

**Identificación de fuentes de resistencia  
utilizando aislamientos hondureños de  
*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y su  
importancia en el manejo de la bacteriosis  
común del frijol**

Wolfgang Baudino Pejuán Uclés

MICRODISIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

**Zamorano**

Departamento de Agronomía

Agosto, 1999

**Identificación de fuentes de resistencia  
utilizando aislamientos hondureños de  
*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y su  
importancia en el manejo de la bacteriosis  
común del frijol**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura

presentado por

**Wolfgang Baudino Pejuán Uclés**

**Zamorano-Honduras**  
Agosto, 1999

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

*Wolfgang Pejuán*

---

Wolfgang B. Pejuán Uclés

Zamorano-Honduras  
Agosto, 1999

## DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza para seguir adelante.

A mis padres, Baudino e Irma, por todos sus sacrificios y apoyo durante mis años de estudio.

## AGRADECIMIENTOS

A mis hermanos, Sayda, José Alberto y Samir por su cariño y confianza depositada en mí.

A Martha por todo su apoyo, amor y comprensión que me ha brindado en esta corta pero significativa parte de mi vida.

A mis casi hermanos y amigos de toda la vida R. León Gómez, J. Pagán, P. Rodríguez y M. Yunes.

A E. Borja por la sincera amistad que me ha brindado.

A E. Flores y M. Bravo por todo su apoyo y amistad que me han brindado.

Al Dr. Juan Carlos Rosas por su apoyo y colaboración en la realización de este proyecto.

Al Dr. Raúl Espinal por su apoyo incondicional y oportunidades brindadas a través del Programa de Ingeniería Agronómica.

A la Ing. Aracely Castro por su apoyo y sacrificio brindado en la realización de este proyecto.

A todo el personal del Programa de Investigaciones en Frijol.

## AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a la República Federal de Alemania por el financiamiento otorgado para la realización de mis estudios en el Programa Agrónomo.

Agradezco a DEMAHSA por contribuir financieramente para la realización de mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Agradezco a EDUCREDITO por contribuir financieramente para la realización de mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Agradezco al Programa de Investigaciones en Frijol (PIF) por el financiamiento para la realización de mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

## RESUMEN

Pejuán, Wolfgang. 1999. Identificación de fuentes de resistencia utilizando aislamientos de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y su importancia en el manejo de la bacteriosis común del frijol. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 31 p.

El objetivo principal de este estudio fue identificar fuentes de resistencia a la bacteriosis común en germoplasma de frijol (andino y mesoamericano) mediante la inoculación con aislamientos hondureños de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Xcp), para su uso en el control de la enfermedad como alternativa al empleo de productos químicos o como progenitores en programas de mejoramiento. El presente estudio realizó a cabo en las instalaciones del Programa de Investigaciones en Frijol del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana/El Zamorano, Honduras. En la primera parte del estudio se realizaron inoculaciones con cuatro aislamientos de Xcp a 12 genotipos de frijol empleando el método de punción múltiple, con el propósito de especificar las fuentes de resistencia más apropiadas para su incorporación en programas de mejoramiento y determinar el comportamiento del germoplasma según su origen. En la segunda parte se estimó el valor agronómico de la resistencia genética en el manejo de la bacteriosis común con relación al control con productos químicos, inoculando dos genotipos (resistente y susceptible) con el aislamiento EAP 9503. Se verificaron los genotipos WILK 2, SEL 1309, XAN 159 y G17341 como las fuentes de resistencia más apropiadas para el uso en programas de mejoramiento, mostrando niveles de severidad de 1-3 en la escala de 1-9. Los materiales andinos presentaron una ligera superioridad en resistencia comparado con los mesoamericanos, y entre ambos ofrecen una base genética más amplia para la transferencia de genes de resistencia a variedades comerciales. El uso de varios aislamientos virulentos permite observar la estabilidad de los genotipos e identificar fuentes de resistencia más adecuadas para su uso en mejoramiento. La resistencia varietal mostró ser un mejor método de control de la enfermedad que el control químico, donde los plaguicidas y cantidad de aplicaciones efectuadas no redujeron la severidad de daño en el testigo susceptible.

Palabras claves: control químico, germoplasma de frijol, inoculación, virulentos.

## Nota de Prensa

### CONTROL DE LA BACTERIOSIS COMUN DEL FRIJOL A TRAVES DE LA RESISTENCIA GENETICA

Líneas de frijol resistentes a aislamientos del agente causal de la bacteriosis común del frijol (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, *Xcp*), fueron verificadas en un reciente estudio realizado en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, con el fin de ser utilizadas en programas de mejoramiento genético como fuentes de resistencia a la enfermedad y transferir esta resistencia a variedades comerciales.

La bacteriosis o tizón común, es la enfermedad bacteriana de mayor importancia en el cultivo del frijol y uno de los patógenos que produce mayores pérdidas en el rendimiento del cultivo. La bacteriosis común se presenta en la mayoría de las zonas frijoleras de Honduras, donde se reportan pérdidas en el rendimiento superiores al 40% en las variedades comerciales más susceptibles.

El estudio, realizado de enero a junio de 1999, empleó el método de punción múltiple para inocular las hojas del frijol, que consiste en punzar una hoja de la planta con un inoculador que contiene varias agujas, sobre una esponja que contiene la suspensión bacteriana. Una vez desarrollados los síntomas de la enfermedad, se evaluó la reacción de la planta de acuerdo a una escala de severidad de daño.

Un estudio comparativo entre la resistencia genética y aspersiones químicas como controles de la enfermedad se llevó conjunto al estudio de identificación de fuentes de resistencia. En este, dos líneas de frijol (resistente y susceptible) fueron inoculadas con un aislamiento virulento con el fin de facilitar la penetración de la bacteria. Se realizaron aplicaciones de tres bactericidas y dos números de aplicaciones (2 y 4).

En estos estudios se determinó que las líneas WILK 2, SEL 1309, XAN 159 y G17341 fueron los más resistentes a la enfermedad. La resistencia genética mostró ser un mejor método de manejo de la enfermedad que el control químico.

Estudios de esta índole sugieren el uso de variedades resistentes para combatir la bacteriosis común del frijol, debido a que brinda mejores resultados y adicionalmente porque es ecológicamente amigable.



## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Autoría .....	ii
Página de Firmas .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen .....	vii
Nota de prensa .....	viii
Contenido .....	ix
Índice de cuadros.....	xi
Índice de figuras .....	xiii
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	2
2.1 Generalidades del cultivo de frijol .....	2
2.2 Bacteriosis común del frijol .....	2
2.2.1 Clasificación del patógeno.....	2
2.2.2 Descripción del patógeno y sintomatología.....	3
2.2.3 Epidemiología.....	3
2.2.4 Pérdidas por bacteriosis .....	4
2.3 Formas y métodos de control de la bacteriosis común del frijol.....	4
2.3.1 Control químico.....	4
2.3.2 Resistencia varietal .....	5
2.3.3 Prácticas culturales.....	5
2.4 Métodos de inoculación .....	5
2.5 Resistencia.....	6
2.5.1 Fuentes de resistencia .....	6
2.5.2 Herencia .....	6
2.5.3 Mecanismos de resistencia.....	7
2.5.4 Mejoramiento .....	7
3. MATERIALES Y METODOS.....	8
3.1 Ubicación del estudio.....	8
3.2 Identificación de fuentes de resistencia.....	8
3.2.1 Siembra y establecimiento .....	8
3.2.2 Tratamientos.....	9
3.2.2.1 Genotipos .....	9

3.2.2.2	Aislamientos.....	9
3.2.3	Inóculo e inoculación.....	10
3.2.3.1	Inóculo.....	10
3.2.3.2	Preparación.....	10
3.2.3.3	Inoculación.....	10
3.2.4	Diseño experimental.....	11
3.2.5	Análisis estadístico.....	11
3.3	Evaluación de productos químicos para el control de la bacteriosis común del frijol.....	11
3.3.1	Siembra y establecimiento.....	11
3.3.2	Tratamientos.....	11
3.3.3	Inóculo e inoculación.....	12
3.3.4	Evaluación.....	12
3.3.5	Cosecha.....	12
3.3.6	Datos obtenidos.....	13
3.3.7	Diseño experimental.....	13
3.3.8	Análisis estadístico.....	13
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	14
4.1	Identificación de fuentes de resistencia.....	14
4.2	Evaluación de productos químicos en el control de la bacteriosis común.....	19
5.	<b>CONCLUSIONES.....</b>	27
6.	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	28
7.	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	29

## INDICE DE CUADROS

## Cuadro

1.	Germoplasma evaluado por su reacción a cuatro aislamientos hondureños de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> .....	9
2.	Aislamientos de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> utilizados en la evaluación de fuentes de resistencia a la bacteriosis común .....	10
3.	Diferencias en severidad de daño por efectos del momento de lectura, aislamiento, genotipo y sus interacciones, en 12 genotipos de frijol común inoculados con tres aislamientos hondureños de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> . Zamorano, Honduras, 1999 .....	15
4.	Diferencias en severidad de daño de las interacciones lectura por aislamiento (L x A) y lectura por genotipo (L x G) en 12 genotipos de frijol común inoculados con tres aislamientos hondureños de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> . Zamorano, Honduras, 1999 .....	16
5.	Severidad de daño de las interacciones aislamiento por genotipo (A x G) observadas en 12 genotipos de frijol común inoculados con tres aislamientos hondureños de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> . Zamorano, Honduras, 1999.....	17
6.	Severidad de daño de 10 fuentes de resistencia de frijol (agrupados por origen) inoculados con tres aislamientos hondureños de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> . Zamorano, Honduras, 1999 .....	18
7.	Severidad de daño de la interacción aislamiento por origen (A x O) de 10 fuentes de resistencia de frijol común inoculados con tres aislamientos hondureños de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> . Zamorano, Honduras, 1999.....	19
8.	Diferencias en máxima severidad de daño debidas a los factores producto químico, número de aplicaciones y variedad de frijol, y sus interacciones. Zamorano, Honduras, 1999.....	20

9.	Diferencias en severidad de daño general debidas a los factores producto químico, número de aplicaciones y variedad de frijol, y sus respectivas interacciones. Zamorano, Honduras, 1999.....	22
10.	Diferencias en incidencia de daño observadas en dos genotipos de frijol inoculados con un aislamiento de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> . Zamorano, Honduras, 1999.....	24
11.	Efectos del uso de productos químicos, número de aplicaciones, variedades y sus interacciones en el rendimiento y componentes de dos genotipos de frijol común, inoculados con el aislamiento EAP .9503 de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> . Zamorano, Honduras, 1999 .....	26

## INDICE DE FIGURAS

## Figura

- |    |   |    |
|----|---|----|
| 1. | Variaciones en la máxima severidad de daño a través del ciclo del cultivo de dos genotipos de frijol inoculados con el aislamiento EAP 9503 de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> . Zamorano, Honduras, 1999 ..... | 21 |
| 2. | Variaciones en la severidad de daño general de dos genotipos de frijol inoculados con el aislamiento EAP 9503 de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> . Zamorano, Honduras, 1999 .....                               | 23 |
| 3. | Variaciones en incidencia de daño de dos genotipos de frijol común inoculados con el aislamiento EAP 9503 de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> . Zamorano, Honduras, 1999 .....                                   | 25 |

## 1. INTRODUCCION

En los países de Centro América y El Caribe, el rendimiento promedio del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es de 704 kg/ha, considerado bajo con relación a la productividad obtenida en países desarrollados. El consumo *per cápita* del frijol en estos países es de 9.1 kg/año, aunque se considera que en la región centroamericana éste podría aumentar si mejorara su producción y en consecuencia su disponibilidad durante todo el año (Rosas, 1998).

En América Latina la producción de frijol es afectada por diversos factores edáficos, climáticos y bióticos, siendo una de las principales manifestaciones la incidencia de enfermedades. La estrategia más empleada por los investigadores para incrementar los rendimientos del cultivo, es reducir su susceptibilidad a las enfermedades mediante la obtención de variedades con resistencia múltiple, reduciendo así el riesgo de producción en el campo y permitiendo a los agricultores aplicar mejores prácticas de manejo. (Schoonhoven y Voysset, 1994).

La bacteriosis o tizón común causada por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Xcp), es la enfermedad bacteriana de mayor importancia en el cultivo del frijol y uno de los patógenos que produce mayores pérdidas en el rendimiento del cultivo (Serracin *et al.*, 1991). La bacteriosis común se presenta en la mayoría de las zonas frijoleras de Honduras, donde se reportan pérdidas en el rendimiento superiores al 40% en las variedades comerciales más susceptibles (EAP, 1994).

Los estudios para identificar fuentes de resistencia a la bacteriosis común son de gran importancia en los programas de frijol, con el fin de incorporarlas como progenitores donantes de estos genes deseables en los programas de mejoramiento del cultivo.

El objetivo general del estudio fue identificar fuentes de resistencia a la bacteriosis común en germoplasma de frijol andino y mesoamericano, mediante la inoculación con aislamientos hondureños de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, para su uso en el control de la enfermedad como alternativa al empleo de productos químicos o como progenitores en programas de mejoramiento. De igual forma se establecieron objetivos específicos, que consistieron en evaluar el comportamiento de germoplasma de frijol andino y mesoamericano mediante la inoculación artificial con aislamientos hondureños de Xcp; especificar las fuentes de resistencia a Xcp más apropiadas para su incorporación en programas de mejoramiento; y estimar el valor agronómico de la resistencia genética en el manejo de la bacteriosis común en relación al control con productos químicos.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE FRIJOL

El frijol común es una leguminosa cultivada principalmente por pequeños agricultores en regiones de América Latina, África y Asia, donde se generan aproximadamente el 77% de la producción mundial de este grano básico (Rosas, 1998). Actualmente este cultivo constituye una de las mayores fuentes alimenticias en estos continentes, y su importancia nutritiva radica en su alto contenido de proteínas (FUSAGRI, 1987).

Uno de los principales factores que afectan la producción de frijol es la incidencia de enfermedades (Schoonhoven y Voysest, 1994), y entre ellas la enfermedad bacteriana de mayor importancia es la bacteriosis común o tizón común causada por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (*Xcp*) (Serracin *et al.*, 1991).

### 2.2 BACTERIOSIS COMÚN DEL FRIJOL

La bacteriosis o tizón común es una enfermedad que afecta al cultivo del frijol en la mayoría de las zonas frijoleras de América Latina (Rosas, 1998). Esta enfermedad ataca principalmente áreas de poca elevación (Webster *et al.*, 1983), al igual que zonas calientes en diversas partes del mundo (Schuster *et al.*, 1983).

#### 2.2.1 Clasificación del patógeno

La bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* fue descrita el siglo pasado (1897) por E.F. Smith. En 1939 fue identificada por Dowson como *Xanthomonas phaseoli*, siendo finalmente cambiado en 1980 a *Xcp* por el Comité Internacional de Bacteriología Sistemática (Vidaver, 1996).

En el pasado muchas especies de *Xanthomonas* no pudieron ser diferenciadas basándose en su patogenicidad a ciertos hospederos, y para retener el nombre de la especie se introdujo un sistema de clasificación denominado pathovar. *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* variante *fuscans*, también causante de la bacteriosis común, se diferencia de *Xcp* por producir un pigmento extracelular café en medio de cultivo. La clasificación de esta variante tiende a confundir por ser un sinónimo de subespecie, mientras que pathovar es un término infrasub específico. Nuevos estudios de patrones electroforéticos de las proteínas y análisis de ésteres de metil de ácidos grasos de más de 1,000 aislamientos de *Xanthomonas*, han dado origen a la propuesta de una nueva nomenclatura para *Xcp* y su

variante *fuscans* a *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* y *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* variante *fuscans*, respectivamente (Vidaver, 1996).

### 2.2.2 Descripción del patógeno y sintomatología

La bacteria *Xcp* produce células individuales en forma de varilla recta, es gram negativa, estrictamente aeróbica y móvil por medio de un flagelo polar (Saettler, 1994). La característica principal que separa a *Xanthomonas* de otros géneros aeróbicos y gram negativos, es el pigmento Xanthomonadin (Vidaver, 1996).

*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* posee una variación patogénica entre aislamientos, lo que indica que unos son más virulentos que otros (Navarrete, 1996). Diferentes aislamientos muestran distintas reacciones al ser inoculados en varios genotipos, concentraciones de inóculo y edades de hojas. Tanto genes de virulencia como de avirulencia han sido identificados en aislamientos de *Xcp* (Zapata, 1996).

La infección de *Xcp* se manifiesta inicialmente en forma de manchas acuosas redondeadas en el envés de la hoja, que se toman flácidas y rodeadas por una zona angosta de tejido de coloración marrón (Rosas, 1998) o amarillo limón (Schwartz y Brick, 1996). A medida que la enfermedad avanza las manchas incrementan su tamaño, las lesiones adyacentes pueden coalescer (Rosas, 1998), y tomarse secas y de color café. *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y su variante *fuscans* también inducen síntomas en tallos, vainas y semillas (Yoshii, 1980).

Las lesiones en vainas aparecen como manchas acuosas, que pueden incrementar su tamaño y volverse oscuras, rojas y ligeramente hundidas (Saettler, 1994). Una infección temprana de las vainas causa un amarillamiento característico por debajo del pericarpio (Schwartz y Brick, 1996). Estas lesiones coalescen cubriendo una parte significativa de las vainas y a veces mostrando un exudado bacterial. Las infecciones en las vainas provocan la pudrición o arrugamiento (Saettler, 1994) o decoloración de la semilla, convirtiéndola en transmisora de la bacteria (Rosas, 1998).

### 2.2.3 Epidemiología

En general, las condiciones climáticas de alta humedad y alta temperatura favorecen la aparición y diseminación de la bacteria (Serracín *et al.*, 1991). Los daños más severos ocurren a los 28 °C (Rosas, 1998). La semilla es uno de los principales medios de distribución y diseminación de *Xcp* (Alvarez *et al.*, s.f.) y también es el medio más efectivo para su sobrevivencia. La contaminación de la semilla puede ser interna o externa, siendo la primera más difícil de controlar. Las semillas con síntomas de manchas, arrugamientos o anomalías, al igual que las aparentemente sanas, pueden ser portadoras de *Xcp* (Rosas, 1998).

Las fuentes de inóculo secundario incluyen el agua de riego, lluvia, viento, insectos (Rosas, 1998), labores culturales y restos de cosecha (Marcano y Trujillo, 1984).



Las prácticas culturales como el rastreo pueden diseminar la bacteria, *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*, un pathovar muy relacionado a *Xcp*, puede sobrevivir 60 días enterrada en restos de cosecha poco suculentos y no lignificados, y periodos más prolongados en altas concentraciones de esta y tejidos más suculentos y lignificados (Marcano y Trujillo, 1984).

#### 2.2.4 Pérdidas por bacteriosis

La importancia de la bacteriosis común se deriva de su amplia distribución geográfica y las fuertes pérdidas en rendimiento que ocasiona. Se sabe que en áreas húmedas unas pocas semillas infectadas pueden ocasionar pérdidas considerables. En el Valle del Cauca, Colombia, se determinó la disminución de los rendimientos promedios en 173 kg/ha (Alvarez *et al.*, s.f.). Pérdidas significativas en el rendimiento en informes de Colombia, Estados Unidos y Canadá varían entre 19 a 45% (Serracín *et al.*, 1991).

En Honduras se ha observado la presencia de la enfermedad en la mayoría de las zonas productoras del país, tanto en la época de primera (junio a agosto) como en la de postera (septiembre a diciembre), produciendo grandes reducciones en el rendimiento (Serracín *et al.*, 1991). Las pérdidas en rendimiento superan el 40% en variedades comerciales susceptibles (Rosas, 1998).

### 2.3 FORMAS Y MÉTODOS DE CONTROL DE LA BACTERIOSIS COMÚN DEL FRIJOL

#### 2.3.1 Control químico

Varios productos químicos son recomendados para proteger el cultivo del frijol contra *Xcp*. Las recomendaciones están dirigidas a la protección del follaje y de la semilla. Entre los compuestos más efectivos para proteger el follaje se encuentran el sulfato básico de cobre, hidróxido de cobre, N-hidrometil-N-metilditiocarbonato de potasio (Bunema) y estreptomina (Saettler, 1994). Otros productos utilizados para el control de *Xcp* son 2-hidroxiopropilo metanotiosulfonato (HPMTS), hexaclorofeno (Nobac), sal monosódico de hexaclorofeno (Isobac) y carbonato de cobre y amonio (Weller y Saettler, 1976). En general, no se recomienda la aplicación de antibióticos al follaje ya que puede promover el desarrollo de mutantes resistentes en el patógeno (Castaño y Del Río, 1994).

El tratamiento a la semilla con estreptomina ha sido recomendado para reducir su contaminación externa (Schwartz y Brick, 1996; Rosas, 1998). Un nuevo enfoque que

está en etapa experimental es el tratamiento de semillas con solventes orgánicos para facilitar la penetración de antibióticos y controlar la contaminación interna (Saettler, 1994).

### 2.3.2 Resistencia varietal

En general, la aplicación de químicos no ha brindado un control satisfactorio (Coyne y Schuster, 1974) y aunque las prácticas culturales es el método de control comúnmente utilizado en los EEUU, no son muy aplicables en lugares donde la agricultura de subsistencia prevalece, por lo que la resistencia varietal provee el único método de control práctico para esas regiones (Webster *et al.*, 1980).

El frijol es originario de América con un patrón de distribución no céntrico (Rosas y Young, 1992), del que se reportan dos centros primarios de domesticación dando origen a dos grupos mayores de cultivares: el Mesoamericano (región de Mesoamérica) y el Andino (región sur de los Andes), (Rosas, 1998). La utilización en mejoramiento de fuentes de resistencia de diferentes centros primarios de domesticación, amplía la base genética del frijol y reduce su vulnerabilidad genética (Schuster *et al.*, 1983).

La mayoría de las variedades comerciales son susceptibles a la bacteriosis. Sin embargo, en Honduras se han liberado variedades de resistencia intermedia a esta enfermedad, como Dorado, Don Silvio, Tío Canela - 75, Don Víctor y Yeguaré, siendo los dos últimos recomendados para zonas intermedias a altas donde la enfermedad del virus del mosaico dorado del frijol no es un problema (Rosas, 1998).

### 2.3.3 Prácticas culturales

El manejo integrado de esta plaga incluye prácticas culturales, varias de las cuales son recomendadas para la prevención de la enfermedad incluyendo el uso de variedades resistentes; uso de semilla limpia libre de patógeno; rotación con cultivos no susceptibles; eliminación de residuos de cosecha (Schwartz y Brick, 1996); y el lavado de implementos agrícolas (Marcano y Trujillo, 1984).

El uso de semilla limpia implica conocer la procedencia del lote y la eliminación de semillas que presenten arrugamiento, decoloración o anomalías (Alvarez *et al.*, s.f.). La rotación con cultivos no susceptibles debe ser de por lo menos dos años (Schwartz y Brick, 1996), y la eliminación de residuos de cosecha se puede hacer mediante una arada profunda mayor de 20 cm (Castaño y Del Río, 1994) o mediante quema. El uso de implementos limpios ayuda a la no-diseminación del patógeno por movimiento de tierra (Marcano y Trujillo, 1984).

## 2.4 METODOS DE INOCULACION

La literatura cita varios métodos de inoculación que se han usado con el fin de asegurar la presencia del patógeno en ensayos controlados. Estos incluyen aspersión a presión, corte de la lámina foliar, punción múltiple, cortes con bisturí, inyecciones, fricción con un abrasivo e infiltración por vacío parcial (CIAT, 1981). Todos los métodos se resumen en la exposición del tejido de la planta a la bacteria para que esta la infecte.

Es muy importante el momento en que se hace la inoculación ya que la resistencia declina con la edad, y las evaluaciones de plántulas son útiles únicamente si se correlaciona con la reacción de la planta en el estado reproductivo (Webster *et al.*, 1980).

## 2.5 RESISTENCIA

### 2.5.1 Fuentes de resistencia

La búsqueda de fuentes de resistencia a la bacteriosis común del frijol fue iniciada a principios de este siglo (Muñoz y Singh, 1996). La búsqueda de genes de resistencia a *Xcp* ha sido realizada en *Phaseolus vulgaris*, *P. coccineus*, *P. lunatus* y *P. acutifolius*, que corresponden a los acervos genéticos primario, secundario y terciario del frijol común, respectivamente (Notas de clase de Fitomejoramiento, Escuela Agrícola Panamericana, 1999).

Estudios pioneros con variedades de *P. vulgaris* cultivado y silvestre no reportaron inmunidad, aunque algunos cultivares sí presentaron diferencias en reacción por la enfermedad. Pocos materiales del banco de germoplasma del CIAT, que contiene más de 20,000 accesiones, presentaron resistencia a *Xcp* y esta resistencia ha sido baja (Muñoz y Singh, 1996).

En *P. coccineus* y *P. lunatus* se ha reportado resistencia, especialmente en el último, pero éstos no se han evaluado de manera sistemática (Muñoz y Singh, 1996). Se ha reportado una transferencia de genes exitosa de *P. coccineus* a *P. vulgaris*, con aspiraciones de usarlo en mejoramiento en los trópicos (Vidaver, 1996).

La mejor fuente de resistencia que se ha encontrado, y de la que varias líneas actuales se han derivado, es *P. acutifolius* (Muñoz y Singh, 1996). El primer híbrido exitoso de *P. vulgaris* y *P. acutifolius* fue el de Honma, generado en 1956. La línea Great Northern (GN) Nebraska # 1, una de las primeras líneas reportando elevada resistencia a *Xcp*, y las líneas VAX y XAN, que tienen una mejor adaptación a los trópicos, se derivan de este tipo de híbrido interespecífico (Muñoz y Singh, 1996). Se desconoce el pedigrí de las líneas desarrolladas por R.E. Wilkinson en la Universidad de Cornell, entre las que se ha encontrado resistencia, pero también se sugiere que utilizó genes de resistencia de *P. vulgaris* y *P. acutifolius*, y algunos de *P. coccineus* (Vidaver, 1996).

### 2.5.2 Herencia

La herencia de la resistencia del frijol a *Xcp* es de tipo cuantitativa, con mayor importancia de los efectos aditivos seguidos por los dominantes que de los epistáticos. La heredabilidad de la resistencia a *Xcp* presenta valores intermedios a altos (Muñoz y Singh, 1996), así como también se ha encontrado que diferentes genes controlan la reacción de la enfermedad en hojas y vainas (Coyne y Schuster, 1974).

Estudios recientes con marcadores moleculares (RLFP), muestran la presencia de por lo menos cuatro *loci* de caracteres cuantitativos (QTLs) responsables de la resistencia a la bacteriosis en *P. vulgaris* y tres QTLs en *P. acutifolius* (Muñoz y Singh, 1996).

Estudios de herencia también han determinado ligamientos entre genes de resistencia a *Xcp* y genes controlando floración tardía (Coyne y Schuster, 1974).

### 2.5.3 Mecanismos de resistencia

Las plantas reducen el impacto de las enfermedades sobre su desarrollo y reproducción mediante diversos mecanismos, como la resistencia al establecimiento del patógeno en sus tejidos o al crecimiento y reproducción del patógeno una vez establecido, o mediante tolerancia (Rosas y Young, 1992).

Dentro del mecanismo de resistencia al establecimiento, la hipersensibilidad es el tipo de resistencia que ha sido reportado en el frijol (Coyne y Schuster, 1974). También se ha reportado la presencia de lectinas implicadas en los mecanismos de resistencia (Coyne y Schuster, 1980).

### 2.5.4 Mejoramiento

La obtención de variedades resistentes a través de mejoramiento es la mejor opción para combatir la enfermedad, especialmente en los trópicos (Schuster *et al.*, 1983). Los programas de mejoramiento incluyen la búsqueda de fuentes de resistencia, una amplia gama de aislamientos de *Xcp*, diversos métodos de inoculación y de métodos de mejoramiento.

Las fuentes de resistencia se han obtenido mayormente por cruzamientos interespecíficos. Líneas resistentes con buena adaptación al trópico han sido desarrollados por el CIAT, permitiendo superar las dificultades de adaptación de otras fuentes donantes. Resultados de varios estudios sugieren la estrategia piramidal como método de mejoramiento más promisorio (Muñoz y Singh, 1996). El programa de mejoramiento utilizado, debe incluir métodos de selección que distingan fielmente individuos resistentes de las poblaciones segregantes (Webster y Schwartz, 1980).

La importancia de utilizar una amplia gama de aislamientos de *Xcp* para exponer las fuentes de resistencia o poblaciones segregantes, radica en las diferencias en la virulencia de las cepas (Kiriakov *et al.*, 1996).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 UBICACION DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en las instalaciones del Programa de Investigaciones en Frijol (PIF) del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana/Zamorano, Honduras. Zamorano se encuentra ubicado en el Valle del Río Yeguaré a 14° latitud norte y 87° longitud oeste; y a una altura de 800 msnm. Tiene una temperatura promedio de 24.2 °C y una precipitación media de 1,100 mm anuales. El ecosistema de Zamorano es caracterizado como bosque seco subtropical.

La investigación constó de dos fases: 1) identificación de fuentes de resistencia a la bacteriosis común del frijol utilizando aislamientos hondureños virulentos de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*; y 2) evaluación de productos químicos usados en el control de bacteriosis común del frijol.

#### 3.2 IDENTIFICACION DE FUENTES DE RESISTENCIA

##### 3.2.1 Siembra y establecimiento

La siembra de los genotipos evaluados se realizó el 29 de enero de 1,999, en camas de infección de 24 m x 1.2 m a un espaciamiento de 0.12 m entre plantas y 0.5 m entre surcos para una densidad de 166,666 plantas/ha. Las camas contenían un medio de crecimiento compuesto de suelo y compost en una proporción 4:1.

La semilla fue tratada a la siembra con hidróxido de cobre (Kocide) a razón de 2 kg/ha, para su protección contra hongos del suelo.

La fertilización básica se realizó a la siembra con la aplicación de 181 kg/ha de la fórmula 18-46-0 (fosfato diamónico), complementada 25 días después de siembra (DDS) con urea a razón de 45 kg/ha. A los 13, 21, y 28 DDS se aplicó endosulfan (Endosulfan 36 EC) en dosis de 5.3 ml/L, bifenthrin (Talstar) en dosis de 1.7 ml/L y basudín (Diazinón) en dosis de 4 ml/L, respectivamente, para el control de gusanos cortadores, mosca blanca y crisomélidos. También se realizaron aplicaciones del fertilizante foliar 20-20-20 en dosis de 6.7 g/L a los 25 y 35 DDS.

### 3.2.2 Tratamientos

3.2.2.1 Genotipos Para la identificación de fuentes de resistencia se evaluaron 10 genotipos de los dos acervos genéticos del cultivo del frijol (cinco Andinos y cinco Mesoamericanos), conocidos por su reacción de resistencia a la enfermedad. Para efectos de evaluación y comparación se utilizaron los testigos: VAX 2 (resistente) y Catrachita (susceptible), (Cuadro 1).

Cuadro 1. Germoplasma evaluado por su reacción a cuatro aislamientos hondureños *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*.

Origen/ Identificación	Color de grano	Tamaño de grano	Hábito de crecimiento <sup>Z</sup>
<b><u>Andino</u></b>			
AFR362	Rosado moteado	Mediano	III
AFR603	Rosado moteado	Mediano	III
CORNELL 10392 BULK	Rosado brillante	Grande	I
WILK 2	Blanco-opaco	Mediano	I
XAN 159	Crema jaspeado	Mediano	I
<b><u>Mesoamericano</u></b>			
XAN 273	Negro-opaco	Pequeño	III
XAN 286	Rojo brillante	Pequeño	III
XR 16492	Rojo-opaco	Pequeño	III
G17341 (CU 79-3771-1)	Crema pintado	Pequeño	III
SEL 1309	Morado	Pequeño	II
<b><u>Testigos</u></b>			
VAX 2 (Mesoamericano)	Crema jaspeado	Pequeño	II
CATRACHITA (Mesoamericano)	Rojo brillante	Pequeño	II

Z I = determinado; II = indeterminado arbustivo; III = indeterminado postrado

3.2.2.2 Aislamientos Todos los materiales fueron inoculados con cuatro aislamientos de *Xcp* identificados como los más virulentos entre la colección de aislamientos hondureños del laboratorio de Biotecnología Aplicada de Zamorano (Argeñal, 1999), (Cuadro 2).

Cuadro 2. Aislamientos de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* utilizados en la evaluación de fuentes de resistencia a la bacteriosis común.

Código	Procedencia
EAP 9503	Zamorano, Francisco Morazán
EAP 9504	Guaimaca, Francisco Morazán
EAP 9505	El Porvenir, Francisco Morazán
EAP 9506	Namasigüe, Choluteca

### 3.2.3 Inóculo e inoculación

**3.2.3.1 Inóculo** El inóculo utilizado en la evaluación de los genotipos, fue obtenido de aislamientos de bacterias procedentes de lotes comerciales de producción de frijol en diferentes lugares de Honduras (Cuadro 2).

**3.2.3.2 Preparación** La bacteria fue reactivada 72 horas antes de la inoculación (HAI), transfiriéndola de crecimientos anteriores, mediante el rastrillado a platos petri con medio de crecimiento YDCA (levadura, carbonato de calcio, dextrosa y agar), en una proporción de platos reactivados a platos transferidos de 1:3. A las 48 HAI, la bacteria reactivada se transfirió mediante rastrillado a platos petri limpios, con el fin de obtener cuatro platos petri de cada cepa para inocular un total de 192 plantas (cuatro de cada tratamiento con cuatro repeticiones). En ambos procesos (reactivación - transferencia, transferencia - inoculación), los platos permanecieron en un incubador a 32 °C.

La reactivación y transferencia de los aislamientos se realizaron bajo condiciones asépticas, en una cámara de flujo laminar y con instrumentos esterilizados en un autoclave. Una HAI se vertió 10 ml de agua destilada estéril en cada plato petri para raspar con el rastrillo el crecimiento bacterial, con el fin de separarlo y transferirlo a otro recipiente. Esta labor se repitió dos veces en cada plato, para asegurar que toda la bacteria fuera sustraída del mismo, y se completó el nuevo recipiente con agua hasta tener 50 ml por plato petri, para una concentración de la suspensión bacteriana a inocular de  $2.5 \times 10^9$  células bacterianas/ml.

**3.2.3.3 Inoculación** La inoculación se hizo con el fin de exponer los tejidos internos del hospedante a la bacteria, y de esta manera facilitar su infección con *Xcp*.

La inoculación se hizo con el método de punción múltiple propuesta por el CIAT (1981), que consistió en presionar el folíolo central de la segunda hoja trifoliada más joven de la planta, con un inoculador de agujas múltiples sobre una esponja de un plato petri conteniendo la suspensión bacteriana. Esta se realizó a los 28 DDS (etapa de desarrollo V4).

Se inocularon cuatro plantas en cada tratamiento para asegurar tener tres lecturas de cada uno. La inoculación se realizó después de las 4:00 p.m. seguida por riegos nebulizados, con el propósito de proveer condiciones más favorables para el establecimiento del patógeno.

La evaluación de la reacción se hizo empleando la escala de 1-9 propuesta por el CIAT (1987) a los 14 y 17 días después de la inoculación (DDI), durante las etapas R5-R6 (prefloración - floración), cuando los síntomas de la enfermedad estaban bien desarrollados.

#### 3.2.4 Diseño experimental

El estudio fue en factorial 4 x 12 con un arreglo en parcelas divididas y una distribución en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela principal estuvo constituida por los aislamientos (4) y la subparcela por los genotipos (12). La unidad experimental constó de una hilera de 9 plantas y la parcela útil de 3 folíolos centrales de tres plantas centrales en la unidad experimental.

#### 3.2.5 Análisis estadístico

El análisis de las evaluaciones se realizó con el programa estadístico MSTAT-C V 2.1, efectuándose análisis de varianza con el modelo de tres factores en bloques completos al azar y separación de medias. Estos datos también fueron analizados utilizando el origen de los genotipos (Mesoamericano o Andino) como una fuente de variación adicional.

### 3.3 EVALUACION DE PRODUCTOS QUIMICOS PARA EL CONTROL DE BACTERIOSIS COMUN DEL FRIJOL

#### 3.3.1 Siembra y establecimiento

La siembra de los dos genotipos en evaluación se realizó el 2 de febrero de 1,999 en las camas de infección descritas, con densidad poblacional, fertilización básica y complementaria y aplicaciones foliares iguales al ensayo de identificación de fuentes de resistencia. También las aplicaciones de insecticidas fueron similares, a excepción de la primera aplicación de endosulfan que no fue realizada en este ensayo.

#### 3.3.2 Tratamientos

Se evaluaron tres bactericidas y dos alternativas de control utilizando dos genotipos (resistente y susceptible a *Xcp*). Los bactericidas evaluados fueron: estreptomycin + oxitetraciclina (Agrimicín 16.5 WP), hidróxido de cobre (Kocide 2000) y oxiclورو de



cobre (Cupravit Verde 50 WP). Los genotipos utilizados en la evaluación fueron SEL 1309, identificado como el más resistente en el estudio de Argeñal (1,999), y Catrachita (susceptible). Las alternativas de control manejadas fueron dos y cuatro aplicaciones de cada producto con intervalos de siete días, iniciando a los 41 DDS, fecha en que se detectaron los primeros síntomas. Se tuvo un tratamiento testigo que no recibió protección química.

### 3.3.3 Inóculo e inoculación

El aislamiento utilizado como inóculo fue el EAP 9503, que se determinó como uno de los más virulentos en el estudio de Argeñal (1999). La preparación del inóculo se efectuó de la forma descrita en el estudio de fuentes de resistencia, difiriendo en que se preparaban hasta 24 platos petri por inoculación para 86.4 m<sup>2</sup> efectivos con plantas en las unidades experimentales.

La inoculación se realizó con una bomba de motor a los 24, 30 y 38 DDS, asperjando el inóculo en una mezcla de carburandum, agua y aislamiento para tener una concentración de  $1.4 \times 10^8$  cel/ml de inóculo. El carburandum se utilizó para provocar heridas en la planta y facilitar la penetración del patógeno.

### 3.3.4 Evaluación

El proceso de evaluación involucró lecturas de máxima severidad de daño (en base al trifolio más dañado en la unidad experimental), severidad de daño general (promedio de daño en 18 plantas en la unidad experimental) e incidencia de daño (en base al promedio de área foliar dañada por planta). La evaluación de la severidad de daño se realizó empleando la escala de 1-9 propuesta por el CLAT (1987), tomando una lectura antes de la aplicación de los bactericidas y seis lecturas posteriores a los 41 y 48, 52, 56, 60, 64 y 69 DDS, respectivamente. La evaluación de la incidencia de la enfermedad se efectuó observando el porcentaje de daño en la planta expresada con la escala 1-9, correspondiente a 0, 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80 y 100 % de hojas dañadas por cada dígito de la escala. Esta evaluación se realizó a los 60, 64 y 69 DDS con el fin de observar no solamente el avance de la enfermedad en hojas individuales sino también en la planta entera. A la madurez de cosecha se evaluó el rendimiento y sus componentes.

### 3.3.5 Cosecha

La cosecha se realizó al momento de la madurez fisiológica (etapa R9). Se cosecharon cinco plantas centrales en dos surcos para un total de 10 plantas.

### 3.3.6 Datos obtenidos

Se tomaron datos de rendimiento y sus componentes. Los componentes de rendimiento que se evaluaron fueron número de plantas cosechadas, número de vainas por planta promediadas en las 10 plantas cosechadas, número de granos por vaina promediadas del total de granos en las 10 plantas cosechadas y el peso del total de granos para estimar el peso seco de 100 semillas. Para evitar variaciones de peso debido a la humedad del grano, este se ajustó al 14 % de humedad.

La fórmula utilizada para estimar el rendimiento (ajustado al 14 % de humedad) en el ensayo fue la siguiente:

$$\text{Rendimiento} = \text{PM} \frac{\text{D.S.}}{\text{NPC} * 1000} * \frac{100 - \%H}{86}$$

Donde PM= peso de la muestra (g), DS= densidad de siembra, NPC= número de plantas cosechadas, %H= humedad al momento de pesar (Castro, 1998).

### 3.3.7 Diseño experimental

El ensayo fue un factorial 3 x 3 x 2 con un arreglo en parcelas sub-subdivididas con una distribución en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela principal estuvo constituida por los bactericidas, la sub-parcela por el número de aplicaciones de los productos químicos y la sub-subparcela por los genotipos. La unidad experimental se conformó de dos hileras con nueve plantas. Hubo una separación de 1 m entre sub-parcelas para reducir la contaminación entre ellas durante las aplicaciones.

### 3.3.8 Análisis estadístico

El análisis de las evaluaciones se realizó con el programa estadístico MSTAT-C V 2.1, efectuándose análisis de varianza con el modelo de parcelas sub-subdivididas y una separación de medias por cada factor considerado.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 IDENTIFICACION DE FUENTES DE RESISTENCIA

Tres de los cuatro aislamientos (EAP 9503, 9504 y 9506) utilizados en el estudio de identificación de fuentes de resistencia mostraron buena virulencia. El cuarto aislamiento (EAP 9505) presentó una reacción muy baja (2.2) en el genotipo susceptible Catrachita, indicando una baja virulencia, por lo que no se incluyó en los análisis estadísticos de los datos recolectados.

Se observaron diferencias significativas en la virulencia de los aislamientos entre las lecturas a los 42 DDS (3.64) y 45 DDS (4.94), con los genotipos de frijol (10 fuentes de resistencia y 2 testigos), y en las interacciones lectura por aislamiento (L x A), lectura por genotipo (L x G) y aislamiento por genotipo (A x G), (Cuadro 3).

La diferencia entre lecturas indica el rápido avance de los síntomas de la enfermedad expresada en una reacción más severa en la planta sólo tres días después de efectuada la primera lectura. La segunda lectura permitió hacer una mejor evaluación de la resistencia de los genotipos, facilitando su clasificación de acuerdo a la escala de severidad (1-9). La diferencia entre aislamientos sugiere variaciones en su grado de patogenicidad en los genotipos, observándose significativamente mayor la virulencia del aislamiento EAP 9506.

La reacción de los genotipos indica diferencias en resistencia a la enfermedad, lo que permite identificar fuentes más confiables para su uso en programas de mejoramiento. Los genotipos WILK 2, SEL 1309, XAN 159 y G 17341 mostraron grados de severidad de daño inferiores a 3 en ambas lecturas, confirmando los como resistentes a *Xcp*. Los genotipos VAX 2, AFR 603, XAN 286, CORNELL 10392 BULK, XR 16492, AFR 362 y XAN 273 mostraron grados de severidad intermedia (4-7). La susceptibilidad observada en el testigo susceptible Catrachita con los tres aislamientos, y la reacción intermedia (2.7) del testigo resistente VAX 2, demuestra la alta virulencia de los aislamientos y permite una selección confiable de fuentes de resistencia.

En el Cuadro 4 se aprecia con mayor detalle las diferencias significativas por efectos de las interacciones L x A y L x G.

Cuadro 3. Diferencias en severidad de daño por efectos del momento de lectura, aislamiento, genotipo y sus interacciones, en 12 genotipos de frijol común inoculados con tres aislamientos hondureños de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. Zamorano, Honduras, 1999.

FACTOR	Severidad de daño <sup>z</sup>	
<b>Lectura (L)</b>		
Primera (14 DDI) <sup>y</sup>	3.64	B
Segunda (17 DDI)	4.94	A
ANDEVA	**	
<b>Aislamiento (A)</b>		
EAP 9504	3.46	C
EAP 9503	3.89	B
EAP 9506	5.51	A
ANDEVA	**	
DMS (0.05)	0.27	
<b>Genotipo (G)</b>		
WILK 2	2.35	G
SEL 1309	2.41	G
XAN 159	2.57	FG
G17341	3.04	F
VAX 2 (T. resistente)	3.71	E
AFR 603	4.22	DE
XAN 286	4.45	CD
CORNELL 10392 BULK	4.61	CD
XR 16492	4.92	C
AFR 362	5.79	B
XAN 273	6.15	B
Catrachita (T. susceptible)	7.21	A
ANDEVA	**	
DMS (0.05)	0.55	
<b>Interacciones</b>		
L x A	**	
L x G	**	
A x G	**	
L x A x G	ns	
CV (%)	22.4	

<sup>z</sup> Escala 1-9 (1= sin síntomas; 9=síntomas muy severos)

<sup>y</sup> DDI = días después de inoculación.

\*\* y <sup>ns</sup>, significativo al nivel  $P \leq 0.01$  y no significativo, respectivamente.

Cuadro 4. Diferencias en severidad de daño de las interacciones lectura por aislamiento (L x A) y lectura por genotipo (L x G) en 12 genotipos de frijol común inoculados con tres aislamientos hondureños de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, Zamorano, Honduras, 1999.

FACTOR	Lectura de Severidad <sup>z</sup> (DDI <sup>y</sup> )			
	14		17	
<b>Interacción L x A</b>				
EAP 9504	3.00	D	3.92	C
EAP 9503	3.21	D	4.57	B
EAP 9506	4.70	B	6.32	A
Promedio	3.64		4.94	
ANDEVA		→		
DMS (0.05)		0.39		
<b>Interacción L x G</b>				
WILK 2	2.26		2.44	K
SEL 1309	2.17		2.65	K
XAN 159	2.36		2.78	JK
G 17341	2.50		3.58	HI
VAX 2 (T. resistente)	2.92		4.50	FG
AFR 603	3.53		4.92	EF
XAN 286	3.81		5.29	DE
CORNELL 10392 BULK	3.81		5.61	DE
XR 1649Z	3.92		5.93	CD
AFR 362	4.87		6.72	B
XAN 273	5.28		7.03	AB
Catrachita (T. susceptible)	6.64		7.79	A
Promedio	3.64		4.94	
ANDEVA		→		
DMS (0.05)		0.77		

<sup>z</sup> Escala 1-9 (1= sin síntomas; 9=síntomas muy severos)

<sup>y</sup> DDI = días después de inoculación.

\*\* significativo al nivel  $P \leq 0.01$ .

La significancia de interacción L x A indica la variación en la severidad de daño observada en los genotipos causada por los aislamientos en la segunda lectura con respecto a la primera. La interacción L x G, sugiere la importancia de realizar por lo menos dos lecturas separadas en el tiempo, para registrar diferencias máximas en la severidad de la enfermedad en los genotipos. Para obtener datos confiables, se espera que la variedad susceptible (en el ensayo, Catrachita) alcance síntomas de severidad que indiquen susceptibilidad (grado  $\geq 7$  en la escala 1-9) al aislamiento de *Xcp* utilizado como

inóculo, lo cual sólo se observó en la segunda lectura. Esta interacción indica la variación en la severidad de daño observada en los genotipos en diferentes momentos de lectura, ya que en algunos la máxima reacción puede observarse algunos días después de realizada las lecturas iniciales.

La interacción aislamiento por genotipo (A x G) indica diferencias de la severidad de daño en las fuentes de resistencia inoculadas con diferentes aislamientos, observándose que algunos genotipos muestran mayor resistencia a aislamientos específicos (Cuadro 5.). Estos resultados deben considerarse en la evaluación de fuentes de resistencia, ya que se trata de identificar genotipos con reacciones estables de resistencia al ser inoculados con diferentes aislamientos, que son variaciones en las formas de los patógenos (patotipos) en condiciones naturales.

Para analizar los efectos debidos a la procedencia de los genotipos en la reacción a la inoculación con los aislamientos, estos fueron agrupados según su origen, andino o mesoamericano, y los datos nuevamente analizados. La agrupación de los genotipos según su origen se observa en el Cuadro 1.

**Cuadro 5.** Severidad de daño de las interacciones aislamiento por genotipo (A x G) observadas en 12 genotipos de frijol común inoculados con tres aislamientos hondureños de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. Zamorano, Honduras, 1999.

GENOTIPO	Aislamiento						
	EAP 9506		EAP 9503		EAP 9504		
WILK 2	2.05		PQ	1.92	Q	3.08	JKLMNO
SEL 1309	2.69		LMNOPQ	2.37	MNOPQ	2.17	OPQ
XAN 169	3.38		HIJKL	2.33	NO PQ	2.00	PQ
G 17341	3.83		FGHIJ	2.42	MNOPQ	2.88	JKLMNP
VAX 2	4.58	EF		3.79	FGHIJK	2.75	LMNOPQ
AFR 603	5.67	D		3.54	GHIJKL	3.46	HIJKL
XAN 286	6.92	BC		3.31	JKLM	3.12	JKLMN
CORNELL 10392	5.92	D		4.13	FGHI	3.79	FGHIJK
XR 16482	7.13	BC		4.44	FG	3.21	IJKLMN
AFR 382	7.36	B		5.48	DE	4.65	EF
XAN 273	8.31	A		5.85	D	4.29	FGH
Catrachita	8.33	A		7.12	BC	6.19	CD
Promedio	6.61			3.89		3.46	
ANDEVA							**
DMS (0.05)							0.2187

\*\* Significativo al nivel de  $P \leq 0.01$ .

En este análisis, se observó que las diferencias de severidad de daño debidas a los factores lectura, aislamiento y origen, y las interacciones aislamiento por origen (A x O) y lectura por aislamiento (L x A), fueron significativas (Cuadro 6).

Las diferencias de severidad de daño debidas a los factores lectura, aislamiento e interacción L x A, indican respuestas similares a las descritas en los cuadros 3 y 4. Según los resultados, se debe hacer por lo menos dos lecturas separadas en el tiempo, o monitorear la enfermedad hasta que presente lecturas altas en la variedad susceptible, para efectuar las lecturas definitivas. Por otro lado, las diferencias observadas en la patogenicidad de los aislamientos sugieren el uso de los más virulentos para obtener evaluaciones confiables, como el EAP 9506.

Cuadro 6. Severidad de daño de 10 fuentes de resistencia de frijol (agrupados por origen) inoculados con tres aislamientos hondureños de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. Zamorano, Honduras, 1999.

FACTOR	Severidad de daño <sup>z</sup>	
<b>Lectura (L)</b>		
14 DDI <sup>y</sup>	3.41	B
17 DDI	4.72	A
ANDEVA	**	
<b>Aislamiento (A)</b>		
EAP 9504	3.26	C
EAP 9503	3.61	B
EAP 9506	5.32	A
ANDEVA	**	
DMS	0.113	
<b>Origen (O)</b>		
Andino	3.95	B
Mesoamericano	4.18	A
ANDEVA	*	
<b>Interacciones</b>		
L x A	-	
L x O	ns	
A x O	**	
L x A x O	ns	

<sup>z</sup> Escala 1-9 (1= sin síntomas; 9=síntomas muy severos)

<sup>y</sup> DDI = días después de inoculación.

\*\* , \* y <sup>ns</sup>, significativo al nivel  $P \leq 0.01$ ,  $P \leq 0.05$  y no significativo, respectivamente.

En promedio los materiales andinos fueron relativamente más resistentes (3.95) que los mesoamericanos (4.18). Ambos grupos presentaron dos genotipos resistentes y tres intermedios. Estos resultados respaldan la importancia de disponer de materiales resistentes de diverso origen en los programas de mejoramiento, para tener la oportunidad de ampliar la base genética de la resistencia a *Xcp*.

La interacción A x O indica la variación en severidad de daño de los materiales andinos y mesoamericanos en relación a los aislamientos (Cuadro 7). Esta interacción sugiere que los materiales mesoamericanos han coevolucionado con los aislamientos obtenidos de la misma región, pues presentan una ligera menor resistencia que los materiales andinos al aislamiento más virulento (EAP 9506). Por otro lado, los materiales mesoamericanos presentan mayor resistencia que los andinos con el aislamiento EAP 9504.

#### 4.2 EVALUACION DE PRODUCTOS QUIMICOS EN EL CONTROL DE LA BACTERIOSIS COMUN

No se observaron diferencias en la máxima severidad de daño (reacción máxima de la parcela) entre los productos químicos ni el número de aplicaciones (0, 2 ó 4 veces) usados para el control de la bacteriosis común (Cuadro 8). Las variedades SEL 1309 y Catrachita presentaron diferencias significativas en la máxima severidad de daño. Tampoco se observaron interacciones significativas entre el producto con el número de aplicaciones (P x A) ni con las variedades (P x V), del número de aplicaciones con las variedades (A x V), ni entre la combinación de estos factores (P x A x V).

**Cuadro 7.** Severidad de daño de la interacción aislamiento por origen (A x O) de 10 fuentes de resistencia de frijol común inoculados con tres aislamientos hondureños de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. Zamorano, Honduras, 1999.

Origen	Aislamiento						Promedio
	EAP 9503		EAP 9504		EAP 9506		
Andino	3.60	C	3.38	D	4.87	B	3.95
Mesoamericano	3.63	C	3.13	E	5.77	A	4.18
ANDEVA				**			
DMS (0.05)				0.160			
CV (%)				9.48			

\*\* significativo al nivel  $P \leq 0.01$ .



**Cuadro 8.** Diferencias en máxima severidad de daño debidas a los factores producto químico, número de aplicaciones y variedad de frijol, y sus interacciones. Zamorano, Honduras, 1999.

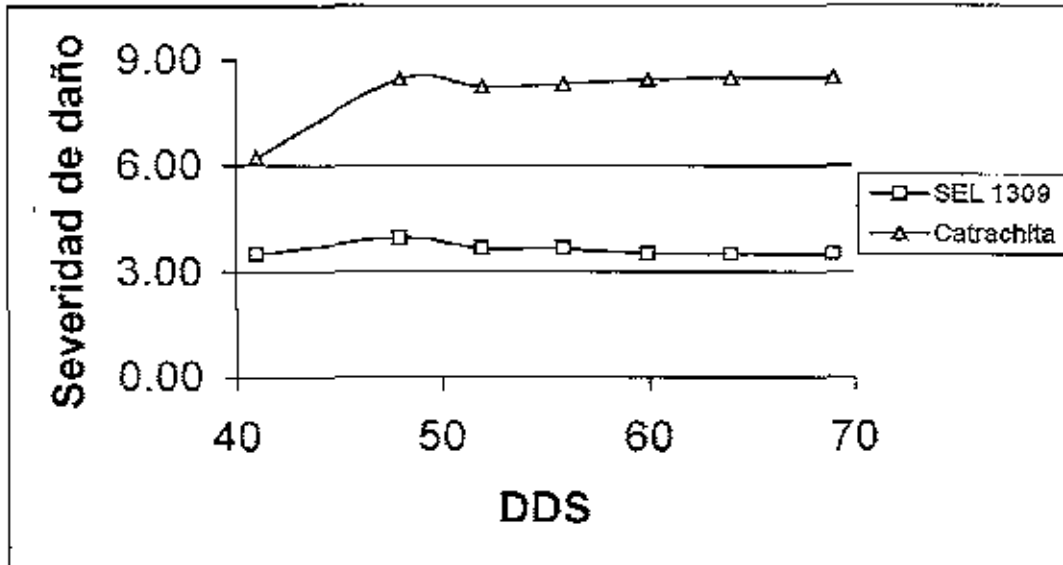
Factor	Lecturas de máxima severidad de daño (DDS) <sup>z</sup>						
	41	48	52	56	60	64	69
<b>Producto (P)</b>							
Oxitetraciclina+estreptomicina	4.71	6.25	5.83	5.92	5.96	6.00	6.00
Hidróxido de cobre	4.75	6.21	6.04	5.96	6.00	6.00	6.00
Oxicloruro de cobre	5.13	6.13	5.98	6.08	6.00	6.00	6.00
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>No. aplicaciones (A)</b>							
Cuatro aplicaciones	4.54	6.08	6.04	6.08	6.00	6.00	6.00
Dos aplicaciones	4.88	6.29	6.00	6.08	5.96	6.00	6.00
Sin aplicación	5.17	6.21	5.79	5.79	6.00	6.00	6.00
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Variedad (V)</b>							
SEL 1309	3.50	3.94	3.66	3.67	3.53	3.50	3.50
Catrachita	6.22	8.44	8.22	8.31	8.44	8.50	8.50
ANDEVA	**	**	**	**	**	**	**
<b>Interacciones</b>							
P x A	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P x A x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	12.8	13.6	13.8	14.2	14.1	14.0	14.0

<sup>z</sup> DDS = días después de siembra.

\*\* y <sup>ns</sup>, significativo al nivel  $P \leq 0.01$  y no significativo, respectivamente.

Los promedios de máxima severidad de daño en la variedad resistente SEL 1309 permanecieron constantes a través de las lecturas y fueron inferiores a 4.0 (Figura 1). La variedad susceptible presentó un avance notorio de la severidad de daño desde la primera lectura a los 41 DDS (6.2) hasta la última a los 69 DDS (8.5).

Las diferencias en severidad de daño general (reacción promedio de la parcela) debidas a productos químicos y al número de aplicaciones usadas en el control de *Xcp* no fueron significativas (Cuadro 9). Las variedades SEL 1309 y Catrachita presentaron diferencias significativas en esta variable. Las interacciones PxA, PxV, AxV y PxAxV no fueron significativas, a excepción de las interacciones AxV y PxAxV, en las lecturas a los 56 ( $P \leq 0.063$ ) y 60 ( $P \leq 0.07$ ) DDS, respectivamente.



Severidad de daño: 1= sin síntomas 9= daños muy severos.

Figura 1. Variaciones en la máxima severidad de daño a través del ciclo del cultivo de dos genotipos de frijol inoculados con el aislamiento EAP 9503 de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. Zamorano, Honduras, 1999.

Al igual que en la máxima severidad de daño, no se observaron diferencias en la severidad de daño general al utilizar diferentes productos químicos o número de aplicaciones de los mismos.

Los promedios de severidad de daño general en la variedad resistente SEL 1309 permanecieron constantes durante el período de evaluación por severidad de daño (41 a 69 DDS), mientras que la variedad susceptible Catrachita mostró un avance notorio de severidad de la enfermedad (Figura 2). En esta variable la variedad SEL 1309 registró valores inferiores a 3 (resistente) en todas las lecturas, mientras que en la variedad susceptible Catrachita, la severidad general se incrementó desde 4.2 (41 DDS) hasta 8.0 (69 DDS).

No se observaron diferencias significativas en la variable incidencia de daño (porcentaje del área afectada) en los genotipos debido al efecto de los productos o del número de aplicaciones de estos (Cuadro 10). Sin embargo, se observaron diferencias significativas en la incidencia de daño debido a los genotipos. No hubo interacciones significativas en esta variable.

Los promedios de incidencia de daño permanecieron relativamente constantes durante las tres lecturas (60, 64 y 69 DDS). La variedad susceptible Catrachita registró valores superiores a 6 y en la tercera lectura alcanzó a 7.1 de incidencia de daño, mostrando ligeros incrementos atribuibles a que las lecturas se efectuaron en etapas avanzadas de la enfermedad (Figura 3). En la línea resistente SEL 1309, se observaron valores inferiores a 3, es decir de resistencia en la escala (1-9).

Cuadro 9. Diferencias en severidad de daño general debidas a los factores producto químico, número de aplicaciones y variedad de frijol, y sus respectivas interacciones. Zamorano, Honduras, 1999.

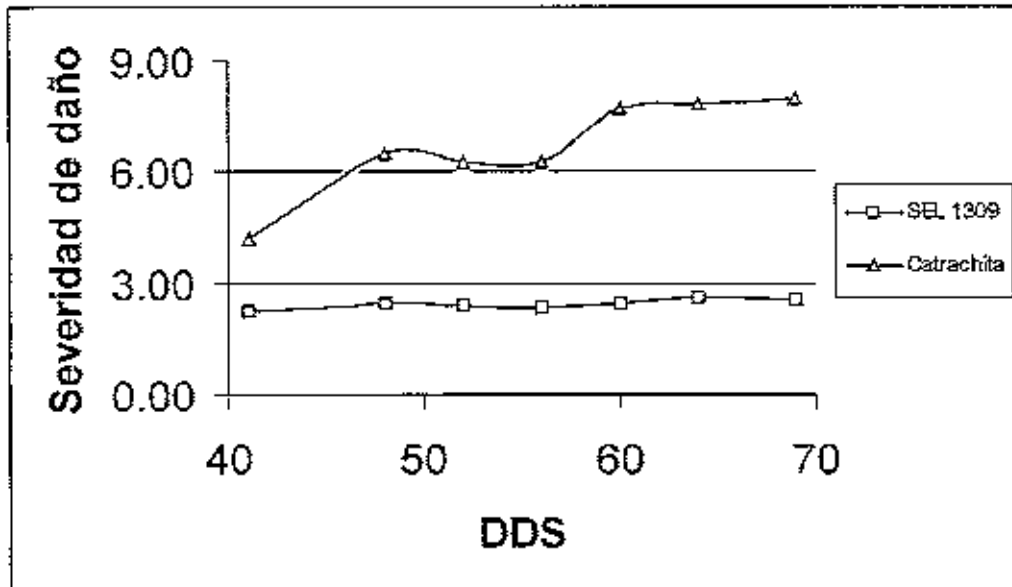
Factor	Lecturas de severidad de daño general (DDS) <sup>2</sup>						
	41	48	52	56	60	64	69
<b>Producto (P)</b>							
Oxitetraciclina+estreptomicina	3.04	4.42	4.13	4.25	4.83	5.00	5.13
Hidróxido de cobre	3.33	4.58	4.54	4.33	5.38	5.46	5.42
Oxicloruro de cobre	3.29	4.46	4.38	4.38	5.08	5.17	5.29
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>No. aplicaciones (A)</b>							
Cuatro aplicaciones	3.04	4.50	4.42	4.38	5.17	5.25	5.29
Dos aplicaciones	3.29	4.58	4.38	4.54	5.08	5.13	5.13
Sin aplicación	3.33	4.38	4.25	4.04	5.04	5.25	5.42
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Variedad (V)</b>							
SEL 1309	2.25	2.47	2.39	2.33	2.47	2.58	2.56
Catrachita	4.19	6.50	6.31	6.31	7.72	7.83	8.00
ANDEVA	**	**	**	**	**	**	**
<b>Interacciones</b>							
P x A	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x V	ns	ns	ns	* 0.0624	ns	ns	ns
P x A x V	ns	ns	ns	ns	* 0.0695	ns	ns
C.V. (%)	14.5	17.3	16.5	15.6	17.2	18.7	18.8

<sup>2</sup> DDS = días después de siembra.

\*\* y <sup>ns</sup>, significativo al nivel  $P \leq 0.01$  y no significativo, respectivamente.

La línea resistente SEL 1309 se comportó como tal, por lo que no hubo diferencias significativas en la severidad de daño máxima y general, e incidencia de la enfermedad. Probablemente esto influyó en que no existieran diferencias por efectos de los productos químicos y/o el número de aplicaciones realizadas. A diferencia de la anterior, la variedad susceptible Catrachita mostró grados de incidencia de daño de intermedio a susceptible, por lo que se esperaría respuesta a la aplicación de los productos y número de aplicaciones.

Las diferencias en severidad máxima de daño y general e incidencia de daño entre las variedades, y la falta de diferencias en el uso de productos y número de aplicaciones, indica la importancia del uso de variedades resistentes para la prevención y/o control de la enfermedad.



Severidad de daño: 1= sin síntomas 9= daños muy severos.

**Figura 2.** Variaciones en la severidad de daño general de dos genotipos de frijol inoculados con el aislamiento EAP 9503 de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. Zamorano, Honduras, 1999.

En la variedad susceptible se observó que incluso con aplicaciones de productos químicos, no se controló eficazmente el avance de la enfermedad. En la práctica esto implicaría que aún con un número adecuado de aplicaciones de productos químicos, no se lograría reducir la severidad e incidencia de daño por esta enfermedad a los niveles bajos observados utilizando la línea resistente SEL 1309.

No se observaron diferencias en el rendimiento ni en sus componentes número de vainas por planta (NVP), número de semillas por vaina (NSV) y peso seco de 100 semillas (PSCS), debidas al uso de diferentes productos y número de aplicaciones (Cuadro 11). Las diferencias observadas en estas variables se atribuyen exclusivamente a las variedades.

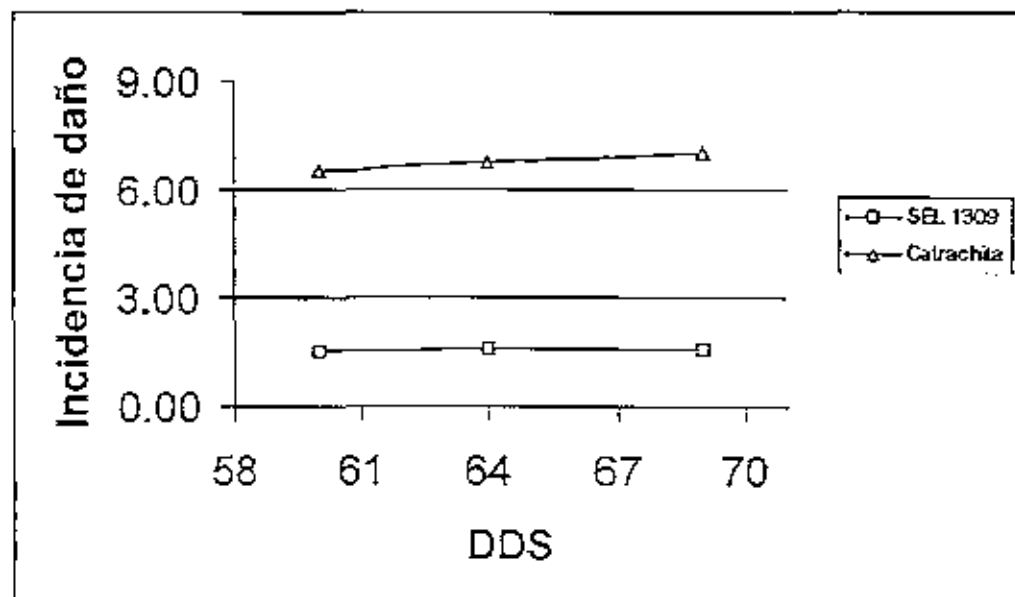
La variedad susceptible Catrachita obtuvo un NVP ligeramente menor; sin embargo, presentó un mayor NSV y PSCS, y un mayor rendimiento que la variedad resistente SEL 1309. Aunque estos resultados son contradictorios con relación al efecto de la incidencia de la enfermedad en cada variedad, se debe considerar que Catrachita es una variedad desarrollada para expresar un alto potencial de rendimiento bajo las condiciones de producción de Honduras, mientras que SEL 1309 es una fuente de resistencia a *Xcp* que no ha sido mejorada ni seleccionada para las condiciones de producción en este país. Es de esperarse que la transferencia de los genes resistentes a *Xcp* presentes en SEL 1309 a una variedad susceptible como Catrachita, facilitaría el desarrollo de una variedad con mejor estabilidad de rendimiento aún en presencia de esta enfermedad, y permitiría reducir el uso de productos químicos.

**Cuadro 10.** Diferencias en incidencia de daño observadas en dos genotipos de frijol inoculados con un aislamiento de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. Zamorano, Honduras, 1999.

Factor	Lecturas de incidencia de daño (DDS) <sup>z</sup>		
	60	64	69
<b>Producto (P)</b>			
Oxitetraciclina+estreptomidina	3,71	3,96	4,12
Hidróxido de cobre	4,29	4,38	4,46
Oxícloruro de cobre	3,96	4,12	4,33
ANDEVA	ns	ns	ns
<b>No. aplicaciones (A)</b>			
Cuatro aplicaciones	3,96	4,12	4,17
Dos aplicaciones	3,96	4,08	4,29
Sin aplicación	4,04	4,25	4,46
ANDEVA	ns	ns	ns
<b>Variedad (V)</b>			
SEL 1309	1,50	1,56	1,56
Catrachita	6,47	6,75	7,06
ANDEVA	**	**	**
<b>Interacciones</b>			
P x A	ns	ns	ns
P x V	ns	ns	ns
A x V	ns	ns	ns
P x A x V	ns	ns	ns
C.V. (%)	23,0	24,3	24,5

<sup>z</sup> DDS = días después de siembra

\*\* y <sup>ns</sup>, significativo al nivel  $P \leq 0,01$  y no significativo, respectivamente.



Incidencia de daño: 1=0%; 3=10%; 5=30%; 7=60%; 9=100% de la planta.

Figura 3. Variaciones en incidencia de daño de dos genotipos de frijol común inoculados con el aislamiento EAP 9503 de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. Zamorano, Honduras, 1999.

**Cuadro 11.** Efectos del uso de productos químicos, número de aplicaciones, variedades y sus interacciones en el rendimiento y componentes, de dos genotipos de frijol común inoculados con el aislamiento EAP 9503 de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, Zamorano, Honduras, 1999.

Factor	Rendimiento y componentes			
	Rendimiento (kg/ha)	NVP	NSV	PSCS
<b>Producto (P)</b>				
Oxitetraciclina+estreptomicina	3404.17	21.05	4.01	24.28
Hidróxido de cobre	3421.63	22.05	3.76	24.48
Oxicloruro de cobre	3548.31	20.90	4.07	25.02
ANDEVA	ns	ns	ns	ns
<b>No. aplicaciones (A)</b>				
Cuatro aplicaciones	3429.73	20.49	4.10	24.14
Dos aplicaciones	3352.95	20.98	4.00	23.96
Sin aplicación	3589.44	22.53	3.73	25.68
ANDEVA	ns	ns	ns	ns
<b>Variedad (V)</b>				
SEL 1309	3196.18	22.37	3.74	22.72
Catrachita	3718.57	20.28	4.15	26.46
ANDEVA	*	*	*	**
<b>Interacciones</b>				
P x A	ns	ns	ns	ns
P x V	ns	ns	ns	ns
A x V	ns	ns	ns	ns
P x A x V	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	25.88	17.40	16.78	10.97

NVP= No. Vainas/planta; NSV= No. Semillas/vaina; PSCS= peso seco de 100 semillas

\*\* , \* y <sup>ns</sup>, significativo al nivel  $P \leq 0.01$ ,  $P \leq 0.05$  y no significativo, respectivamente.

## 5. CONCLUSIONES

1. Se verificaron las fuentes de resistencia a la bacteriosis común empleando aislamientos virulentos de Honduras, y se determinó su valor para su uso en el manejo de la bacteriosis común y en programas de mejoramiento. Los resultados confirmaron la alta resistencia de los genotipos WILK 2, SEL 1309, XAN 159 y G17341.
2. Se observó una ligera superioridad en la resistencia de los materiales andinos con respecto a los mesoamericanos. Los materiales resistentes (andinos y mesoamericanos) ofrecen una base genética más amplia para la transferencia de genes de resistencia a variedades comerciales mayormente susceptibles. El origen de la fuente de resistencia y del aislamiento determina en gran medida la reacción del genotipo. Las reacciones observadas en diferentes genotipos a varios aislamientos según sus orígenes, permiten especular el grado de evolución entre ellos.
3. El uso de varios aislamientos virulentos permite observar la estabilidad de los genotipos, e identificar y seleccionar las fuentes de resistencia más adecuadas para su uso en mejoramiento.
4. El método de inoculación de punción múltiple permite obtener reacciones de severidad suficientemente altas para diferenciar los grados de susceptibilidad y resistencia al patógeno en genotipos diversos.
5. La resistencia varietal mostró ser un mejor método de manejo de la enfermedad que el control químico, donde los diferentes productos y número de aplicaciones empleados no redujeron la severidad de daño en el testigo susceptible.



## 6. RECOMENDACIONES

1. Se debe realizar inoculaciones con aislamientos virulentos y efectuar lecturas de severidad e incidencia del daño en diferentes etapas del ciclo del cultivo, con el fin de determinar la estabilidad de las fuentes de resistencia.
2. Aislamientos poco virulentos no deben incluirse en la identificación de fuentes de resistencia para evitar el uso incorrecto de la escala y hacer una selección inadecuada de las fuentes de resistencia.
3. Se debe hacer uso de aislamientos de una amplia área geográfica incluyendo el área meta a la cual se destinará los materiales a ser mejorados.
4. El uso de aislamientos de procedencia andina para la inoculación de los genotipos evaluados en el ensayo, permitirá observar un esquema más preciso de la interacción hospedero-patógeno.
5. El uso de variedades resistentes, integrada a otras prácticas de manejo como la siembra de semilla limpia libre del patógeno, rotación con cultivos no susceptibles, eliminación de residuos de cosecha y lavado de implementos agrícolas, podría proporcionar un buen control de la bacteriosis común del frijol. El control químico en variedades de resistencia intermedia se recomienda únicamente en estados iniciales de la enfermedad y con bajos niveles de severidad de daño e incidencia. Se debe evitar el uso de variedades susceptibles en zonas o condiciones donde ocurre la enfermedad.
6. La identificación de fuentes de resistencia para ampliar la base genética del cultivo se puede lograr con mayor eficacia a través del uso de marcadores moleculares.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, E.; VANEGAS, G.; VICTORIA, J.I. s.f. Transmisión por semilla de bacterias fitopatógenas del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Instituto Colombiano Agropecuario. s.n.t.
- ARGEÑAL, E. 1999. Caracterización de aislamientos de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y evaluación de fuentes de resistencia a la bacteriosis común del frijol. Tesis Ing. Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 29 p.
- CASTAÑO, J.; DEL RIO, L. 1994. Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica. Zamorano Academic Press ISBN 1885995-16-4. Publicación DPV-EAP no. 147. 3 ed. Zamorano, Honduras, 290 p.
- CASTRO, A. 1998. Estudio de la productividad y adaptación de variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la región Centro-oriental de Honduras. Tesis de Maestría en Ciencias en Agronomía y Suelos. Univ. De Mayagüez, P.R. 119 p.
- CIAT (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL). 1981. Enfermedades bacterianas del frijol: identificación y control (Guía de estudio). Cali, Col., serie 045B-06.05, p. 14-21.
- CIAT (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. A.V.Schoonhoven y M. A. Pastor-Corrales (Comps.). Cali, Col. 56 p.
- COYNE, D.P.; SCHUSTER, M.L. 1974. Breeding and genetic studies of tolerance to several bean (*Phaseolus vulgaris* L.) bacterial pathogens. (EE.UU.). Euphytica 23: 651-656.
- COYNE, D.P.; SCHUSTER, M.L. 1980. Bacterial diseases of legumes: breeding and resistance. In Summerfield, R. and Bunting, A.H., eds. Advances in Legume Science. London, HMSO, p. 225-233.

- EAP (ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA). 1994. Enfermedades del frijol, La bacteriosis común. Publicación del Departamento de Agronomía de la EAP. Zamorano, Honduras (trifolio ilustrado).
- FUSAGRI (FUNDACION SERVICIO PARA EL AGRICULTOR). 1987. Caraota y Frijol. D. Boscán, Venezuela. 9 p.
- KIRIAKOV, I. 1996. Diferencias en la virulencia de cepas de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. In Primer Taller Internacional Sobre Bacteriosis Común del Frijol. Universidad de Puerto Rico. Documento 96/2. Puerto Rico. p. 45-53.
- MARCANO, M.; TRUJILLO, G. 1984. Perpetuación de la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis* (Berthet y Bondar) Dyc. en el suelo a través de restos de cosecha. *Agronomía Tropical* 34 (4-6).
- MUÑOZ, C.G.; SINGH, S.P. 1996 Estudio comparativo de fuentes de resistencia para bacteriosis común disponibles en diferentes especies de *Phaseolus* y progreso genético a través de cruzamientos interespecíficos y piramidación de genes. In Taller de Mejoramiento de Frijol para el Siglo XXI. CIAT, Cali, Col. p. 118-129.
- NAVARRETE, R., 1996. Variación patogénica de cepas de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en diferentes regiones de México. In Primer Taller Internacional Sobre Bacteriosis Común del Frijol. Universidad de Puerto Rico. Documento 96/2. Puerto Rico. p. 39-44.
- ROSAS, J.C.; YOUNG, R. 1992. Principios y prácticas de mejoramiento de plantas. Zamorano, Honduras. Publicación del Departamento de Agronomía de la EAP: 119 p.
- ROSAS, J.C. 1998. El cultivo del frijol común en América tropical. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. 52 p.
- SAETTLER, A.W. 1994. Bacteriosis común. In Problemas de producción del frijol en los trópicos. Ed. Pastor-Corrales, M.; Schwartz, H. 2 ed. Cali, Col. p. 303-329.
- SCHOONHOVEN, A.V.; VOYSEST, O. 1994. El frijol común en América Latina y sus limitaciones. In: Problemas de producción del frijol en los trópicos. Ed. Pastor-Corrales, M.; Schwartz, H. 2 ed. Cali, Col. p. 49-61.
- SCHUSTER, M.L.; COYNE, D.P.; BEHRE, T.; HENRY, L. 1983. Sources of *phaseolus* species resistance and leaf and pod differential reactions to common blight. *HortScience* 18(6): 901-903.

- SCHWARTZ, H.F.; BRICK, M.A. 1996. Dry bean production & pest management. Regional Bulletin 562A., Colorado State University. U.S.A. p. 79-80.
- SERRACIN, J.; YOUNG, R.A.; ROSAS, J.C.; CACERES, J. 1991. Daños causados por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y su efecto en el rendimiento del frijol común (habichuela; *Phaseolus vulgaris*). Journal of Agriculture. University of Puerto Rico. vol. 75. no. 4. p. 353-361.
- VIDAVER, A.K. 1996. Clasificación, nomenclatura e identificación del patógeno de la bacteriosis común dentro del grupo *Xanthomonas campestris*. In Primer Taller Internacional Sobre Bacteriosis Común del Frijol. Universidad de Puerto Rico. Documento 96/2. Puerto Rico. p. 6-20.
- WEBSTER, D.M.; TEMPLE, S.R.; SCHWARTZ, H.F. 1980. Selection for resistance to *Xanthomonas phaseoli* in dry beans. Crop Science, vol. 20 jul-ago 1980. p. 519-522.
- WEBSTER, D.M.; TEMPLE, S.R.; GALVEZ, G. 1983. Expression of resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in *Phaseolus vulgaris* under tropical conditions. Plant Disease 67: 394-396.
- WELLER, D.M.; SAETTLER, A.W. 1976. Chemical control of common and fuscous bacterial blights in Michigan navy (pea) beans. Plant Disease Reporter 60(9): 793-797.
- YOSHII, K. 1980. Common and fuscous bacterial blight. In Bean production problems. Ed. by Schwartz, H.F., Gálvez, G.E. Cali, Col. p.157-172.
- ZAPATA, M. 1996. Identificación de razas de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en hojas de *Phaseolus vulgaris*. In Primer Taller Internacional Sobre Bacteriosis Común del Frijol. Universidad de Puerto Rico. Documento 96/2. Puerto Rico. p. 54-68.