	451.7	404.2	379.6	377.4	429.8	396.8	399.8	341.4	397.6
TOTAL	1,287.3	1,378.6	718.6	1,287.6	1,364.2	1,270.9	1,349.1	952.9	1,201.1

Fuente: Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. SARH; 1990, 1991, 1992 b y 1993. SAGAR 1994, 1995, 1996 y 1997.

La producción para el período de 1990 a 1997, tuvo un comportamiento similar a la superficie sembrada y cosechada al presentar incrementos a través de las últimas décadas; sólo que los volúmenes de producción se aprecian más, debido al aumento en la productividad por hectárea de este cultivo. Entre 1990 a 1997 la producción se mantuvo por arriba de 1,200 mil ton. anuales a excepción de los años 1992 y 1997, en los cuales se obtuvieron 718 mil ton y 952 mil ton. respectivamente, debido a las sequías que se registraron en el país. La producción de riego contribuye con el 32.9 % del total, siendo una constante que el volumen más grande es decir el 67.1 % lo aportan las áreas de temporal en el total de la producción nacional (Cuadro 4) (SAGAR, 1998 a).

2.1.3. Clasificación y descripción botánica.

La clasificación botánica del frijol es la siguiente:

Reino	Vegetal
División	Tracheofita
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotiledoneae
Orden	Rosales
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionoidae
Tribu	Phaseolae
Subtribu	Phaseolinae
Género	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>Phaseolus vulgaris</i> Linneo.

Fuente: (Ortiz, 1998)

El frijol pertenece a la familia de las leguminosas, es una planta herbácea anual; la raíz es pivotante, ramificada en su origen con presencia de nódulos bacterianos, el tallo es epigeo, corto y robusto o de guía y voluble, con pubescencias cortas y rígidas. Las hojas excepto las dos primeras (cotiledones), con nervadura reticulada, compuestas, alternas, pecioladas, de color verde claro, trifoliadas y provistas de estipulas persistentes. Las flores son hermafroditas “amariposadas”, agrupadas en racimos; el fruto es verdadero, de un carpelo carnoso y dehiscente, es una vaina, semillas generalmente de cinco a seis y un riñón; son de diferentes colores desde blanco hasta negro, pasando por crema, amarillo, rosa y rojo; la forma de las semillas es plana o hola y opaca o brillante (Fig. 1) (Ortiz, 1998).

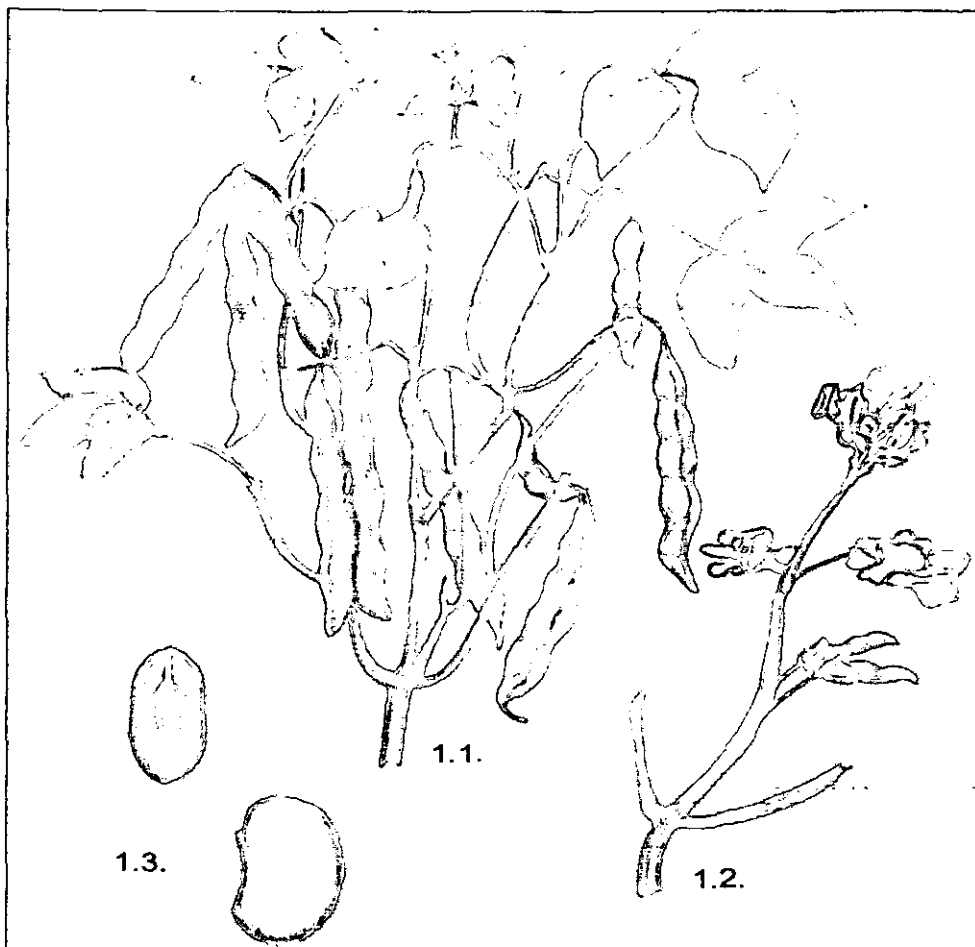


Fig. 1. El Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); 1.1. Rama con fructificación, 1.2. Inflorescencia y 1.3. Semillas. (Dibujo realizado por Cervantes Marquez A. basada en Meneses *et al.*, 1996).

El frijol posee algunas características que conviene tener presentes, es una planta C-3 que realiza fotosíntesis mediante el ciclo de Calvin, forma nódulos en las raíces que le permiten la fijación biológica del nitrógeno atmosférico. Es predominantemente autógama aunque presenta un cierto porcentaje de polinización cruzada y tiene hábito de crecimiento controlado genéticamente, pero puede ser modificado por el ambiente (Meneses *et al.*, 1996).

2.1.4. Composición química.

El grano de frijol contiene el 80% de proteínas y carbohidratos.

Cuadro 5. Composición química de la semilla del frijol:

Energía Kcal. = 332.00. Porción comestible 100%

Fibra	4.30g.
Humedad	7.90%
Grasas	1.80g.
Proteínas	19.20g.
Hidratos de Carbono	58.80g.

Lípidos		Minerales		Vitaminas	
Grasas Totales	1.80	Calcio mg	228	Retinol mcg	1.00
Colesterol mg	0.00	Fósforo mg	407	Acido Ascórbico mg	0.00
Saturados Totales g	0.12	Hierro mg	5.50	Tiamina mg	0.62
Monoinsaturados g	0.06	Magnesio mg	140	Riboflavina mg	0.14
Polinsaturados g	0.18	Sodio mg	24	Niacina mg	1.70
		Potasio mg	1406	Piridoxina mg	0.40
		Zinc mg	2.79	Acido Fólico mcg	394.00
				Cobalamina mcg	0.00

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

2.1.5. Requerimientos del cultivo.

El frijol se cultiva principalmente con el fin de obtener producción de semilla seca, y en menor proporción, producción en vaina o frijol ejotero. Este cultivo es vulnerable a factores como son: sequías, heladas tempranas y lluvias en exceso; así como, al ataque de plagas y enfermedades. El impacto de estos factores depende de la variedad que se trate, ya que el frijol desde sus primeras etapas de domesticación se ha cultivado bajo el régimen de temporal. Su crecimiento puede ser determinado o indeterminado y tiene la capacidad de retener la humedad durante su proceso de crecimiento al sufrir deficiencias hídricas, además de recuperar sus funciones al reanudarse la disponibilidad de líquidos. Su resistencia a la sequía, cambia a través de las etapas fenológicas debido a su resistencia ontogénica (Ortiz, 1998).

Los requerimientos del frijol determinantes en la producción y que se necesitan sean proporcionados para producir de manera eficiente son:

Clima.- El frijol común tiene un buen desarrollo en regiones templadas y tropicales aunque también se cultiva en zonas semiáridas y áridas. Temperatura de 15-27 °C, siendo la óptima de 20 - 25 °C, < de 0°C daña las plantas, > 30°C se detiene el crecimiento, su fotoperiodo es de día corto, ya que los días largos causan demoras en la floración, lluvias abundantes entre los 1000 y 1500 mm anuales en promedio, aunque las más adecuadas en temporal van de 300-500 mm, y en riego 8,000 m³/ha. Esta especie no es resistente a las heladas y a las lluvias excesivas durante la floración, provocando la caída de las flores (Ortiz, 1998).

Suelo.- El frijol se cultiva en suelos cuya textura varía de franco-limosa a ligeramente arenosa, pero tolera bien los suelos franco-arcillosos y crece en suelos con pH entre 5.5 a 7.0 y con una conductividad eléctrica de hasta 1 mmho/cm., mas allá de esta conductividad hay problemas de toxicidad y requiere pequeñas cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio. Esta planta al ser una leguminosa posee la capacidad de asimilar nitrógeno atmosférico por medio de los nódulos bacterianos (*Rhizobium* sp.) de sus raíces y por lo tanto las necesidades de nitrógeno en la planta del frijol son menores que en las plantas de cereales. Los suelos pesados húmedos y fríos, causan que el crecimiento sea lento. Los suelos con alto contenido de materia orgánica pueden favorecer un excesivo crecimiento vegetativo de la planta en perjuicio de la producción de semillas o vainas y en los suelos ligeros se obtiene una producción temprana, pero más reducida (Ortiz, 1998; SAGAR, 1998a).

2.1.6. Ciclo biológico.

El ciclo biológico del frijol es de 80 días en las variedades precoces (canarios, pintos y ojo de cabra) del tipo I, hasta 180 días en las variedades trepadoras, cultivadas en asociación con otros más, en altitudes intermedias con buena disponibilidad de humedad (Escalante y Kohashi, 1993; Ortiz, 1998).

2.1.7. Fenología.

Para comparar el comportamiento agronómico de una variedad sembrada en diferentes ambientes, es preferible hacerlo con base en etapas fenológicas que en edad cronológica (Ortiz, 1998).

La duración de las etapas de desarrollo del frijol están influenciadas por el genotipo (variedad) y hábito de crecimiento, clima, fertilidad del suelo, radiación solar y fotoperiodo. Las diferentes etapas de desarrollo del frijol han sido definidas en fases vegetativas y reproductivas (Escalante y Kohashi, 1993).

Fase Vegetativa:

Etapas V0 de Germinación. Es la reanudación del crecimiento del embrión. Se considera como inicio de la etapa V0, el día en que la semilla tiene a su disposición suficiente humedad para embeberse y, consecuentemente, iniciar la germinación.

Etapas V1 de Emergencia. Esta etapa se inicia cuando en el 50% de la población esperada en un cultivo, enseguida de que emerge el gancho plumular, los cotiledones aparecen al nivel del suelo.

Etapa V2 de Hojas primarias. Esta etapa comienza cuando las hojas primarias, que son simples y están en posición opuesta en el nudo 2, están completamente desplegadas en el caso de una planta, cuando esto ocurre en el 50% de las plantas de un cultivo. El desarrollo continúa con la expansión de las hojas primarias y de los folíolos de las hojas compuestas o trifolioladas, mismos que se encuentran plegados; su desarrollo posterior implica la continuación de su expansión, su separación y despliegue.

Etapa V3 de Primera hoja trifoliolada. Esta etapa se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y ubicada en un plano. Es importante apuntar que comúnmente, a las hojas compuestas se les llama trifoliadas, pero esta denominación es incorrecta, ya que indicaría tres hojas y trifolioladas, que es la denominación correcta, indica tres folíolos.

Etapa V4 de Tercera hoja trifoliolada. De manera semejante a la anterior, esta se inicia cuando la tercera hoja compuesta se encuentra completamente desplegada y los folíolos se localizan en un solo plano. Esta etapa V4, continúa con la expansión de la tercera hoja trifoliolada y el crecimiento de las siguientes hojas compuestas así como del tallo.

Fase reproductiva:

Etapa R5 de Prefloración. Esta se inicia con la aparición en las plantas del primer botón o el primer racimo.

Etapa R6 de Floración. Esta etapa se inicia cuando la planta presenta la antesis de la primera flor (la primera flor abierta). Las flores permanecen frescas, turgentes y poseen la coloración característica de la especie, lo cual sucede solamente el mismo día de la antesis. Al día siguiente se tornan flácidas, marchitas y cambian de color. Tres o cuatro días después de la antesis, la corola se marchita y puede estar colgando, próxima a desprenderse o puede haberse desprendido, dejando visible la vaina joven.

Etapa R7 de Formación de Vainas. Esta etapa se inicia cuando la planta presenta la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida. Esto sucede alrededor de tres o cuatro días después de la antesis.

Etapa R8 de Llenado de las Vainas. Esta etapa se inicia cuando la planta empieza a llenar la primera vaina, debido a que se inicia un crecimiento acelerado de las semillas, la cual alcanza su máximo peso alrededor de 40-45 días después de la antesis. La semilla tiene un color verde, en la etapa R8 va adquiriendo el color característico de la variedad.

Etapa R9 de Maduración, se caracteriza por la decoloración y el secado de las vainas. En un cultivo, el inicio de esta etapa se considera cuando la primera vaina inicia el proceso citado en el 50% de las plantas. Al final del ciclo la planta ha perdido todos los folíolos, quedando algunas veces el raquis unido a los tallos y las vainas unidas a la planta (Cuadro 6 y Fig. 2) (Escalante y Kohashi, 1993; Ortiz, 1998)

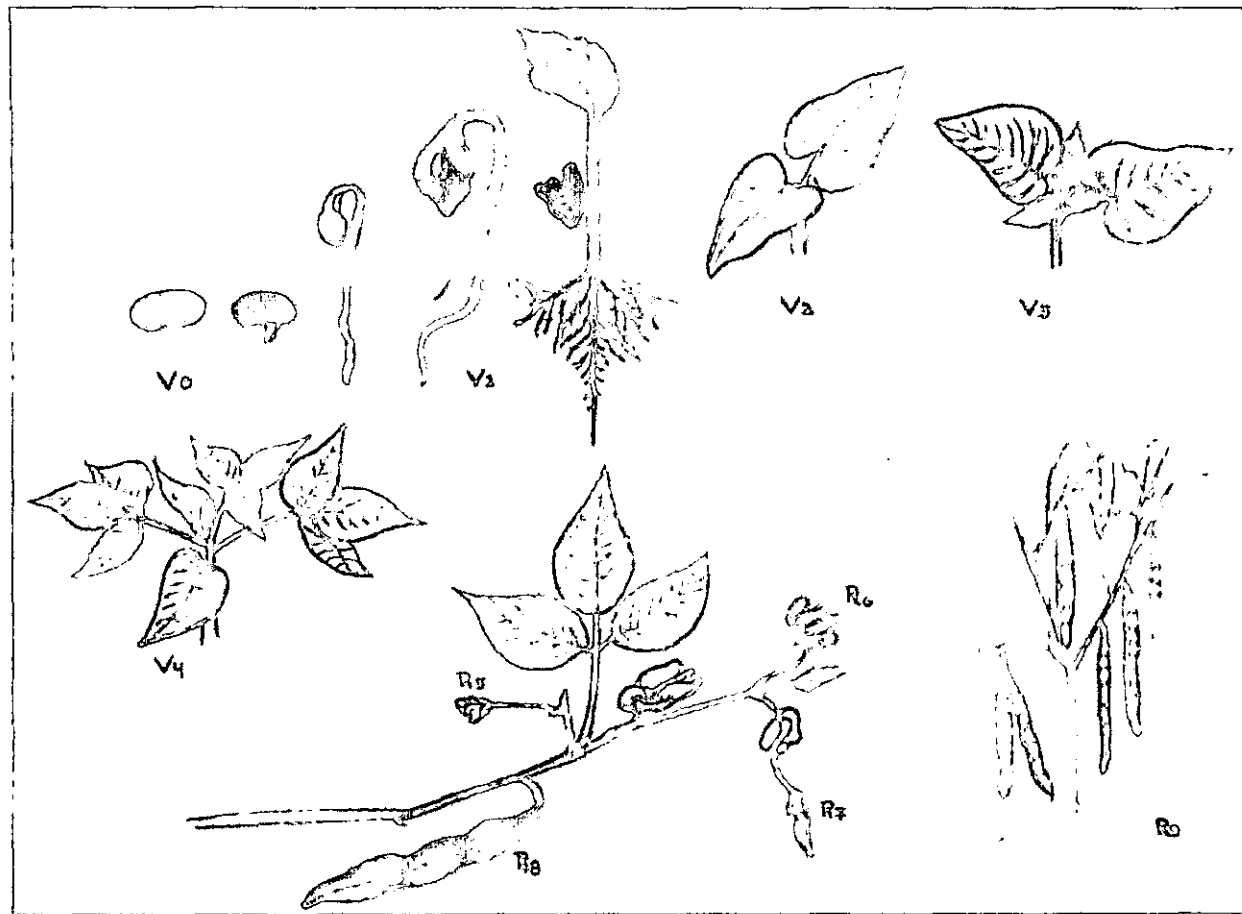


Fig. 2. Etapas fenológicas del frijol. (Dibujo realizado por Cervantes Marquez A. basado en Escalante y Kohashi, 1993)

Cuadro 6. Etapas fenológicas del cultivo del frijol.

FASE	P	ETAPAS
VEGETATIVA	V 0	Germinación
	V 1	Emergencia
	V 2	Hojas primarias
	V 3	1a. Hoja trifoliolada
	V 4	3a. Hoja trifoliolada
REPRODUCTIVA	R 5	Pre-floración
	R 6	Floración
	R 7	Formación de vainas
	R 8	Llenado de vainas
	R 9	Maduración

Fuente: Escalante y Kohashi, 1993.

2.1.8. Hábito de crecimiento.

Las variedades de frijol presentan dos hábitos de crecimiento: el determinado y el indeterminado. El frijol se clasifica de acuerdo al hábito de crecimiento con base en los siguientes caracteres: a) al tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo: determinado o indeterminado, b) al número de nudos, c) a la longitud de los entrenudos y la altura de la planta, d) a la aptitud para trepar y e) al grado y tipo de ramificación, se incluye aquí el concepto de “guía” definido como la parte de tallo y/o ramas que sobresalen por encima del cultivo (Ortiz, 1998).

Las plantas de hábito determinado o tipo de mata, se caracterizan porque son arbustivas y presentan en la etapa de floración, además de racimos florales axilares, un racimo terminal en el tallo principal y en las ramificaciones, lo cual ocasiona la detención del crecimiento vegetativo. En las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, el ápice del tallo y de las ramas presentan yemas vegetativas y los racimos son solamente axilares. En este hábito de crecimiento, puede ocurrir que por factores ambientales adversos tanto el tallo principal como las ramas crezcan en forma limitada y de la apariencia de tipo mata o arbusto (Escalante y Kohashi, 1993; Ortiz, 1998).

Aún cuando existen subdivisiones de cada uno de los tipos de frijol, el CIAT maneja básicamente cuatro tipos:

Tipo I. Determinado arbustivo

Ia Tallo y ramas fuertes y erectas

Ib Tallos y ramas débiles

Tipo II. Indeterminado, arbustivo tallos y ramas erectas

IIa Tallo erecto sin guías

IIb Tallo erecto con pequeñas guías

Tipo 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

Tipo IV Voluble (con ramas y tallos débiles, largos y torcidos)

Su tallo desarrolla doble capacidad de torsión en su habilidad trepadora; es el tipo que se utiliza en asociación maíz/frijol

(Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987).

Todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado continúan creciendo durante la etapa de floración. Entre los mejoradores de frijol, esta clasificación está muy difundida y es la manera cómo identifican de que tipo son los materiales genéticos que evalúan, seleccionan, cruzan y liberan como variedades mejoradas. Sin embargo, el tipo de crecimiento es una característica en donde pueden ocurrir cambios de una localidad a otra dependiendo de los factores ambientales, o bien de una misma localidad cambiando la densidad de población. (Escalante y Kohashi, 1993; Ortiz, 1998).

2.1.9. Plagas y enfermedades.

Las plagas que dañan las hojas, las vainas y las semillas de frijol son: la conchuela, la chicharrita, el picudo del ejote, los minadores de la hoja, las doradillas o loritos, la mosca blanca y los gorgojos que atacan el frijol almacenado (SARH, 1992 a).

En lo que se refiere a las enfermedades que atacan al frijol, entre las principales ocasionadas por hongos son: la Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), la roya o chahuixtle (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*), las pudriciones de raíz ocasionadas por *Rhizoctonia solani* y *Fusarium* spp.; las ocasionadas por bacterias como el tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*), el tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*); entre las virales están el virus del mosaico amarillo del frijol (BYMV) y el virus del mosaico dorado del frijol (BGMV). También las hay inducidas por nematodos como el nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*). Todas estas son las que ocasionan los principales daños (Ortiz, 1998; SARH, 1992 a; SAGAR, 1998 a).

2.1.10. Variedades.

Existe una gran cantidad de variedades de frijol común que se cultivan en el país. Su clasificación responde criterios que utilizan los productores: criollas o mejoradas, considerando las características de la semilla, de riego o de temporal según el régimen hídrico; preferentes y no preferentes según el gusto del consumidor (Cuadros 7 y 8).

Para las siembras en superficies de temporal, se prefieren variedades precoces con un ciclo relativamente corto de 85 a 100 días. Estas variedades resisten mejor las condiciones adversas como son las irregularidades de precipitaciones, sequías y heladas. Para las siembras de riego se prefieren plantas de guía o semiguía, indeterminadas, con un ciclo vegetativo de 110 a 120 días, que dan mejores

rendimientos. El rendimiento de las diferentes variedades de frijol depende principalmente de las características morfológicas, condiciones edafoclimáticas, hábito de crecimiento, número de inflorescencias por planta, tamaño de vaina y el número de semillas por vaina (SAGAR, 1998 a).

En México, en la producción de frijol de grano es importante contar con variedades resistentes al desgrane, ya que el desprendimiento de las semillas ocasiona pérdidas considerables; de igual manera se seleccionan variedades resistentes a enfermedades y plagas (SAGAR, 1998 a).

Considerando el gran número de variedades de frijol que se cultivan en el país y que por diversos factores, ya han perdido su pureza varietal, vigor y demás características genéticas, se ha instituido el Comité Calificador de Variedades de Plantas, para dictaminar sobre las variedades que se autoriza sembrar por ciclo agrícola y región, a través de diversas recomendaciones (Cuadro 7) (SAGAR, 1998 a).

Cuadro 7. Principales variedades de frijol según su condición climatológica.

CALIDA	TEMPLADA	FRIA
DELICIAS	JAMAPA	FLOR DE MAYO
CIAS T2	CANARIO 101	CANARIO 103
SATAYA 425	BAYO 107	CANARIO 107
JAMAPA	NEGRO PUEBLA	BAYO MEXICANO
CANARIO 101	FLOR DE MAYO	
BAYO 107	PINTO MEXICANO	
MAYOCOBA	FLOR DE JUNIO	

Fuente: SAGAR, 1998 a.

En el país se cultivan diferentes variedades de frijol, de acuerdo con los hábitos de consumo de cada región. En la zona Noroeste se cultivan variedades Azufradas, Negras y Pintas. En el Norte prefieren el frijol Bayo y Pinto. En el centro se producen frijoles de todos tipos, colores y tamaños; pero preferentemente

Flor de Mayo y Canario. En el Sur se siembran los frijoles Negros, pequeños de testa opaca (Cuadro 8). Sin olvidar que hay variedades que se producen en menor escala porque son regionales o locales (SAGAR, 1998 a).

Cuadro 8. Clasificación de variedades según su preferencia.

ALTAMENTE PREFERENTES	PREFERENTES	NO PREFERENTES
FLOR DE MAYO	GARBANCILLO	BAYO BARENDON
AZUFRAO	PINTO NACIONAL	BAYO BLANCO
MAYOCOBA	NEGRO SAN LUIS	BAYO RIO GRANDE
PERUANO	MANZANO	OJO DE CABRA
FLOR DE JUNIO	NEGRO QUERETARO	PINTO MEXICANO
NEGRO JAMAPA		SATEVO

Fuente: SAGAR, 1998 a.

2.2. Tizón Común *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*.

2.2.1. Antecedentes.

El tizón común es una enfermedad bacteriana del frijol también conocida como tizón fusco, tiene amplia distribución en las regiones templadas y subtropicales de México y, debido a la defoliación que causa, puede ocasionar severas pérdidas en el cultivo (Campos, 1987).

El primer registro documentado del tizón común en México data de los años cuarenta, época en que la enfermedad se presentó en la mayoría de las variedades de frijol de la clase comercial Canario, sembradas en el Campo Experimental de Pabellón Aguascalientes (INIA, 1946, citado por Navarrete, 1996).

En 1986 Lépiz señaló que el tizón común estaba presente en diversas áreas productoras de frijol en México, pero que no causaba daños económicos de importancia; sin embargo, indicó que esta enfermedad podría convertirse en un problema serio, al ocurrir condiciones favorables para su desarrollo. Situación que ya se ha presentado en algunas regiones del país y ha provocado pérdidas en el

rendimiento. Actualmente el tizón común del frijol se ubica entre los cuatro problemas fitopatológicos más importantes en México, por los daños que causa (Becerra y López 1994).

2.2.2. Etiología.

La bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye, pertenece a la Familia Pseudomonadaceae, del Orden Pseudomonadales. Deriva su nombre del color amarillo del pigmento que produce, el cual se conoce como xanthomonadina; está formado por mono o dibromo aril polienos y es insoluble en agua, es un carotenoide tipo alcohol. La bacteria tiene forma de bacilo, es Gram negativa, tiene forma de varilla; es unicelular, con un solo flagelo polar, aerobia; mide de 0.4 a 0.9 X 0.6 a 2.6 micras (Agarwal y Sinclair, 1987; Saettler, 1991; López, 1994).

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, semimucosa y la más virulenta, que es de tipo mucoso (Saettler, 1991; López, 1994).

En el frijol también se ha detectado con frecuencia a la variante *fuscans* de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* que provoca síntomas similares a los de *phaseoli*, sólo se puede diferenciar de la variante *fuscans* (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* variante *fuscans*) en el laboratorio. La única característica en que difieren una de otra, es que la variante *fuscans* es capaz de producir un pigmento de color café (melanina) en medio de cultivo que contenga tirosina. Ambas bacterias crecen bien en papa dextrosa agar (PDA), en agar nutritivo (AN) y en agar-levadadura-carbonato de calcio (YDC) (Schwartz, 1980; Saettler, 1991).

Bajo condiciones naturales *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* penetra a través de los estomas y por heridas, posteriormente invade los espacios intercelulares causando una disolución gradual de la lamela media. Las bacterias pueden penetrar en el tallo a través de los estomas del hipocótilo y epicótilo por medio de hidátodos y por cotiledones infectados. La bacteria puede causar taponamiento de los vasos del xilema y, consecuentemente el marchitamiento (Campos, 1987).

2.2.3. Epidemiología.

La bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y la variante *fuscans* requieren de temperaturas cálidas y causan los mayores daños cuando la temperatura varía entre 27 y 28 °C. *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* crece bien *in vitro* a 28 y 32 °C y se reduce su crecimiento a medida que disminuye la temperatura; a 16 °C el crecimiento es mínimo. La temperatura y la humedad desempeñan un papel importante en el desarrollo de esta enfermedad. La bacteria puede sobrevivir en el campo en los residuos de cosechas anteriores, de donde se ha podido aislar; y en el suelo durante el invierno (Campos, 1987).

La bacteria puede ser diseminada rápidamente por medio del agua de riego o de lluvia. Se ha comprobado que *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* puede vivir de 18 a 24 meses en la hojarasca y en otros residuos vegetales, también puede sobrevivir hasta por tres años en humedades de 20 a 50 % y temperaturas de 25 °C (Campos, 1987).

2.2.4. Sintomatología.

Los síntomas observados en la planta son idénticos para las dos bacterias causales de la enfermedad *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* variante *fuscans*. Inicialmente aparecen en las hojas, donde el envés presenta manchas pequeñas, de color café oscuro y aspecto húmedo; pero pueden ocurrir también en vainas y semillas. Las manchas tienen forma irregular, se necrosan y se rodean de un halo estrecho amarillento, que es síntoma típico de la enfermedad; al juntarse forman grandes áreas de tejido necrótico que ocasionan la defoliación de la planta. Algunas veces, después del estado de floración, una lesión circunda la base del tallo y hace que la planta se doble (Saettler, 1991). En condiciones favorables, la bacteria puede salir de las lesiones como exudado amarillo, que al secarse se vuelve rojizo. Las semillas infectadas, tienen un desarrollo anormal y generalmente quedan arrugadas. La severidad del tizón común se puede medir por medio de escalas (Cuadro 9) (Allen, 1983; Saettler, 1991).

Cuadro 9. Escala de severidad para el tizón común.

CALIF.	CARACTERISTICAS
1	Sin síntomas visibles de la enfermedad.
3	Aproximadamente 2% del área foliar está cubierta por unas pocas lesiones pequeñas. Generalmente, las vainas están libres de lesiones.
5	Aproximadamente 5% del área foliar está cubierta por lesiones pequeñas que comienzan a juntarse; éstas se hallan rodeadas a veces por halos amarillos que resultan en síntomas leves. Las lesiones en las vainas son generalmente pequeñas y no se juntan.
7	Aproximadamente 10% del área foliar está cubierta por lesiones medianas y grandes, generalmente acompañadas por halos amarillos y por necrosis. Las lesiones en las vainas son grandes, se juntan, y presentan con frecuencia exudados bacterianos.
9	Más del 25 % del área foliar está cubierta por lesiones grandes, generalmente necróticas, que se juntan una con otras, lo que ocasiona la defoliación de la planta. Las lesiones en las vainas se juntan para cubrir áreas extensas y exhiben abundante exudación bacteriana, lo que en ocasiones provoca que las vainas estén deformes y vacías.

Fuente: Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987.

2.2.5. Control.

Las prácticas adecuadas para el combate del tizón común son culturales como: selección de variedades resistentes, el uso de densidades óptimas de siembra, la eliminación de residuos de cosecha, la rotación de cultivos por tres o más años, la producción de semillas en épocas o áreas libres de la enfermedad (Campos, 1987; Saettler, 1991; Montes, 1995) y la resistencia genética. Existen algunas variedades tolerantes a la infección, entre ellas están Ojo de Cabra 73, Satevó 83, Delicias 71, Canario 180, Bayo Durango, Pinto Norteño, Jamapa, Agrarista y Negro Huasteco (Campos, 1987).

La especie *Phaseolus acutifolius* es resistente y por ello, se ha utilizado como fuente de resistencia en los programas de mejoramiento. Actualmente se cuenta con la variedad Pinto Mexicano 80 y la línea II-900-5-3-M-33-MU, que son resistentes (Díaz, 1993). Sin embargo, sabemos que existe variabilidad patogénica en esta bacteria, por lo que se requiere continuar con la búsqueda de nuevas variedades con resistencia (Navarrete, 1996).

Se han evaluado varios productos químicos para el control de esta enfermedad aplicados al follaje; entre otros, se pueden mencionar los siguientes: sulfato de cobre, caldo bordelés y otros productos elaborados con antibióticos (sulfato de estreptomicina) que hacen prohibitiva su aplicación debido al costo elevado, además de que se pueden formar mutantes resistentes a los antibióticos. En México se utiliza poco este tipo de productos, por el costo, aquí el porque de la búsqueda de variedades resistentes a esta enfermedad (Campos, 1987).

Por otro lado, existen reportes sobre el uso de plantas con propiedades curativas, en *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* el agente causal del tizón común que es la bacteria más estudiada en frijol, existe información sobre 12 plantas sin que predomine alguna familia y con poca información de principios activos, como

los alcaloides y taninos; entre ellas se encuentran: *Artabotrys hexapetalus* y las rutáceas *Evodia danielli* y *Ruta graveolans* (Montes, 1995).

2.3. Tizón de Halo *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*.

2.3.1. Antecedentes.

El tizón de halo es la enfermedad bacteriana más importante en las siembras de temporal, ya que ocasiona daños considerables al provocar defoliación prematura de las plantas. Se le observa con más regularidad en las regiones productoras de frijol de clima templado y con periodos de lluvia definidos y abundantes, como las de la Mesa Central de México, el Bajío, Aguascalientes, Zacatecas, Durango, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, Sinaloa, Tamaulipas, San Luis Potosí, Morelos, Veracruz, Querétaro e Hidalgo. Las variedades de hábito determinado o de mata son más susceptibles a esta bacteria (Campos, 1987).

2.3.2. Etiología.

La bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, pertenece a la Familia Pseudomonadaceae, del Orden Pseudomonadales. Es baciliforme; unicelular: posee de uno a seis flagelos mono o bipolares, que utiliza para desplazarse. Es Gram negativa y mide de 1.3 a 3.2 por 0.4 a 0.6 micras; se presenta en pares y rara vez en cadena; las colonias en agar nutritivo son circulares, lisas, brillantes y con un margen definido. La bacteria en el medio B de King produce un pigmento verde fluorescente. En extracto de carne agar las colonias varían de blanco a crema, son levantadas, circulares con margen más grueso que el centro. La temperatura óptima de crecimiento es de 25 a 30° C; la máxima de 36 a 37° C; mínima debajo de 0° C; requiere de un pH de 5.0 a 8.0 con un óptimo de 6.7 a 7.3, con un punto letal térmico de 49 a 50° C. El desarrollo de la enfermedad requiere de temperaturas de 16 a 20° C, y que a 24 y 28° C es leve o casi imperceptible. Las bacterias pueden conservarse almacenadas en nitrógeno líquido a -172° C durante 3 meses sin que

pierdan patogenicidad. La bacteria también puede sobrevivir en hojas secas hasta 7 años a temperaturas de 5 a 7° C (Campos, 1987; López, 1994).

2.3.3. Epidemiología.

Las bacterias sobreviven en las semillas infectadas y en los residuos de la cosecha anterior, y se reactivan cuando las condiciones son favorables. Cuando la bacteria se encuentra en la semilla la enfermedad puede ser diseminada a grandes distancias, convirtiéndose en la principal fuente de transmisión; el suelo es un medio apropiado para que la bacteria sobreviva de un ciclo a otro. La bacteria sobrevivió nueve meses después de haber sido digerida por una oveja que se había alimentado de residuos enfermos (Campos, 1987; SARH, 1992 a; López, 1994).

Pseudomonas syringae pv. *phaseolicola* se multiplica abundantemente sobre las lesiones en presencia de rocío, las salpicaduras de agua de lluvia y el viento transportan la bacteria hasta las plantas sanas. Su capacidad infectiva es enorme, ya que una docena de semillas es suficiente para producir una epifitía general en condiciones favorables. La incidencia de este patógeno, según se ha señalado, es menor en el sistema de producción de frijol asociado con maíz; éste último sirve como barrera e impide la diseminación de la bacteria. Los síntomas del tizón de halo se manifiestan entre los 6 y 10 días después de la inoculación cuando la temperatura es de 24 a 28° C, y los síntomas típicos de la enfermedad se manifiestan a 20° C (Campos, 1987; SARH, 1992 a).

Pseudomonas syringae pv. *phaseolicola* penetra por las heridas, también es capaz de hacerlo a través de los estomas y diseminarse internamente en el tejido vascular. Es frecuente que después de una granizada la enfermedad se incremente; lo anterior se debe a que las heridas causadas por el granizo facilitan la penetración de la bacteria (Campos, 1987).

2.3.4. Sintomatología.

Los síntomas típicos de la enfermedad aparecen en todas las partes aéreas de la planta que son susceptibles de ataque; en las hojas, los primeros síntomas se manifiestan en forma de pequeños puntos casi circulares de color café claro, similares a los causados por piquetes de insectos; después aumentan ligeramente de tamaño y a su alrededor se forma un halo o corona amarillenta de donde proviene el nombre común de la enfermedad del tizón de halo. Además del síntoma local, la bacteria produce síntomas sistémicos; en el follaje aparece una clorosis general de diferentes tonalidades, la cual es más intensa en las hojas trifoliadas. Este síntoma es muy semejante al producido por virus, las plantas que lo padecen son enanas, de hojas deformes que posteriormente se marchitan; a la defoliación le sigue la muerte de la planta (Cuadro 10) (Campos, 1987; SARH, 1992 a).

Cuadro 10. Escala de severidad para el tizón de halo.

CALIF.	CARACTERÍSTICAS
1	Sin síntomas visibles de la enfermedad.
3	Aproximadamente 2% del área de las hojas o de las vainas esta cubierta con lesiones redondas. Puede evidenciarse una ligera clorosis sistémica.
5	Aproximadamente 5% del área de las hojas o de las vainas esta cubierta con lesiones redondas de alrededor de 5 mm de diámetro. En los puntos de crecimiento puede presentarse una clorosis sistémica limitada.
7	Aproximadamente 10% de los tejidos foliares están afectados ya sea por lesiones o por la clorosis resultante de ella. Ocurre una deformación foliar limitada y las vainas presentan generalmente una exudación bacteriana en las lesiones que se juntan, las cuales pueden medir alrededor de 10 mm de diámetro.
9	Un 25 % o más de los tejidos foliares están afectados por lesiones y clorosis. Se observa distorsión foliar severa y las lesiones que se unen cubren áreas extensas en las vainas, causan su deformación y la producción de vainas vanas.

Fuente: Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987.

En vainas, las manchas producidas por bacterias son casi circulares, de aspecto grasiento o húmedo; cuando las condiciones climáticas son favorables la bacteria se multiplica y la lesión se cubre de una masa viscosa de color crema formada por miles de bacterias. Cuando las vainas se secan, las manchas grasientas se tornan de color café rojizo. En general, si el ataque ocurre cuando la planta ha alcanzado cierto desarrollo vegetativo, disminuye la producción. Los daños son más graves en las variedades de mata, como Canario 107, Cacahuete 72 y Flor de Durazno, especialmente días después de haberse presentado alguna granizada, vientos fuertes o aguaceros continuos. En las semillas, los principales síntomas de la enfermedad son el manchado y el arrugamiento de la misma; también es posible que cause la muerte de las semillas en formación (Campos, 1987).

La clorosis y el halo típico de la enfermedad se deben a que durante el proceso de infección la bacteria produce una toxina llamada faseolotoxina. Además se señala que es necesaria la toxina para que haya patogenicidad, y tiene la capacidad de eliminar fitoalexinas antibacterianas. La faseolotoxina o N-O fosfonulfamilonitina y la faseolotoxina N ácido fosfoglutónico son compuestos aislados de cultivos de la bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* por el método de filtrado (Campos, 1987).

2.3.5. Control.

Pseudomonas syringae pv. *phaseolicola* sobrevive en los residuos de cosechas anteriores, para ello se recomienda realizar labores culturales de control como una aradura profunda para incorporar estos residuos al suelo, donde la bacteria tiene pocas posibilidades de sobrevivir. Así mismo, se debe llevar a cabo una rotación de cultivos por lo menos durante tres años; este procedimiento contribuye a disminuir el inóculo. Por otra parte, conviene eliminar los residuos de la cosecha anterior mediante la quema. También es recomendable utilizar la semilla que no esté infectada; ésta se obtiene si se siembra semilla durante el invierno y

bajo condiciones de riego o de humedad que no favorezcan el desarrollo de la bacteria. Como parte del control se seleccionan las variedades que se adaptan bien en estos lugares y se siembran en las fechas recomendadas. También la semilla es tratada con productos químicos, pero no suelen ser muy efectivos (Campos, 1987; SARH, 1992 a).

El alto costo del control químico de esta enfermedad impone la necesidad de obtener variedades resistentes. Existen diversos estudios sobre este tipo de control utilizando la variedad Canario 101 como progenitor resistente, y como susceptible la variedad Sanilac. También se indican algunas variedades resistentes al tizón de halo como Canocel, Mecentral, Negro 151, Negro 170, Negro 150, Negro 66, Pinto 133, Bayo 158, Bayomex, Canario 400, Negro Puebla, entre otras (Campos, 1987). En el estado de Zacatecas, se han identificado variedades de frijol con tolerancia a *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* como son: Negro Zacatecas, Bayo Río Grande y Bayo Zacatecas (SARH, 1992 a).

Existe variabilidad patogénica *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, en donde hay tres razas de la bacteria, y que se pueden distinguir en cuanto a su agresión y a su capacidad de producir toxinas, utilizando variedades diferenciales. Se señala también que las plantas de mayor edad son más resistentes a la infección, y que las bacterias se multiplican en el xilema de plantas susceptibles y resistentes (Schwartz, 1980).

Izquierdo y Teliz, mencionados por Campos (1987), llevaron a cabo un estudio para controlar el tizón de halo del frijol bajo condiciones de campo mediante aspersiones de sulfato de estreptomycin, sulfato de dehidroestreptomycin y caldo bordelés solo y mezclado con los antibióticos, en plantas provenientes de semilla infectada con la bacteria. Encontraron que los mejores tratamientos fueron 500 ppm de sulfato de estreptomycin y caldo bordelés.

La efectividad de los antibióticos fue evidente en el campo, aunque ligeramente fitotóxicos, por lo que resulto mejor el uso del caldo bordelés, sobre todo por su bajo costo. En otros trabajos se redujo la infección de la semilla infectada en un 98% cuando la trataron con 2.5 g de estreptomicina/kg de semilla o con 0.25 g de kasugamycina/kg de semilla. También es posible controlar el tizón de halo mediante la aplicación de caldo bordelés, oxiclورو de cobre, sulfato de cobre, óxido cúprico, sulfato de estreptomicina y sulfato de dehidroestreptomicina, generalmente aplicados durante la floración (Campos, 1987)

2.4. Herencia de la Resistencia en Frijol.

Se sabe que hay más de 200 patógenos: bacterianos, hongos, virus y otros que causan enfermedades al frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). El número, la combinación, frecuencia y severidad de las enfermedades del frijol varían de una región a otra y de una temporada de cultivo a otra, dentro de una región en particular. Es difícil encontrar un cultivo de frijol comercial libre de enfermedades, especialmente en el trópico y en el subtropical (Navarrete y Moreno, 1995). Desde sus primeras etapas de domesticación, el frijol se ha cultivado esencialmente bajo condiciones de temporal (Muñoz *et al.*, 1995).

Las enfermedades afectan una o más partes de la planta y reducen el rendimiento de semilla, la calidad, la germinación y el valor de mercado, tal vez por la succulencia de sus tejidos, por los sistemas de monocultivo y por los factores evolutivos tanto del frijol como de los patosistemas. Además, varias enfermedades son transmitidas por semilla, se difunden rápidamente y se vuelven problemas en cuanto al rendimiento del cultivo si no se toman medidas preventivas oportunamente (Navarrete y Moreno, 1995; Muñoz *et al.*, 1995).

Un aspecto muy importante es el de la resistencia o inmunidad de las plantas al ataque de patógenos. La resistencia es la capacidad de una planta para prevenir, restringir o retardar el desarrollo de una enfermedad y puede ocurrir de diversas maneras. En algunos casos, el hospedero presenta caracteres anatómicos que le confieren resistencia al ataque de hongos o bacterias, tales como la gruesa cutícula cerosa o la formación de capas gomosas. Más comúnmente, la resistencia es de tipo fisiológico y en muchos casos depende del estado físico de las plantas, estas pueden presentar sustancias químicas que les confieren resistencia al ataque de patógenos. Estas sustancias pueden sintetizarse en la planta antes o después de la infección. Las sustancias preinfecciosas son, por lo general, compuestos fenólicos y, en ese sentido, se cree que los polifenoles oxidados reducen la actividad de las enzimas pectolíticas. Las sustancias posinfecciosas se conocen con el nombre de antibióticos y fitoalexinas (Rojas, 1993).

El género *Phaseolus* incluye aproximadamente 50 especies de las cuales la mayoría son silvestres y todas de origen americano. Las especies domesticadas son *P. vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. coccineus* L. y *P. acutifolius* A. Gray, y son conocidas por sus nombres comunes como frijol común, frijol lima, frijol ayocote y frijol tepari, respectivamente. Las variedades silvestres de *P. vulgaris* en México se encuentran en la vertiente occidental, en una franja de transición ecológica que fluctúa entre 500 y 1800 msnm y con mayor frecuencia hacia los 1200 msnm (Muñoz *et al.*, 1995).

En México los trabajos de mejoramiento genético del frijol se iniciaron en los años cuarentas. Para 1956 se obtuvieron variedades mejoradas por hibridación: Canocel, Bayomex y Negro Mecentral, las cuales tenían resistencia a las enfermedades más importantes de frijol: Antracnosis y Roya (Rodríguez, 1992). Posteriormente se ha señalado la existencia de diversas variedades resistentes al tizón común, muchas de las cuales se han mostrado susceptibles al sembrarse en

localidades distintas a donde se evaluaron inicialmente un ejemplo es Flor de Mayo Bajío la cual es muy susceptible a este patógeno (Navarrete, 1996).

Entre las medidas para controlar las enfermedades, el uso de cultivares con resistencia genética es fundamental para cualquier estrategia que sea protectora del ambiente, económica, exitosa y de larga duración. Para el control del tizón común y el tizón de halo es el uso de las variedades resistentes, medida que puede ser adoptada con relativa facilidad por la mayoría de los productores de frijol (Beebe y Pastor Corrales, 1991; Navarrete y Moreno, 1995).

Las poblaciones de patógenos y el frijol común han coevolucionado resultando mecanismos y genes diferentes para la resistencia en poblaciones de frijol común con orígenes diferentes. Programas a nivel internacional como nacional se concentran tanto frijol cultivado como silvestre, y germoplasma de diversos orígenes para la búsqueda de genes de resistencia, en contra del rango más amplio de poblaciones de patógenos (Acosta 1992; Singh, 1995).

La herencia de la resistencia del frijol a *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* se ha estudiado principalmente en la descendencia de cruzas de *Phaseolus vulgaris* por *Phaseolus acutifolius*. Las diferencias en el tipo de herencia y la presencia de variación en la patogenicidad en *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* han dificultado el desarrollo de variedades con resistencia durable y su utilización en zonas geográficas diferentes en donde se obtuvieron dichas variedades (Navarrete, 1996).

2.5. Progreso de la Enfermedad.

En la investigación se recurre a la epidemiología agrícola como herramienta fundamental para el conocimiento de las enfermedades como lo mencionan Zadocks y Schein (1979): la epidemiología agrícola proporciona el conocimiento del comportamiento de las enfermedades de los cultivos en el tiempo y espacio. Este rama de la fitopatología nos permite conocer con mayor precisión los factores que influyen en el desarrollo de las enfermedades o la eliminación de las enfermedades tales como la reducción o la eliminación del inoculo inicial o la reducción de la tasa relativa de incremento de la enfermedad (Berger 1977). Actualmente se carece de información sobre la dinámica temporal de epidemias en frijol (Mayek *et al.*, 1995).

Las enfermedades de frijol deben considerarse un complejo en cada región productora y no como patosistemas independientes, para ello es fundamental conocer de manera precisa las condiciones ambientales favorables para el desarrollo y el comportamiento epidémico de los patógenos del cultivo a fin de establecer estrategias efectivas de manejo integrado (Mayek *et al.*, 1995).

Para analizar el desarrollo de las enfermedades se recurre a la prueba del área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). En algunas epidemias, ninguno de los modelos: Exponencial, Monomolecular, Logístico y Gompertz, se ajusta adecuadamente. Esto es debido a las fluctuaciones en dy/dt o en la forma irregular de la gráfica de (y) contra (t) . En tales casos el ABCPE puede usarse para describir la epidemia. Puede ser calculada usando la regla del punto medio, también llamada método de integración trapezoidal (Van der Plank, 1975; Van der Plank, 1984).

El ABCPE tiene unidades de porcentaje-días, o de proporción-días. La exactitud de esta ecuación como estimador del área verdadera depende del tamaño del intervalo entre las mediciones de la enfermedad. Los intervalos más estrechos

dan mayor exactitud a la determinación de ABCPE (Van der Plank, 1975; Van der Plank, 1984; Campbell y Madden, 1990; Pedroza, 1999).

Tasa de Infección de la Enfermedad (TIE).- Durante el decenio de 1960, las investigaciones de Van der Plank contribuyeron a convertir la fitopatología en una ciencia más cuantitativa; mediante sus estudios demostró que muchas epifitias aumentan en forma acumulativa. Los resultados están expresados en unidades por día, proporciona una estimación de la tasa de infección (TI) por unidad de tiempo (t) y, por consiguiente, permite medir el aumento de la enfermedad (Van der Plank, 1975).

2.5.1. Severidad e incidencia del tizón común en frijol.

La presencia del tizón común se ha evaluado en campos experimentales y lotes de agricultores de diferentes localidades de Puebla, Guanajuato, Chihuahua, Nuevo León y Aguascalientes, registrándose incidencias de 40 a 100% (Campos, 1987). En varias localidades de Puebla, Chihuahua, Aguascalientes y Jalisco se han realizado estimaciones de la severidad de la enfermedad, la que ha variado de 15 a 26 % (Fig. 3). En Chihuahua se registró una severidad de tizón común de 86% y una incidencia de 40% en líneas mejoradas procedentes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), sembradas bajo condiciones de temporal (Jacobo *et al.*, 1992).

En la región del Altiplano y en los estados de Tamaulipas y Nuevo León, la enfermedad generalmente se presenta desde la etapa de prefloración en las siembras de verano, favorecida por las lluvias. En el sur de Jalisco y Colima el frijol se cultiva sólo o asociado con maíz en las siembras de otoño, en esas regiones se ha registrado la presencia de tizón común, aunque no se conocen detalles sobre el daño que puede causar (Campos, 1987).

2.5.2. Severidad e incidencia del tizón de halo en frijol.

El tizón de halo frecuentemente afecta al frijol de temporal y abate su rendimiento, además *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, se trasmite por semilla. El tizón de halo ocurre con más frecuencia en regiones con clima templado, períodos de lluvia definidos y abundantes, se ha observado en Aguascalientes, Zacatecas, Durango, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, Sinaloa, Tamaulipas, San Luis Potosí, Morelos, Veracruz, Querétaro, Hidalgo y en el Estado de México (Fig. 3). El tizón de halo puede provocar severo daño en el follaje y en consecuencia disminuir el rendimiento. Se han estimado pérdidas de 23 a 43% (Campos, 1987).



Fig. 3. Distribución del tizón común y del tizón de halo en México.

Como podemos darnos cuenta *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* y *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, están distribuidos en la mayor parte del país, teniendo variaciones en cuanto a severidad e incidencia debido a las condiciones climáticas, a la variedad sembrada y a la fecha de siembra.

2.5.3. Transmisión del tizón común y el tizón de halo.

Más de la mitad de las enfermedades que afectan al frijol son transmitidas por semilla: antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), el tizón de la vaina y el tallo (*Diaporthe phaseolorum*), la mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), la marchitez por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*), las pudriciones radiculares (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*), el moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*), la marchitez bacteriana (*Corynebacterium flaccumfaciens*), el tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*), el tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*), el virus del mosaico común del frijol, el virus del mosaico del pepino, el virus del mosaico sureño del frijol (Navarrete y Moreno, 1995).

La transmisión de enfermedades por semilla se considera la fuente más importante para la perpetuación de patógenos y para algunos de ellos, constituyen el medio exclusivo para la supervivencia. Los organismos pueden contaminar a la semilla a nivel superficial o estar mezclados con ella, sin que esto implique que las semillas los transmitan a la siguiente generación. Mientras que otros son llevados en los tejidos de las semillas, generalmente en estado de reposo, cuando se siembra la semilla infectada, el patógeno se desarrolla en la nueva planta, es decir la semilla lo transmite (Navarrete, 1996).

La transmisión de patógenos al nuevo cultivo depende de la cantidad de inóculo presente en la semilla, de su capacidad de invasión a la planta en cualquier etapa de su desarrollo, de la infección que cause a las semillas de la siguiente generación y del genotipo del hospedante. La presencia de patógenos altera la

calidad de la semilla en el ciclo siguiente al impedir un buen establecimiento del cultivo, ya que la presencia del patógeno puede afectar la viabilidad y el vigor, además de incrementar la susceptibilidad de la semilla al ataque de los patógenos del suelo (Navarrete y Moreno, 1995).

En muchas ocasiones, los patógenos de las semillas no son detectables a simple vista y cuando se moviliza semilla infectada o contaminada de una región a otra, sin que se someta el material a cuarentenas y sin que se efectúen pruebas de sanidad, se propicia el desarrollo de nuevas enfermedades. Un patógeno exótico al llegar a sitios libres de competidores y en presencia de hospedantes susceptibles, pueda alcanzar niveles epifíticos y abatir la producción, además de ampliar su dispersión. Como la semilla se puede movilizar de una región a otra, sin que se efectúen inspecciones para conocer su sanidad, esto puede repercutir en el desarrollo de epifitias en regiones en donde no existían esas enfermedades (Navarrete y Moreno, 1995).

Las bacterias que ocasionan el tizón común y el tizón de halo en frijol, tienen como principal fuente de transmisión a la semilla de frijol infectada (Sheppard, 1989). En México la dispersión primaria se incrementa porque la mayoría de los productores utiliza como semilla el grano que produce, o bien porque después de una mala cosecha adquieren grano para usarlo como semilla de siembra. Además, con frecuencia hay intercambio de semillas entre los agricultores, sin que ninguna institución regule esta actividad entre diversas regiones productoras; esto en parte contribuye a incrementar la variación patogénica de las bacterias (Navarrete 1996).

La transmisión secundaria es efectuada por insectos 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 a la dispersión son: el viento, el salpique de lluvia, el granizo, los instrumentos de labranza, agua de riego y el hombre (Campos, 1987).

Se ha estimado para *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* que la semilla infectada puede causar daños cuantiosos, ya que un 0.02 % de las mismas puede ocasionar una epifitía; también se menciona que una semilla infectada en 10, 000 semillas, es suficiente para que la bacteria se presente en el cultivo. No se ha estimado la cantidad de bacterias que se transmiten por semilla; con lo anterior se cree que con una cantidad moderada sea suficiente para que se presente en la planta (Saettler, 1991; Navarrete y Moreno 1995).

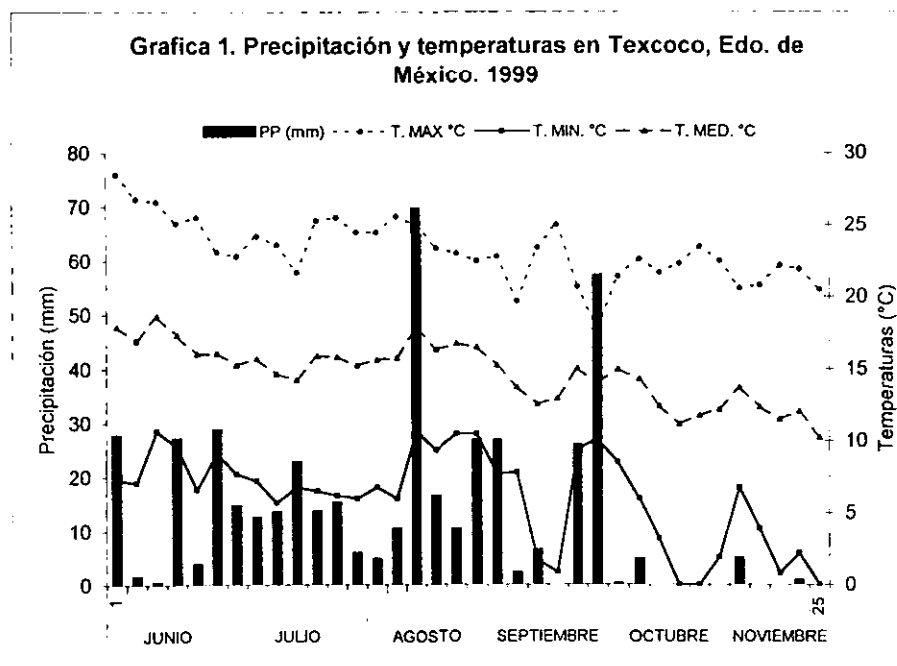
Al igual que el tizón común la principal fuente de transmisión del tizón de halo son las semillas infectadas con la bacteria, ya que al no haber un control de traslado de semilla es fácil dispersar la enfermedad por diversas regiones, dejando en segundo término a los residuos de cosecha. Su capacidad infectiva es enorme, ya que una docena de semillas es suficiente para producir una epifitía general en condiciones favorables (Sheppard *et al.*, 1989; Navarrete y Moreno, 1995).

La longevidad de los patógenos en la semilla de frijol es muy variable y depende de su localización en la semilla, de la cantidad de inóculo que contenga y de las condiciones en que se conserve la semilla. Así *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* sobrevive en la semilla de dos a tres años, mientras que *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* hasta 15 años (Campos, 1987; Saettler, 1991; Navarrete, 1996).

III.-MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización y Descripción del Sitio Experimental.

El presente trabajo fue realizado en el Campo Experimental Valle de México CEVAMEX-INIFAP, en Texcoco, Estado de México ubicado a $19^{\circ} 29' N$ y $98^{\circ} 51' O$, con una altitud de 2240 msnm (Fig. 4), una precipitación media anual de 644 mm, tiene un clima templado húmedo con inviernos benignos (García, 1981). El suelo del sitio es de tipo Migajón arenoso profundo, del Orden Molisol (FAO-UNESCO), con un epipedon mólico (color oscuro) rico en humus en los estratos superficiales generalmente con un pH neutro, y materia orgánica con un contenido de nitrógeno, de moderado a alto (Acosta y Navarrete, 1996). En la gráfica 1 podemos observar los datos climáticos para el año de 1999.



En este trabajo se caracterizó la reacción de once genotipos de frijol al ataque natural de las bacterias *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* durante el ciclo de cultivo de temporal de 1999.

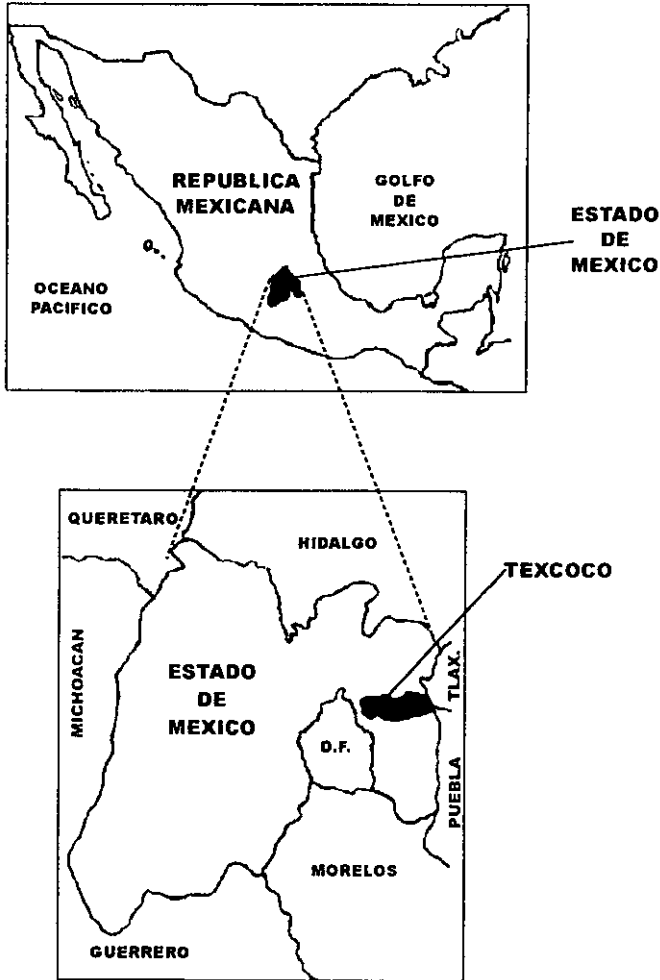


Fig. 4. Mapa del lugar donde se estableció el trabajo

3.2. Características del Germoplasma.

El cuadro 11 se presentan las características agronómicas de los 11 genotipos de frijol utilizados en la presente investigación.

Cuadro 11. Características agronómicas de 11 genotipos de frijol.

No	GENOTIPO	ORIGEN	COLOR DEL GRANO	HAB. DE CREC.	ESTATUS BIOL.
1	Don 38	Malawi, Africa	Crema	III	Mejorado
2	Don 1013	Malawi, Africa	Canario	II	Mejorado
3	Don Bay	INIFAP, Durango	Crema	III	Mejorado
4	Tz Ilomba	Tanzania, Africa.	Cacahuate	I	Criollo
5	HHL 9438-56	Honduras	Café	II	Mejorado
6	Negro 8025	INIFAP	Negro	III	Mejorado
7	BAT 477	CIAT, Colombia	Crema	III	Mejorado
8	97RS326	Michigan, USA	Pinto	II	Mejorado
9	CH Market	Tanzania, Africa.	Canario	I	Criollo
10	97RS303	Michigan, USA	Pinto	II	Mejorado
11	Pinto Villa	INIFAP, Durango	Pinto	III	Mejorado

Algunos de estos genotipos, sean evaluado para probar su resistencia a enfermedades, como es el caso de Pinto Villa, Negro 8025, BAT 477, que han mostrado cierto grado de resistencia para las pudriciones de raíz, y en especial los genotipos Pinto Villa y Negro 8025 presentan resistencia múltiple a enfermedades. (Acosta y Navarrete, 1996; Navarrete y Acosta 2000). Estos resultados son en tiempo y lugar distintos a los de esta investigación.

3.3. Diseño Experimental.

Con los genotipos se realizó un sorteo aleatorio; en surcos de 5 metros con 6 repeticiones por genotipo, en un arreglo de bloques al azar. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza completamente al azar y la separación de medias con la prueba múltiple de Duncan, por medio del programa estadístico para microcomputadoras MSTATC (Freed *et al*, 1991); a continuación se muestra el arreglo de los 11 genotipos:

N
↑
2 SURCOS DE FRIJOL NEGRO 8025

REP VI	GEN 11	GEN 10	GEN 9	GEN 8	GEN 7	GEN 6	GEN 5	GEN 4	GEN 3	GEN 2	GEN 1
REP V	GEN 11	GEN 5	GEN 2	GEN 7	GEN 1	GEN 9	GEN 4	GEN 3	GEN 6	GEN 10	GEN 8
REP IV	GEN 5	GEN 4	GEN 1	GEN 7	GEN 3	GEN 6	GEN 10	GEN 8	GEN 9	GEN 2	GEN 11
REP III	GEN 11	GEN 5	GEN 2	GEN 7	GEN 1	GEN 9	GEN 4	GEN 3	GEN 6	GEN 10	GEN 8
REP II	GEN 5	GEN 4	GEN 1	GEN 7	GEN 3	GEN 6	GEN 10	GEN 8	GEN 9	GEN 2	GEN 11
REP I	GEN 11	GEN 10	GEN 9	GEN 8	GEN 7	GEN 6	GEN 5	GEN 4	GEN 3	GEN 2	GEN 1

CULTIVO DE MAIZ

CANAL DE RIEGO

3.4. Establecimiento.

De acuerdo a las necesidades del cultivo, se realizaron las actividades adecuadas; con excepción del control de enfermedades para no interferir en el desarrollo de estas.

Cuadro 12. Calendario de las actividades del sistema productivo.

ACTIVIDAD	FECHA	OBSERVACIONES
Siembra	10-Junio-1999	En tierra húmeda, en surcos de 5 metros por 6 repeticiones
Control de maleza	11-Junio-1999	Afalon y Dual
Riego para emergencia	16-Junio-1999	
Fertilización	13-Julio-1999	Dosis 40-40-00
Riego de auxilio	13-Julio-1999	
Escarda	13-Julio-1999	
Riego	12-Agosto-1999	

3.5. Toma de Datos.

1.- El monitoreo de los genotipos en las parcelas para detectar la presencia por infección natural del tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) y del tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*), se hizo a partir de etapas tempranas del ciclo biológico del frijol: emergencia, hojas primarias y 1er hoja trifoliada (V3).

2.- En etapas más avanzadas del frijol se evaluó la incidencia y severidad del tizón común y el tizón de halo, según las escalas de Schoonhoven y Pastor-Corrales, (1987) (Cuadros 9 y 10).

Las escalas de determinación de la severidad son ampliamente recomendadas en estudios epidemiológicos en contraposición a escalas nominales (o cualitativas) tales como "0" planta sana hasta "5" planta muerta (Mora, 1997). Los resultados se

transformaron de manera logarítmica para obtener porcentajes; posteriormente se dividieron entre 100 para tener el porciento en centésimas y finalmente se obtuvo su raíz cuadrada, para después hacer los análisis de varianza y así obtener coeficientes de variación aceptables (Reyes, 1985; Little y Hills, 1989).

3.- Las evaluaciones se realizaron de la siguiente forma:

- a) Se seleccionó un metro al azar por surco de cada genotipo.
- b) Se contaron las plantas de cada metro seleccionado.
- c) Se evaluaron periódicamente (15 a 18 días) el grado de severidad y el índice de incidencia de la enfermedad.
- d) La evaluación de la severidad se realizó por comparación visual con las escalas que se muestran en los cuadros 9 y 10, donde uno es planta sana y nueve es severidad máxima, planta o tejido muerto. De acuerdo a lo propuesto en estas escalas las plantas con calificaciones de 1.0 a 3.0 se consideran resistentes, de 3.1 a 6.0 de reacción intermedia y de 6.1 a 9.0 como susceptibles (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987).
- e) Para obtener los porcentajes de incidencia de las enfermedades tizón de halo y tizón común se utilizó como base la fórmula de Van der Plank (1975):

$$I = PE / PT \times 100$$

Donde:

I = Porcentaje de incidencia.

PE = Plantas enfermas.

PT = Plantas totales

- f) Se procesaron los datos para obtener las medias y gráficas para conocer la reacción de las plantas a los patógenos y el progreso de las enfermedades.

4.-Para corroborar los resultados también se realizaron otras pruebas estadísticas como: correlación entre la severidad e incidencia las enfermedades y factores

ambientales, el área bajo la curva del progreso de la enfermedad y la tasa de incremento de la enfermedad.

a) Para el cálculo del área bajo la curva del progreso de la enfermedad, se utilizó la siguiente fórmula propuesta por Van der Plank, en 1963:

$$ABCPE = [(Y_i + (Y_{i+1}) / 2)] [t_{i+1} - t_i]$$

Donde:

Y_i = intensidad de la enfermedad (%)

t_i = período de evaluación en días, por lo que las unidades serán % - día (Van der Plank, 1975).

b) Para estimar la tasa de incremento de la enfermedad (TIE) se utilizó la fórmula propuesta por Vander Plank en 1963:

$$T = \frac{1}{t_2 - t_1} \left(\ln \frac{x_2}{1 - x_2} - \ln \frac{x_1}{1 - x_1} \right)$$

Donde:

t_1 y t_2 son las fechas en que se hicieron mediciones de la enfermedad

x_1 y x_2 son las cantidades de enfermedad registradas en esas fechas

T es el resultado de la interacción de todos los factores que influyen en el desarrollo de la enfermedad (Van der Plank, 1975).

c) Para la realización de las correlaciones lineales simples, los datos se tuvieron que transformar logarítmicamente, ya que las rectas que forman el progreso de cualquier patógeno y las condiciones ambientales, son parábolas, por lo que siempre nos va a resultar 0 en el coeficiente de correlación, (Little y Hills, 1989). Las variables analizadas fueron la severidad e incidencia de ambos patógenos así como las condiciones ambientales, por medio del programa estadístico para microcomputadoras MSTATC (Freed *et al*, 1991).

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Severidad del Tizón de Halo y del Tizón Común.

La productividad de un cultivo puede mejorar a través del mejoramiento genético de la planta y con las condiciones adecuadas para el cultivo (Acosta, 1992; Garrido, 1995). Las poblaciones de patógenos y el frijol han coevolucionado, resultando mecanismos y genes diferentes para la resistencia en poblaciones de frijol común con orígenes diferentes (Singh, 1995).

En esta investigación se presentaron las dos enfermedades, el tizón de halo y el tizón común; siendo la primera la que se observó a los 67 días después de la siembra (dds), mientras que el tizón común fue mayor al final del ciclo (Cuadro 13 y 14). Navarrete y Acosta (2000), reportan que especialmente en la Mesa Central, las pudriciones de raíz y el tizón de halo, son las primeras enfermedades que ocurren en el ciclo de cultivo del frijol de temporal.

En lo que respecta a la severidad provocada a los genotipos en estudio, se observó que el tizón de halo fue menos agresivo que el tizón común; ya que los valores más altos para el tizón de halo fueron de 69.25 % para el genotipo CH Market, mientras que el tizón común con el 75.72 % para el genotipo 97RS326; sin embargo los otros genotipos no presentan valores altos, algunos apenas pasan del 50 % de severidad, lo que indica que no son altamente susceptibles al ataque de estas enfermedades (Cuadro 13 y 14).

Los genotipos Don Bay, Negro 8025 y Pinto Villa, son lo que presentaron la severidad más baja para ambas enfermedades, lo que permite decir que estos genotipos presentan buena tolerancia y son recomendables para la utilizarlos en el mejoramiento genético, cabe destacar que estos tres materiales son originarios de México, lo que hace que sean más tolerantes (Cuadro 12), Navarrete (1996),

menciona que en los centros de origen de los cultivos se puede encontrar germoplasma con niveles adecuados de resistencia a sus patógenos.

La utilización del control genético para el combate al ataque de enfermedades bacterianas en frijol, es una alternativa viable ya que el control químico es costoso, además de los riesgos por contaminación que se presentan.

En el caso contrario los genotipos de HHL 9438-56 y BAT 477 para ambas enfermedades son los que alcanzaron valores altos, señalándolos como susceptibles (Cuadros 13 y 14; Graficas 2 y 3).

El uso de variedades mejoradas de frijol, que tengan resistencia múltiple a enfermedades, es de mayor beneficio a la producción ya que pueden controlar a diversos patógenos y hacer más rentable la producción. Y como se puede reflejar en los programas gubernamentales y de otra índole que el uso de cultivares con resistencia genética, es fundamental, en estos programas concentran frijol cultivado y silvestre y otro germoplasma de frijol de diversos orígenes, para la búsqueda de genes de resistentes; en contra del amplio rango de poblaciones de patógenos. (Beebe y Pastor-Corrales, 1991; Singh, 1995).

En otros países se ha buscado la resistencia múltiple a enfermedades, así Faria en 1986 menciona que al inocular de forma simultanea *Fusarium solani* f sp. *phaseoli*, *U. appendiculatus* var. *appendiculatus* y *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, encontró resistencia para las 3 enfermedades y no observo diferencia en la reacción de resistencia de los genotipos cuando inoculo los patógenos en forma individual o combinada.

Mills y Silbernagel en 1985, señalados por Acosta y Navarrete, (1996), identifican que las variedades NY 76 y Red Kloud fueron resistentes al tizón de halo y al virus del mosaico dorado del frijol, y no detectaron sinergismo ni efectos negativos de un patógeno sobre el otro.

4.1.1. Severidad del tizón de halo.

En los análisis de varianza, realizados para la severidad en las 3 evaluaciones (67, 85 y 99 dds), existen diferencias estadísticas significativas (Cuadros 22, 24 y 26; Anexo I). Indicando que el comportamiento de cada genotipo, fue diferente en su reacción al ataque del tizón de halo, durante el ciclo cultivo del frijol. Campos (1987), aclaró que si las condiciones ambientales en etapas tempranas del crecimiento del cultivo son propicias para el desarrollo de los patógenos, las pérdidas pueden ser severas, considerando a la humedad relativa como el factor de predisposición para el desarrollo del tizón de halo, el promedio de la humedad relativa en los 10 días previos a la ocurrencia de la enfermedad es de 45 a 60 %; con temperatura media 19 a 21° C condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad (Campos, 1987).

Y en lo que respecta a la separación de medias, a los 67 dds, si existe diferencia significativa entre los genotipos, lo cual se muestra en el cuadro 13. Los genotipos que tuvieron mayor daño fueron: Tz llomba (33.20 %) y HHL 9438-56 (32.03 %), mientras que los genotipos que presentaron menor daño fueron: Negro 8025 (3.45 %); Don Bay (8.86 %) y Pinto Villa (11.77 %) (Cuadro 13). Estos últimos tres genotipos a los 67 dds ya iban destacando como tolerantes al tizón de halo.

También a los 85 dds, la severidad del tizón de halo en la separación de medias, existe diferencia significativa entre los genotipos, lo cual se muestra en el cuadro 13. Los genotipos que tuvieron mayor daño fueron: CH Market (68.98 %) y

BAT 477 (52.59 %), mientras que los genotipos que presentaron menor daño fueron: Negro 8025 (4.08 %) y Don Bay (6.24 %) (Cuadro 13).

A los 99 dds, la severidad del tizón de halo en la separación de medias, si existe diferencia significativa entre los genotipos, lo cual se muestra en el cuadro 13. Los genotipos que tuvieron el mayor daño fueron: CH Market (69.25 %) y HHL 9438-56 (53.67 %), mientras que los genotipos que presentaron el menor daño fueron: Don Bay (1.86 %), Pinto Villa (2.40 %) y Negro 8025 (3.67 %) (Cuadro 13).

Para el tizón de halo en general los genotipos se mostraron de tolerantes a intermedios, los genotipos con mejor tolerancia al ataque de esta patógeno durante todo el ciclo, fueron Don Bay, Negro 8025 y Pinto Villa, lo que nos permite sugerir, que bajo las condiciones ambientales y tecnológicas presentes en este trabajo estos tres genotipos toleran el ataque de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. Navarrete y colaboradores (1998), reportan a los genotipos México 332 y G 13746 de la raza Jalisco como tolerantes, mientras que MDRK fue el más susceptible, en una evaluación realizada en el mismo sitio experimental.

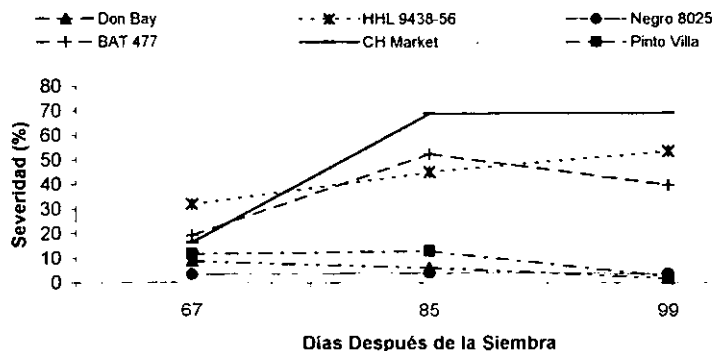
Durante la madurez fisiológica del frijol existe la posibilidad de generar algún tipo de resistencia en edad adulta de la planta del frijol contra el tizón de halo (Schwartz, 1980). Navarrete y Acosta (2000) encontraron, que los genotipos resistentes del hábito indeterminado solo mostraron síntomas leves al tizón de halo durante la etapa vegetativa y en etapas posteriores no mostraron síntomas de la enfermedad. Los genotipos resistentes deben detener el crecimiento bacteriano y la formación de su toxina. El tizón de halo puede producir toxinas como la faseolotoxina, que inhibe la producción de compuestos antibacteriales como fitoalexinas, en genotipos susceptibles, permite el desarrollo de los síntomas típicos del tizón de halo.

Cuadro 13. Severidad de Tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*) en 11 genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Texcoco, Edo. de Méx.

Genotipos	SIEMBRA 10 DE JUNIO DE 1999		
	DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA		
	67	85	99
Don 38	24.71 ab	28.50 bc	14.15 cd
Don 1013	12.18 bcd	41.32 ab	14.67 cd
Don Bay	8.86 cd	6.24 d	1.86 e
Tz Ilomba	33.20 a	18.94 cd	8.74 cde
HHL 9438-56	32.03 a	45.20 ab	53.67 ab
Negro 8025	3.45 d	4.08 d	3.67 de
BAT 477	19.19 abc	52.59 a	39.79 b
97RS326	25.92 ab	14.97 cd	19.29 c
CH Market	16.37 abc	68.98 a	69.25 a
97RS303	18.47 abc	18.31 cd	20.23 c
Pinto Villa	11.77 cd	13.07 cd	2.40 e

Cada valor es media de seis repeticiones, valores con distinta letra indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

Grafica 2. Severidad de Tizón de Halo



4.1.2. Severidad del tizón común.

En los análisis de varianza, realizados para la severidad del tizón común a los 67, 85 y 99 dds, existen diferencias estadísticas significativas (Cuadros 21, 23 y 25, Anexo I).

Posteriormente se realizó la separación de medias, a través de la prueba de Duncan, a los 67 dds, si existe diferencia significativa entre los genotipos en estudio, como lo muestra el cuadro 14. El genotipo que presentó mayor daño fue 97RS326 (40.89 %); mientras que los genotipos con menor daño fueron: Don 1013 (2.86 %), Don Bay (5.59 %), Negro 8025 (2.16 %), BAT 477 (3.11 %) y CH Market (1.92) (11.77 %) (Cuadro 14). En los genotipos BAT 477 y CH Market, los daños son menores debido a que el tizón de halo ya ocupaba parte del área foliar.

El tizón común en esta investigación se presentó más agresivo a los 85 dds, ya que todos los genotipos estaban en etapas de reproducción. Esto se relaciona con lo dicho por Acosta y Navarrete (1996), las condiciones climáticas de 15.7° C y 340 mm de precipitación, durante el ciclo de cultivo favorecen la presencia de enfermedades en la fase reproductiva. Campos (1987) señala que en algunas regiones del Altiplano, la enfermedad generalmente se presenta desde la etapa de floración en siembras de temporal, favorecido por las lluvias.

En la separación de medias para los 85 dds, mostró diferencia significativa entre los genotipos cuadro 14. El genotipo con mayor severidad fue 97RS326 (59.80 %) y al genotipo CH Market con el menor valor (9.50 %) (Cuadro 14).

En la separación de medias a los 99 dds si existe diferencia significativa entre los genotipos cuadro 14. El genotipo con el valor más alto fue 97RS326 (75.62 %) y los genotipos con los valores más bajo fueron Don 38 (12.65 %), Don 1013 (14.67%), Don Bay (7.12 %), Tz Ilomba (11.28) y Pinto Villa (5.13 %). (Cuadro 14).

Al igual que en el caso del tizón de halo, si se presentan condiciones similares a las del presente trabajo, se puede mencionar que para el tizón común Don 1013, Don Bay y Pinto Villa son los genotipos más tolerantes al ataque; mientras que HHL9438-56, BAT 477 y 97RS326 son marcados como susceptibles al ataque de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. (Cuadro 14 y Gráfica 3).

En Puebla, Chihuahua, Aguascalientes y Jalisco se ha estimado la severidad de la enfermedad que ha variado del 5 al 26 %. El tizón común incrementa su desarrollo con aumento en precipitación y temperatura, condiciones favorables a su desarrollo (Campos, 1987). El tizón común interactúa negativamente con la sequía (Díaz *et al.*, 1991).

Acosta y Navarrete (1996) encontraron que el tizón común bajo condiciones de invernadero, la variedad XAN 315 se mostró susceptible desde la evaluación hasta los 12 días, en tanto la variedad A 475 se conservó resistente a ambas enfermedades tizón común y antracnosis, aún después de un período de incubación mayor (14 y 20 días respectivamente).

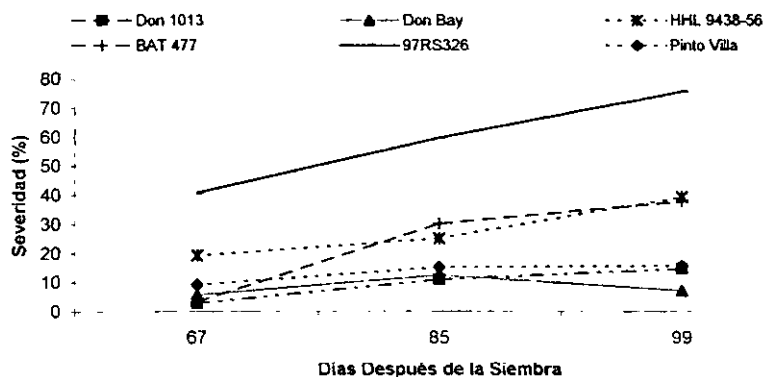
El tizón común incremento su incidencia y severidad con aumento en las temperaturas y la precipitación observadas cada 11 días en el ciclo Primavera-Verano. (Mayek *et al.*, 1995).

Cuadro 14. Severidad del Tizón de común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) en 11 genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Texcoco, Edo. de Méx.

Genotipos	SIEMBRA 10 DE JUNIO DE 1999		
	DIAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA		
	67	85	99
Don 38	25.97 ab	31.48 bc	12.65 c
Don 1013	2.86 d	11.06 cd	14.67 c
Don Bay	5.59 d	12.45 bcd	7.12 c
Tz Ilomba	14.91 bcd	37.08 ab	11.28 c
HHL 9438-56	19.24 bc	25.13 bcd	39.50 b
Negro 8025	2.16 d	14.17 bcd	18.01 bc
BAT 477	3.11 d	30.23 bcd	37.88 b
97RS326	40.89 a	59.80 a	75.72 a
CH Market	1.92 d	9.50 d	22.56 bc
97RS303	7.84 cd	29.14 bcd	36.89 b
Pinto Villa	9.16 cd	15.24 bcd	15.73 c

Cada valor es media de seis repeticiones, valores con distinta letra indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

Gráfica 3. Severidad de Tizón Común



4.2. Incidencia del Tizón de Halo y del Tizón Común.

La incidencia de estas enfermedades es de gran interés, ya que con poco inóculo, se pueden originar grandes problemas. La presencia del tizón de halo está marcada en los estados de Aguascalientes, Zacatecas, Durango, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, Sinaloa, Tamaulipas, San Luis Potosí, Morelos, Veracruz, Querétaro, Hidalgo y Estado de México, mientras que el tizón común se ha evaluado en Campos Experimentales y lotes de Agricultores en Puebla, Guanajuato, Chihuahua, Nuevo León y Aguascalientes, registrándose incidencias del 40 al 100 % (Campos, 1987).

En lo que respecta a la Incidencia el tizón de halo, presentó altibajos en los genotipos Don 38, Don 1013, Don Bay, Tz llomba, 97RS303 y Pinto Villa, que empezaron con mayor incidencia de la que terminaron, esto se justifica por que esta enfermedad ataca en etapas más tempranas; y a los datos ambientales, ya que el tizón de halo tiene un rango más pequeño para sus condiciones optimas; mientras que el tizón común se comportó de una manera ascendente, para todos los genotipos (Cuadros 15 y 16; y Gráficas 4 y 5).

4.2.1. Incidencia del tizón de halo.

En los análisis de varianza, realizados para la incidencia del tizón de halo a los 67, 85 y 99 dds, si existen diferencias estadísticas significativas (Cuadro 26, 28, 30; Anexo I). Navarrete y Acosta (2000) encontraron que la incidencia inicial del tizón de halo se registró a los 33 dds en frijol en la fecha de siembra del 24 de abril, a los 26 dds en la del 8 de mayo y 40 dds en la del 12 de junio, todos en etapa vegetativa, en este trabajo observaron que los genotipos Pinto Villa, Amarillo de Calpan y Puebla 152 resultaron inmunes a esa enfermedad.

Posteriormente se realizó la separación de medias, se mostró que a los 67 dds si existe diferencia significativa. Los genotipos que tuvieron la menor incidencia fueron Don Bay (68.36 %) y Pinto Villa (52.08 %). (Cuadro 15).

A los 85 dds, si existe diferencia significativa, los genotipos con menor incidencia fueron: Don Bay (52.46 %), seguido de Tz llomba (65.36 %) y Pinto Villa (62.10) (Cuadro 15).

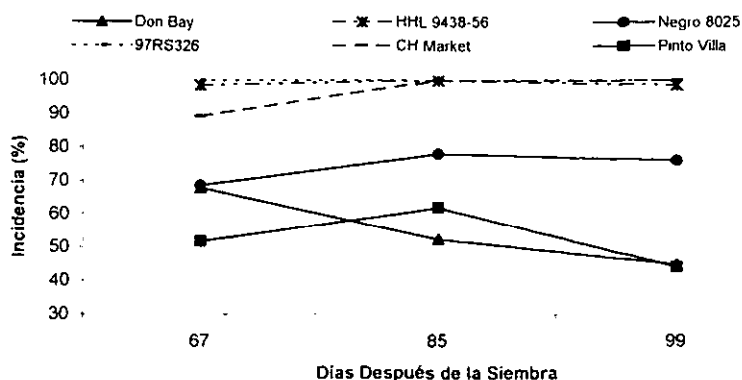
Para los 99 dds de la incidencia del tizón de halo, la separación de medias, también existió diferencia significativa entre los genotipos. Los genotipos con menor incidencia fueron: Don Bay (44.91 %) y Pinto Villa (44.15 %) y el resto de los genotipos con valores que van del 76.16 al 100 %; siendo 97RS326 y CH Market los genotipos con mayor incidencia (100 %) (Cuadro 15).

Cuadro 15. Incidencia en % del Tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*) en 11 genotipos de frijol en Texcoco, Edo. de Méx.

Genotipos	SIEMBRA 10 DE JUNIO DE 1999		
	DIAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA		
	67	85	99
Don 38	83.33 a	95.00 a	80.23 a
Don 1013	95.24 a	98.72 a	78.46 a
Don Bay	68.36 ab	52.46 c	44.91 b
Tz llomba	91.07 a	65.36 bc	79.94 a
HHL 9438-56	98.61 a	100.00 a	98.61 a
Negro 8025	68.99 a	78.16 ab	76.16 a
BAT 477	97.10 a	94.32 a	94.32 a
97RS326	100.00 a	100.00 a	100.00 a
CH Market	89.30 a	100.00 a	100.00 a
97RS303	90.83 a	81.11 ab	82.57 a
Pinto Villa	52.08 b	62.10 bc	44.15 b

Cada valor es media de seis repeticiones, valores con distinta letra indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

Grafica 4. Incidencia de Tizón de Halo



Los genotipos que alcanzaron el 100% de incidencia para el tizón de halo fueron 97RS326 a los 67 días después de la siembra (dds), mientras que HHL9438-56 y CH Market lo tuvieron a los 85 (dds). Los genotipos que presentaron los porcentajes más bajos fueron Don Bay 44.91% a los 99 dds y Pinto Villa 44.15 a los 99 dds.(Cuadro 15 y Grafica 4).

4.2.2. Incidencia del tizón común.

En los análisis de varianza, realizados para la incidencia del tizón común, se observó que a los 67 dds, si existe diferencia estadística significativa; mientras que a los 85 y 99 dds, para incidencia del tizón común, no existe una diferencia estadística significativa, (Cuadro 27, 29 y 31; Anexo 1). Singh y Muñoz (1999), señalan que la incidencia de este patógeno, es menor en el sistema de producción de frijol asociado con maíz; éste sirve como barrera e impide la diseminación de la bacteria.

Posteriormente se realizó la separación de medias, dando que a los 67 dds, si existe diferencia significativa. El genotipo con mayor incidencia fue: 97RS326

(98.61 %) y los genotipos con menor daño fueron: BAT 477 (28.04 %), seguido por Don Bay (50.25 %), Negro 8025 (42.82 %) y CH Market (47.42 %) (Cuadro 16).

En la separación de medias a los 85 dds, también existe diferencia significativa. Los genotipos con menores valores fueron: CH Market (65.76) seguido por BAT 477 (76.82 %), teniendo al resto con valores que van del 85.10 al 100 %. (Cuadro 16).

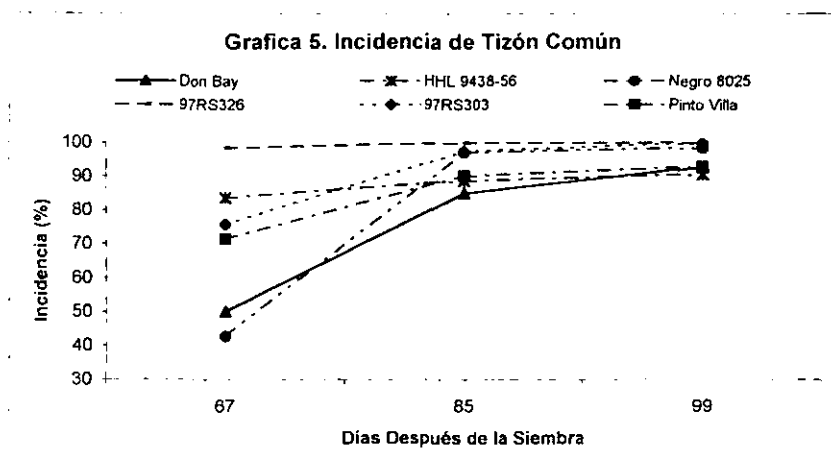
La separación de medias a los 99 dds, dio que no existió ninguna diferencia entre la incidencia de los genotipos, ya que en esta fecha los valores fueron del 90.74 al 100 % (Cuadro 16).

Para el caso del tizón común el genotipo que alcanzó el 100 % a los 85 dds fue 97RS326, seguido de 97RS303 a los 99 dds. Para los demás genotipos todos tuvieron valores mayores a 90 % a los 99 dds (Cuadro 16 y Grafica 5).

Cuadro 16. Incidencia en % del Tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) en 11 genotipos de frijol en Texcoco, Edo. de Méx.

Genotipos	SIEMBRA 10 DE JUNIO DE 1999		
	DIAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA		
	67	85	99
Don 38	81.90 ab	97.92 a	97.62 a
Don 1013	53.77 b	86.63 a	96.82 a
Don Bay	50.25 bc	85.10 a	92.79 a
Tz llomba	83.10 ab	98.33 a	97.62 a
HHL 9438-56	83.78 ab	88.89 a	90.74 a
Negro 8025	42.82 bc	97.22 a	98.61 a
BAT 477	28.04 c	76.82 ab	96.67 a
97RS326	98.61 a	100.00 a	100.00 a
CH Market	47.42 bc	65.76 b	93.94 a
97RS303	75.92 ab	97.50 a	100.00 a
Pinto Villa	71.53 ab	90.28 a	93.06 a

Cada valor es media de seis repeticiones, valores con distinta letra indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)



4.3. Area bajo la curva del progreso de la enfermedad del tizón de halo y tasa de incremento de la enfermedad del tizón de halo.

En los análisis de varianza del ABCPE del tizón de halo, existió diferencia estadística significativa (Anexo I, Cuadro 32). En la separación de medias del ABCPE del tizón de halo, si existe diferencia significativa como lo muestra el cuadro 17. En la prueba del área bajo la curva del progreso de la enfermedad, se calculó la cantidad de enfermedad por los días evaluados expresado en %/días. Se comprueba lo que anteriormente se dijo para el caso de severidad que los genotipos HHL9438 y BAT 477 son los que mostraron más daño, y los genotipos tolerantes fueron Don Bay, Pinto Villa y Negro 8025.

La dinámica de esta enfermedad y el cultivo del frijol, se manifiesta en esta investigación ya que existe la presencia de resistencia de los genotipos como lo demostró Don Bay, Negro 8025 y Pinto Villa, los cuales a través del ciclo y con las condiciones presentes acumularon la menor cantidad de enfermedad en un determinado tiempo, mientras que CH Market fue el genotipo que concentró mayor cantidad de enfermedad, en las mismas condiciones que los anteriores.

Cuadro 17. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad y tasa de incremento de la enfermedad del Tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*) en 11 genotipos de frijol en Texcoco, Edo. de Méx.

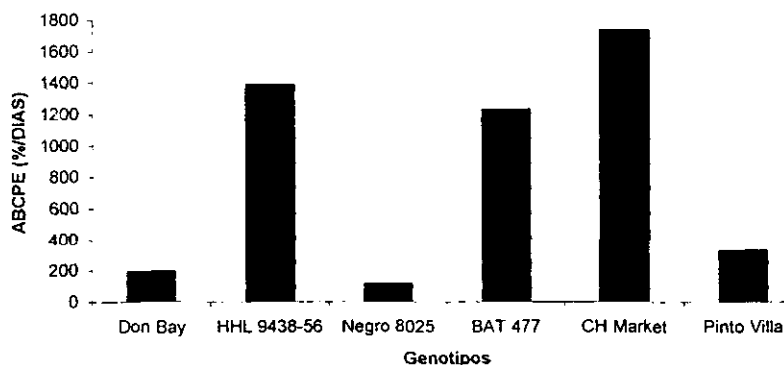
GENOTIPOS	TIZON DE HALO	
	ABCPE 1/	TIE 2/
Don 38	777.46 cd	-0.01 cd
Don 1013	893.79 bcd	-0.01 cd
Don Bay	192.49 f	-0.04 de
Tz llomba	663.01 de	-0.06 e
HHL 9438-56	1387.08 ab	0.04 b
Negro 8025	113.94 f	0.00 bc
BAT 477	1232.29 abc	0.03 b
97RS326	651.27 de	-0.02 cd
CH Market	1735.74 a	0.09 a
97RS303	600.72 de	0.00 bd
Pinto Villa	331.50 ef	-0.02 cd

Cada valor es media de seis repeticiones, valores con distinta letra indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

1/ ABCPE: Área bajo la curva de la enfermedad expresado en %-días.

2/ TIE: Tasa de incremento de la enfermedad expresado %/días.

Grafica 6. Área Bajo la Curva del Progreso del Tizón de Halo

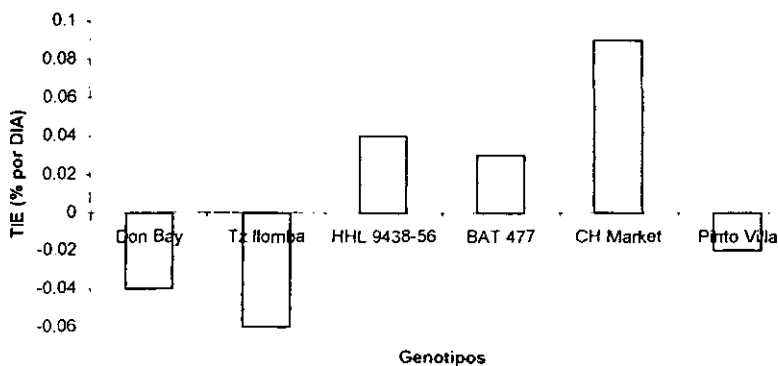


Las análisis de varianza para la Tasa de incremento de la enfermedad para el tizón de halo, mostraron diferencias estadísticas significativas (Anexo I, Cuadro 34).

En la separación de medias existió diferencia significativa, el genotipo que tuvo mayor velocidad de crecimiento de la enfermedad fue CH Market 0.09 % por día y con menor tasa de incremento estuvo Tz Ilomba (-0.06 % por día), Don Bay (-0.04 % por día), 97RS326 (-0.02 % por día) y Pinto Villa (-0.02 % por día) (Cuadro 17).

Para la Tasa de incremento de la enfermedad, aquí los genotipos Don Bay, Tz Ilomba y Pinto Villa disminuyeron el ataque de la enfermedad del tizón de halo ya que presentaron números negativos -0.04, -0.06 y -0.02 % por día y HHL9438-56 con 0.04 % por día, BAT 477 0.03 % por día y CH Market 0.09 % por día; estos genotipos presentaron el mayor incremento por día del tizón de halo. (Cuadro 17 y Grafica 7).

Grafica 7. Tasa de Incremento del Tizón de Halo



4.4. Area Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad del Tizón Común y Tasa de Incremento de la Enfermedad del Tizón Común.

Para el caso del ABCPE del tizón común existió una diferencia estadística significativa (Anexo I, Cuadro 33). En la separación de medias del ABCPE del tizón común, hubo diferencias significativas (Cuadro 18). Con este método del área bajo la curva del progreso de la enfermedad, nos proporciona oportunamente, la acumulación de la severidad de la enfermedad en estudio (Pixley *et al.*, 1990), y en este estudio podemos observar que los genotipos Don 1013, Don Bay y Pinto Villa son los que menor cantidad de enfermedad presentan; mientras que BAT 477, 97RS326 y HHL 9438-56 son los genotipos que acumularon mayor enfermedad durante el ciclo del cultivo del frijol (Grafica 8). Cabe destacar que en el análisis de la severidad se mencionó a Don Bay Pinto Villa y Negro 8025 como tolerantes a esta enfermedad y con este método se corrobora lo mencionado con anterioridad.

Cuadro 18. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad y tasa de incremento de la enfermedad de Tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) en 11 genotipos de frijol en Texcoco, Edo. de Méx.

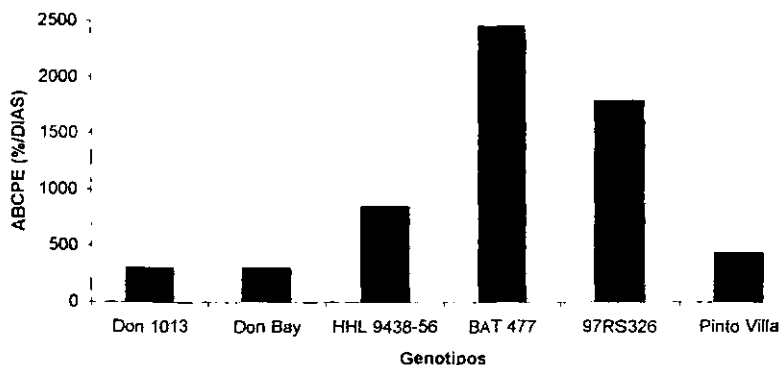
GENOTIPOS	TIZON COMUN	
	ABCPE 1/	TIE 2/
Don 38	826.00 ab	-0.02 ab
Don 1013	305.30 b	0.06 a
Don Bay	299.35 b	0.02 b
Tz llomba	806.37 ab	0.01 ab
HHL 9438-56	851.68 ab	0.03 a
Negro 8025	336.32 b	0.07 a
BAT 477	2457.57 a	0.12 a
97RS326	1789.37 a	0.06 a
CH Market	327.20 b	0.08 a
97RS303	794.98 ab	0.07 a
Pinto Villa	436.35 b	0.04 a

Cada valor es media de seis repeticiones, valores con distinta letra indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

1/ ABCPE: Área bajo la curva de la enfermedad expresado en %-días.

2/ TIE: Tasa de incremento de la enfermedad expresado %/días.

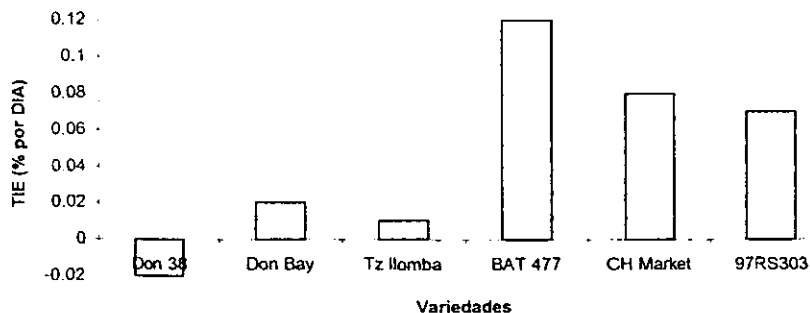
Grafica 8. Área bajo la Curva del Progreso del Tizón Común



De la tasa de incremento de la enfermedad del tizón común se puede mencionarse lo siguiente: el genotipo Don 38 con -0.02 % por día, indica que se fue disminuyendo el daño del patógeno en este genotipo; mientras que los genotipos Don Bay y Tz llomba tuvieron un crecimiento lento con 0.03 y 0.01 % por día respectivamente; mientras que BAT 477, CH Market y 97RS303 presentaron el crecimiento más rápido de los 11 genotipos para el tizón común con 0.12 , 0.08 y 0.07 % por día. (Cuadro 17 y Grafica 9).

Para el caso de la Tasa de incremento de la enfermedad del tizón común en el análisis de varianza, no existió diferencia estadística significativa, (Anexo I, Cuadro 35). En la separación de medias, si existió diferencia significativa. El genotipo con mayor velocidad de crecimiento del patógeno fue BAT 477 seguido de CH Market, Negro 8025, 97RS326 y 97RS303; mientras que Don 38 seguido de Don Bay y Tz llomba fueron los genotipos con menor incremento del patógeno. (Cuadro 18).

Grafica No. 9. Tasa de Incremento del Tizón Común



4.5. Correlaciones

En lo que se refiere a las correlaciones de la severidad del tizón de halo y las condiciones ambientales, en el caso de las temperaturas (máxima, mínima y media) son positivas lo que indica que las temperaturas eran apropiadas para el desarrollo de los patógenos; cabe destacar que para tizón de halo no son significativas, debido a que el rango de las condiciones ambientales de esta enfermedad es más estrecho que el de tizón común. El tizón común, resultó con correlaciones altamente significativas lo que nos indica que a mayor temperatura mayor daño del patógeno, recordemos que toda enfermedad tiene un límite de crecimiento, tanto hacia abajo como hacia arriba; en lo que se refiere a la precipitación pluvial no existe correlación, con la severidad de ambos patógenos (Cuadro 19).

En la incidencia del tizón de halo, el factor de correlación es negativo significativo, con las condiciones ambientales. De lo que podemos decir, que el tizón de halo ya presentaba una disminución en cuanto a su daño hacia las plantas, ya que éstas se encontraban en etapa floración. La incidencia del tizón común se comporta igual que la severidad, ya que para alcanzar incidencias mas altas de las obtenidas que no rebasaron el 80%, necesita una precipitación y temperatura mas

alta, a las que muestra la grafica (No. 1), para que la enfermedad alcance su desarrollo óptimo. (Cuadro 19).

Ya que el tizón común incrementa su desarrollo con el aumento de la temperatura y la precipitación, condiciones favorables para su desarrollo (Campos 1987, Mayek *et al.*, 1995), y que interactúa negativamente con la sequía (Díaz *et al.*, 1991), Mayek y colaboradores (1995), mencionaron que la ocurrencia y severidad del tizón común fueron mayores en Primavera-Verano, debido principalmente a la ocurrencia de altas temperaturas durante la mayor parte del ciclo, favoreciendo el desarrollo de está.

Existe una correlación poco marcada entre la severidad del tizón de halo y del tizón común, ya que el factor de correlación es de 0.466, nos indica que no es significativo estadísticamente. Lo que nos dice que ambas enfermedades interfieren poco en el desarrollo de ellas mismas, ésto se debe a que cuando el tizón de halo se encuentra en sus picos máximos de severidad, el tizón común tiene un crecimiento medio y viceversa cuando el tizón común esta altamente expresado en el cultivo, el tizón de halo se encuentra en el descenso de su desarrollo. Por lo que podemos mencionar que si existe poca correlación entre estas enfermedades.

Cuadro 19. Coeficientes de correlación simple entre variables climáticas y el desarrollo de las enfermedades

	TMIN.	TMED.	PREC.	SEVTH	SEVTC	INCTH	INCTC
TMAX	0.991 *	0.945 *	-0.061 NS	0.327 NS	0.989 *	-0.982 *	0.979 *
TMIN	***	0.980 *	-0.192 NS	0.449 *	0.980 *	-0.948 *	0.997 *
TMED		***	-0.384 NS	0.619 *	0.983 *	-0.866 *	0.992 *
PREC			***	-0.363 NS	-0.210 NS	-0.129 NS	-0.263 NS
SEVTH				***	0.466 *	-0.143 NS	0.513 *
SEVTC					***	-0.942 *	0.999 *
INCTH						***	-0.923 *

* Significativo, NS No Significativo.

TMAX, TMIN y TMED: Temperaturas máxima, mínima y media, PREC Precipitación.

SEVTH, SEVTC, INCTH y INCTC: Severidad del tizón de halo y del tizón común, e incidencia del tizón de halo y del tizón común respectivamente.

V.- CONCLUSIONES

Se comprobó, la presencia de las enfermedades del tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) y del tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*), en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX-INIFAP), Texcoco, Estado de México.

La máxima severidad para el tizón de halo fue de 69.25 % en el genotipo CH Market y para el tizón común fue de 75.72% en el genotipo 97RS326.

Se observó una alta incidencia de tizón de halo (52.08 - 100 %) a los 67 dds, mientras que la incidencia más alta del tizón común fue observada (65.76 – 100 %) a los 85 dds.

La mayoría de los genotipos evaluados mostraron un grado de resistencia intermedio para ambas enfermedades.

Los genotipos de frijol que presentaron baja incidencia y severidad para ambas enfermedades fueron Don Bay, Negro 8025 y Pinto Villa, por lo tanto más resistentes. Siendo estos genotipos de origen mexicano.

El progreso del tizón de halo inicia principalmente en las etapas V3 y V4; en la transición de la fase vegetativa y la reproductiva obtiene su mayor pico de severidad. Mientras que el tizón común comienza al inicio de la fase reproductiva, siendo este más agresivo.

Existe una correlación significativa, entre el tizón de halo y el tizón común ya que el factor es de 0.466. Los factores ambientales (temperatura y precipitación), fueron determinantes en cuanto al desarrollo de las enfermedades.

VI.- RECOMENDACIONES.

Dar seguimiento, al material que resultó más tolerante al ataque de estos patógenos.

Utilizar variedades mejoradas, por sus diversas características agronómicas que las hacen más rentables para los productores, así como tener un buen control con las semillas que se utilizan para siembra, realizando pruebas de sanidad.

Dependiendo de la zona, donde se cultive el frijol, buscar la fecha de siembra más adecuada, para evadir el ataque de enfermedades.

V.- CONCLUSIONES

Se comprobó, la presencia de las enfermedades del tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) y del tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*), en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX-INIFAP), Texcoco, Estado de México.

La máxima severidad para el tizón de halo fue de 69.25 % en el genotipo CH Market y para el tizón común fue de 75.72% en el genotipo 97RS326.

Se observó una alta incidencia de tizón de halo (52.08 - 100 %) a los 67 dds, mientras que la incidencia más alta del tizón común fue observada (65.76 – 100 %) a los 85 dds.

La mayoría de los genotipos evaluados mostraron un grado de resistencia intermedio para ambas enfermedades.

Los genotipos de frijol que presentaron baja incidencia y severidad para ambas enfermedades fueron Don Bay, Negro 8025 y Pinto Villa, por lo tanto más resistentes. Siendo estos genotipos de origen mexicano.

El progreso del tizón de halo inicia principalmente en las etapas V3 y V4; en la transición de la fase vegetativa y la reproductiva obtiene su mayor pico de severidad. Mientras que el tizón común comienza al inicio de la fase reproductiva, siendo este más agresivo.

Existe una correlación significativa, entre el tizón de halo y el tizón común ya que el factor es de 0.466. Los factores ambientales (temperatura y precipitación), fueron determinantes en cuanto al desarrollo de las enfermedades.

VI.- RECOMENDACIONES.

Dar seguimiento, al material que resultó más tolerante al ataque de estos patógenos.

Utilizar variedades mejoradas, por sus diversas características agronómicas que las hacen más rentables para los productores, así como tener un buen control con las semillas que se utilizan para siembra, realizando pruebas de sanidad.

Dependiendo de la zona, donde se cultive el frijol, buscar la fecha de siembra más adecuada, para evadir el ataque de enfermedades.

VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ACOSTA, G. J. A. 1992. El cultivo del frijol y su problemática en México. En: Solorzano, V, E. (ed). Ciclo de seminarios del Curso de Producción de Leguminosas de Grano. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Chapingo, Edo. de México. p. 1-11.
2. 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. *Revista Mexicana de Fitopatología* 22:187-197.
3. ACOSTA, G. J. A. 1998. Nuevas alternativas para producir frijol en el Estado de México. En: Mendoza, M. S. J. (ed). Demostraciones de tecnologías agrícolas. INIFAP, CEVAMEX. Chapingo, México.
4. AGARWAL, V. K., and J. B. Sinclair. 1987. Principles of seed pathology. Vol. I and Vol. II. CRC Press INC. Boca Raton, Fla.
5. AGRIOS, G. N. 1995. Fitopatología. Editorial UTEHA, Noriega editores. Segunda edición. México. p. 546 - 549.
6. ALLEN, D. J., and J. Wiley. 1983. The Pathology of tropical food legumes. UK. p.p. 175-179.
7. BECERRA, L.N. y E. López S. 1994. Enfermedades del Cultivo del frijol en el Trópico de México. XXI Congreso Nacional de Fitopatología. Soc. Mex. Fitopatología. Cuernavaca, Morelos. P. 56.

8. BEEBE, S.E., and M. Pastor-Corrales. 1991. Breeding for disease resistance. In: A. Schoonhoven y O. Voystest (eds.), Common beans: research for crop improvement. CAB. Int., Wallingford, Reino Unido y CIAT, Cali Colombia. pp. 516-517.
9. BERGER, R. D. 1977. Comparison of the gompertz and logistic equations to describe plant disease progress. *Phytopathology* 71:716-719.
10. CAMPBELL, C. L., and Madden, L. V. 1990. Introduction to plant disease epidemiology. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA. 532 p.
11. CAMPOS, A. J. 1987. Enfermedades de frijol. Editorial TRILLAS. Primera edición. México. p. 70 - 73.
12. DIAZ, P. R., Teliz O., D. y Muñoz O., A. 1991. Interacción de algunos patógenos del frijol con sequía. *Revista Mexicana de Fitopatología* 9:121-125.
13. ESCALANTE, E. J. A. Y J. Kohashi. 1993. El rendimiento y crecimiento del frijol (manual para toma de datos). Editado por Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 84 p.
14. FARIA, J. C. de. 1986. A múltiple inoculation technique for selection of bean seedlings with restance to three pathogens. *Fitopatologia Brasileira*. 11(3):269-273.
15. 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.

16. GARCIA, E. 1981. Modificaciones al Sistema de clasificaciones climáticas de Köeppen, UNAM. México. p. 252.
17. GARRIDO, R.E.R. 1995. Situación de las Enfermedades de Frijol en México en el Trópico de México. En: Pérez M. J., R. Ferrera. C. y R. García E (eds.). Diversidad genética y patología de frijol. Colegio de Postgraduados. México. p. 69-77.
18. HART, L. P., and F. Saettler. 1981. Bacterial Blight of Beans. Extensión Bulletin E-680. Cooperative Extensión Service, Michigan State.
19. LEPIZ, R.I. 1986. Enfermedades de frijol en México. Revista Mexicana de Fitopatología. 4(2):176-181.
20. LITTLE, M. T., y F. J. Hills. 1989. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Editorial Trillas. Segunda Edición. México. p. 270.
21. LOPEZ, F. M. C. 1994. Caminos de la Fito bacteriología. Universidad Autónoma Chapingo. México. p. 216.
22. MAYEK, P. N., J. A. Pedroza, L. A. Villareal y C. G. S. Valdés. 1995. Factores genéticos y ambientales relacionados con la dinámica temporal y efecto de las enfermedades en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Marín, Nuevo León, México. Revista Mexicana de Fitopatología 13:1-9
23. MENESES, R., H. Waaijenberg y L. Piérola. 1996. Las leguminosas en la Agricultura Boliviana. Proyecto. Rhizobiología. Bolivia. p.p. 227-236.

24. MONTES, B. R. 1995. Control Cultural de los Patógenos del Frijol Usando Productos Vegetales. En: Pérez M. J., R. Ferrera. C. y R. García E. (eds.). Diversidad genética y patología de frijol. Colegio de Postgraduados. México. p. 43-51.
25. MORA, A. G. 1997. Curso de Epidemiología de Cultivos Agrícolas. Colegio de Postgraduados. Instituto de Fitosanidad. México. p. 2-8 a 2-10.
26. MUÑOZ, O. A., S. Miranda C. y L. M. Serrano C. 1995. Diveridad Genética y Resistencia a Factores Adversos en frijol. En: Pérez M. J., R. Ferrera. C. y R. García E (eds.). Diversidad genética y patología de frijol. Colegio de Postgraduados. México. p. 1-8.
27. MUÑOZ, CH. M. Chávez, V. A., Roldan, A. J. A., Ledesma, S. J. A., Mendoza, M. E., y Pérez-Gil, R. F. 1996. Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en Latinoamérica. Editorial PAX México. México
28. NAVARRETE, M. R. y J. A. Acosta. 1993. Sanidad y germinación de semillas de frijol producida 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.
29. NAVARRETE, M.R. y E. Moreno M. 1995. Problemática Fitosanitaria de Postcosecha en Frijol. En: Pérez M. J., R. Ferrera. C. y R. García E (eds.). Diversidad genética y patología de frijol. Colegio de Postgraduados. México. p. 69-107.

30. NAVARRETE, M. R. 1996. Variación patogénica de *Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* en México y resistencia del frijol al tizón común. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Instituto de Fitosanidad. México. p 1 - 11.
31. NAVARRETE, M. R., G. Esquivel E. and J. A. Acosta. 1998. Identification of halo blight resistant bean genotypes in the central México. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 41:155-156.
32. NAVARRETE, M. R. y J. A. Acosta. 2000. Resistencia del frijol al tizón de halo en el Valle de México y progreso de la enfermedad. Revista Fitotecnia Mexicana. 23:17-28.
33. NUÑEZ, B. A. 1994. La producción e investigación de frijol en México. En: Bauer, M., Chong, I., Moreno, E., Quintanilla, J., y Torres, F., (eds.). El agua y la energía en la cadena alimentaria: Granos Básicos Foro de Consulta Permanente. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. México. p. 51 - 55.
34. ORTIZ, V. M. 1998. El frijol en el Estado de Zacatecas. Gobierno del Estado de Zacatecas. México.
35. PEDROZA, S.A. 1999. Minicurso.- Fitopatología Cuantitativa: Un enfoque estadístico en el análisis epidémico. X Congreso de la Asociación Latinoamericana de fitopatología y XXVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de fitopatología. Jalisco, México.

36. PIXLEY, K.V; K.J. Boote; F.M. Shokes and D.W. Gorbet. 1990. Disease Progression and Leaf Area Dynamics of four Peanut Genotypes Differing in Resistance to late Leafspot. *Crop. Sci.* 30:789-796.
37. REYES, C. P. 1985. Diseños de Experimentos Aplicados. Editorial Trillas. México. p 299-309.
38. ROJAS, G.M. 1993. Fisiología Vegetal Aplicada. Cuarta Edición. Editorial Interamericana McGraw-Hill. México. p. 256-262.
39. ROSALES, S. R., J.A. Acosta G. y A. Campos E. 2000, Alternativas para el cultivo de frijol en el Estado de México. Memoria del Día de Campo CEVAMEX. SGAR, INIFAP-CEVAMEX (ed). México. p. 101.
40. SAETTLER, A.W. 1991. Diseases caused by bacteria. In: Hall, R. (ed). Compendium of bean diseases. APS Press. St. Paul, Minn. p 29-30.
41. SCHWARTZ, H.F. 1980. Problemas de Producción del frijol. CIAT. Cali Colombia. p.p. 157-181.
42. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1990. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estado Unidos Mexicanos. México.
43. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1991. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estado Unidos Mexicanos. México.
- 44 a. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1992. Guía Fitosanitaria para el cultivo del frijol. Serie Sanidad Vegetal. Sistema Producto Frijol. México. p. (18-1)

- 44 b. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1992. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estado Unidos Mexicanos. México.
45. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1993. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estado Unidos Mexicanos. México.
46. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 1994. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estado Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agrícola. México.
47. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 1995. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estado Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agrícola. México.
48. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 1996. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estado Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agrícola. México.
49. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 1997. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estado Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agrícola. México.
- 50 a. 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.

- 50 b. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 1998. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estado Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agrícola. México.
51. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 1999. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estado Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agrícola. México.
52. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 2000. Producción Agrícola de los cultivos más importantes de México.. CEA-DIAGRO México. Consulta por Internet.
53. SCHOONHOVEN, A. V. Y M. A. Pastor-Corrales. 1987. Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de frijol. Editado por Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia. 56 p.
54. SHEPPARD, J. W., Roth, D. A., and Saettler, A. W. 1989. Detection of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in bean. In: Seattler, A. W., Schaad, N. W., and Roth, D. A. (eds.). Detection of Bacteria in Seed and Other Planting Material. EUA. p. 17 - 29.
55. SINGH, S. P. 1995. Estrategias del Centro Internacional de Agricultura Tropical para manejar las enfermedades del Frijol mediante Resistencia Genética. En: Pérez M. J., R. Ferrera. C. y R. García E. (eds.). Diversidad genética y patología de frijol. Colegio de Postgraduados. México. p. 88-95.
56. SINGH, S. P. and C. G. Muñoz. 1999. Resistance to Common Bacterial Blight among *Phaseolus* Species and Common Bean Improvement. Crop. Sci. 39:80-89.

57. SMITH, I. M., Dunez J, D. H. Phillips, R.A. Lellotf, and S.A. Archer. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Editorial Mundi-Prensa. España. p. 671.
58. VAN DER PLANK, J. E. 1975. Principles of plant infection. Acad Press. New York. 150 p.
59. VAN DER PLANK, J. E. 1984. Disease resistance in plants. Ad. Ed. Acad. Press, Inc. Orlando, Fla. 194 p.
60. ZADOKS, J. C. and Schein, R. D. 1979. Epidemiology and plant disease management. Oxford University Press. New York. 427 p.

VIII.- ANEXO.

Anexo I. Análisis de Varianzas del Proyecto.

Severidad de Xcp y Psp.

Cuadro 20. Análisis de varianza para la Severidad de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* a los 67 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramtos.	10	86.192	8.619	3.870		
Error	55	122.509	2.227		2.00	0.0005
Total	65	208.701				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un coeficiente de variación de 30.17 %

Cuadro 21. Análisis de varianza para la Severidad de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* a los 67 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramtos.	10	154.845	15.485	7.149		
Error	55	119.122	2.166		2.00	0.0000
Total	65	273.967				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un Coeficiente de variación de 38.44 %

Cuadro 22. Análisis de varianza para la Severidad de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* a los 85 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramtos.	10	251.582	25.158	10.336		
Error	55	133.869	2.434		2.00	0.0000
Total	65	385.450				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un coeficiente de variación de 27.15 %

Cuadro 23. Análisis de varianza para la Severidad de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* a los 85 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramtos.	10	121.230	12.123	3.862		
Error	55	172.631	3.139		2.00	0.0005
Total	65	293.861				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un Coeficiente de variación de 32.01 %

Cuadro 24. Análisis de varianza para la Severidad de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* a los 99 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramos.	10	316.069	31.607	12.991		
Error	55	133.812	2.433		2.00	0.0000
Total	65	449.881				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un coeficiente de variación de 31.22 %

Cuadro 25. Análisis de varianza para la Severidad de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* a los 99 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramos	10	162.522	16.252	6.139		
Error	55	145.615	2.648		2.00	0.0000
Total	65	308.137				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un Coeficiente de variación de 28.18 %

Incidencia de Xcp y Psp.

Cuadro 26. Análisis de varianza para la Incidencia de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* a los 67 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramos.	10	73.089	7.309	3.001		
Error	55	133.966	2.436		2.00	0.0043
Total	65	207.055				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un coeficiente de variación de 15.61 %

Cuadro 27. Análisis de varianza para la Incidencia de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* a los 67 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramos.	10	159.004	15.900	3.526		
Error	55	248.008	4.509		2.00	0.0012
Total	65	407.013				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un Coeficiente de variación de 24.37 %

ESTA TESIS NO SALI
DE LA BIBLIOTECA

Cuadro 28. Análisis de varianza para la Incidencia de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* a los 85 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramos.	10	77.248	7.725	4.139		
Error	55	102.652	1.866		2.00	0.0003
Total	65	179.900				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un coeficiente de variación de 13.62 %

Cuadro 29. Análisis de varianza para la Incidencia de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* a los 85 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramos	10	36.219	3.622	1.970		
Error	55	101.113	1.838		2.00	0.0548
Total	65	137.332				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un Coeficiente de variación de 13.10 %

Cuadro 30. Análisis de varianza para la Incidencia de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* a los 99 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramos.	10	96.516	9.652	5.150		
Error	55	103.080	1.874		2.00	0.0000
Total	65	199.080				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un coeficiente de variación de 13.99 %

Cuadro 31. Análisis de varianza para la Incidencia de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* a los 99 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramos.	10	1.961	0.196	0.599		
Error	55	17.991	0.327		2.00	0.0000
Total	65	19.952				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un Coeficiente de variación de 5.30 %

Área bajo la curva del progreso de la enfermedad y la Tasa de incremento de la enfermedad de Psp. y Xcp.

Cuadro 32. Análisis de varianza para el Área bajo la curva del progreso de la enfermedad de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramos.	10	5535.988	553.599	9.808		
Error	55	3104.479	56.445		2.00	0.0003
Total	65	8640.467				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un coeficiente de variación de 29.49 %

Cuadro 33. Análisis de varianza para el Área bajo la curva del progreso de la enfermedad de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramos.	10	4861.971	486.197	3.221		
Error	55	8301.495	150.936		2.00	0.0025
Total	65	13163.466				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un Coeficiente de variación de 48.58 %

Cuadro 34. Análisis de varianza para la Tasa de incremento de la enfermedad de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramos.	10	0.103	0.010	8.064		
Error	55	0.070	0.001		2.00	0.0000
Total	65	0.174				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un coeficiente de variación de 3.58 %

Cuadro 35. Análisis de varianza para la Tasa de incremento de enfermedad de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*.

Fuente de Variación	G. de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calc.	F Tablas	Prob.
Tramos.	10	0.283	0.028	1.628		
Error	55	0.955	0.017		2.00	0.1230
Total	65	1.237				

La f de tablas esta dada con un error del 0.05

Obteniendo un Coeficiente de variación de 12.74 %