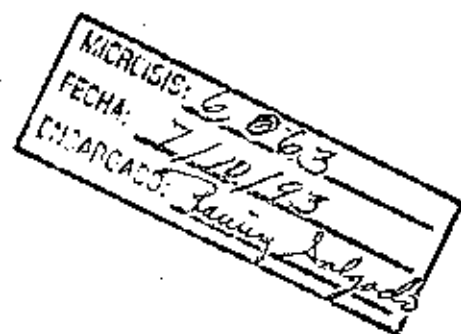


Cuantificación de Daños Causados por  
Xanthomonas campestris pv phaseoli  
(Smith) Dye en Tres Cultivares de Frijol  
Común (Phaseolus vulgaris L.).

P O R

*José Sexraeín Rojas*

**TESIS**



PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE

**INGENIERO AGRONOMO**

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

Abril, 1990

BIBLIOTECA WILSON POPENOE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 93  
TEGUIGALPA HONDURAS

CUANTIFICACION DE DAÑOS CAUSADOS POR Xanthomonas  
campestris pv phaseoli (Smith) Dye EN TRES CULTIVARES DE  
FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L.).

PQR  
José Serracín Rojas.

El autor concede a la Escuela Agrícola  
Panamericana permiso para reproducir y  
distribuir copias de este trabajo para  
los usos que considere necesarios. Para  
otras personas y otros fines; se reservan  
los derechos de autor.

-----  
José Serracín R.

El Zamorano, Abril de 1990.

DEDICATORIA

Dedico éste trabajo a:

Dios.

A la memoria de mi madre Clara C. Rojas de Serracin  
(Q.D.D.G.).

A mi papá y a mi abuela por todo su apoyo.

A mis tíos y hermanos.

BIBLIOTECA WILSON POPENDE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 02  
TEGUCIGALPA, HONDURAS

## AGRADECIMIENTOS

De manera especial a mi asesor principal Ingeniero Roberto A. Young, por su ayuda, consejos y amistad.

A los Doctores Juan Carlos Rosas y Jacobo Cáceres por su colaboración y asesoría.

A mis amigos y colegas José Ramiro Moncada y Gustavo Robleto y a la señora Noemí Sevilla por siempre estar dispuestos a ayudarme cuando los necesité.

A los muchachos de la Sección Proyectos por su colaboración en el manejo de mis ensayos.

A los Ingenieros Eduardo Robleto y Oswaldo Varela por su valiosa cooperación y, sobre todo por la amistad.

A todo el personal del Departamento de Agronomía.

A mis amigos y colegas Mauricio Zuniga, Osman Olivera, Gustavo Ochoa, Gerardo Murillo, José María Nieto, Alex Leiva y Marvin Mora por los buenos y malos ratos que hemos pasado durante éste año.

A mi compañero de escapadas los fines de semana al Pueblo, Lazaro Arcilla; por los buenos y malos momentos que pasamos en el W-4D y "Álla".

Y al Banco Interamericano de Desarrollo por el financiamiento de mis estudios.

**RECONOCIMIENTOS**

Este trabajo fue realizado con fondos proporcionados por el Programa Bean/Cowpea CRSP (Donación AID No. DAN-1310-G-SS-6008-00) y el Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana (EAP)-El Zamorano, Honduras.

## INDICE

	PAG.
Titulo .....	i
Derechos de autor .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimientos .....	iv
Reconocimientos .....	v
Indice .....	vi
Indice de Cuadros .....	vii
Indice de Figuras .....	ix
Indice de Apéndices .....	x
I INTRODUCCION .....	1
II REVISION DE LITERATURA .....	3
III MATERIALES Y METODOS .....	11
IV RESULTADOS Y DISCUSION .....	22
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	40
VI RESUMEN .....	41
VII LITERATURA CITADA .....	42
VIII APENDICES .....	45
IX DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR .....	49
X APROBACION .....	50

## INDICE DE CUADROS

PAG.

Cuadro 1.- Incremento de la incidencia o porcentaje de daño causado por <u>Xanthomonas campestris</u> pv. <u>phaseoli</u> en tres genotipos de frijol evaluados durante el ciclo del cultivo en la época de primera. El Zamorano, Honduras, 1989. ....	25
Cuadro 2.- Incremento de la incidencia o porcentaje de daño causado por <u>Xanthomonas campestris</u> pv. <u>phaseoli</u> en tres genotipos de frijol evaluados durante el ciclo del cultivo en la época de postrera. El Zamorano, Honduras, 1989. ....	25
Cuadro 3.- Influencia de los tratamientos de protección e inoculación y genotipos de frijol común en la incidencia y la severidad de los daños causados por <u>Xanthomonas campestris</u> pv. <u>phaseoli</u> en la época de primera. El Zamorano, Honduras, 1989. ....	27
Cuadro 4.- Influencia de los tratamientos de protección e inoculación y genotipos de frijol en la incidencia y severidad de daños causados por <u>Xanthomonas campestris</u> pv. <u>phaseoli</u> y sus efectos en el rendimiento y sus componentes en la época de postrera. El Zamorano, Honduras, 1989. ....	31
Cuadro 5.- Porcentaje de variación (reducción) en el rendimiento (kg/ha) de tres genotipos de frijol según su susceptibilidad al daño causado por <u>Xanthomonas campestris</u> pv. <u>phaseoli</u> bajo tratamientos de protección e inoculación artificial en la época de postrera. El Zamorano, Honduras, 1989. ....	33
Cuadro 6.- Coeficientes de correlación entre la incidencia y la severidad del daño causado por <u>Xanthomonas campestris</u> pv. <u>phaseoli</u> y el rendimiento y sus componentes en tres genotipos de frijol cultivados bajo tratamientos de protección e inoculación artificial en la época de postrera. El Zamorano, Honduras, 1989. ....	33

## I. INTRODUCCION

El frijol común (Phaseolus vulgaris L.) es considerado uno de los cultivos de granos básicos de mayor importancia en la región Centroamericana, debido a su alto consumo y a que es una fuente importante de proteínas (FAO, 1978).

Se ha estimado que el rendimiento promedio del frijol en Honduras es de unos 533 kg/ha, considerado bajo en relación al potencial de rendimiento observado en este cultivo (Adams, 1984; Ramos, 1986).

Uno de los factores que más afecta la producción de frijol a nivel de campo es la incidencia de enfermedades. La bacteriosis común causada por Xanthomonas campestris p.v. phaseoli (Smith) Dye (Xcp), ha sido reconocida como la enfermedad bacteriana más importante, considerándose a este patógeno entre los que producen mayores reducciones en los rendimientos de este cultivo (Yoshii, 1980).

La bacteriosis común del frijol es una enfermedad de climas cálidos. Bajo condiciones de alta temperaturas (28°-32°C) y alta humedad relativa puede causar pérdidas en el rendimiento, que según reportes de Colombia, los Estados Unidos y Canadá están entre 22-45%, 10-20% y 38%, respectivamente (Pastor-Corrales, 1985).

La bacteria es capaz de infectar follaje, tallos, vainas y semillas. A través de la transmisión por semilla el patógeno es diseminado efectivamente; los residuos de cosecha son también considerados como fuente de inóculo de importancia



(Saettler, 1989).

En Honduras la presencia de esta enfermedad ha sido comúnmente observada en la mayoría de las zonas productoras del país, tanto durante la época de primera (junio-septiembre), como en la de postrera (septiembre-diciembre).

Las pérdidas en el rendimiento causadas por el ataque de Xcp se consideran significativas a nivel de campo; sin embargo, se desconoce la magnitud de la misma. En Honduras, en general, poca investigación se ha realizado en cuanto a la cuantificación de daños causados por los diferentes patógenos que atacan al frijol común. Uno de los pocos estudios en esta área reporta pérdidas en el rendimiento hasta de 59%, en una variedad criolla susceptible (Desarrural) al ataque de Colletotrichum lindemuthianum (antracnosis) bajo infección natural (Young et al., 1988).

El conocimiento básico del potencial de reducción del rendimiento que pueda causar un determinado patógeno es necesario en la orientación de estudios posteriores que busquen encontrar alternativas de fitoprotección económicamente viables para el agricultor.

El presente trabajo tuvo como objetivo el estudio de la incidencia y severidad y cuantificación de pérdidas en rendimiento ocasionadas por Xcp en tres genotipos de frijol con diferentes niveles de resistencia genética.

## II. REVISION DE LITERATURA

### Sintomatología

La bacteriosis común (Xanthomonas campestris pv. phaseoli (Smith) Dye) del frijol, es una enfermedad de climas cálidos favorecida generalmente por temperatura y humedad relativa altas, causando más daños al cultivo a 28° C que a temperaturas más bajas (Pastor-Corrales, 1985). La enfermedad ocurre en la mayoría de las regiones donde se siembra frijol con ambientes favorables para el desarrollo de la enfermedad y ha sido reportada en la mayoría de los países de las Américas, Europa y Africa (Hernández, 1983).

Inicialmente los síntomas foliares aparecen como puntos acuosos en el envés de la hoja, los que aumentan de tamaño y van adquiriendo una forma irregular y que muchas veces coalescen para formar una lesión más grande. Estas áreas se notan flácidas y rodeadas de un borde angosto de color amarillo-limón, el cual posteriormente al necrosarse se vuelve de color café llegando muchas veces a cubrir un área bastante grande de la hoja.

Frecuentemente, se observa también en el envés de las hojas un exudado bacteriano que inicialmente es de color amarillento, pero posteriormente al secarse se torna negro dando la impresión de ser costras delgadas sobre el tejido necroso. Los ataques severos al follaje, además de producir primero flacidez y después amarillamiento y necrosamiento de

las hojas, causan también desfoliaciones prematuras (Zaunweyer y Thomas, 1957; citados por Saeftler, 1989).

A pesar de que el patógeno no induce síntomas sistémicos, éste puede llegar a los haces vasculares desde las hojas o cotiledones infectados y puede producir un adelgazamiento del tallo y consecuentemente una pudrición en el nudo cotiledonario que hace que la planta se doble y caiga (Cardona et al., 1982). Estos síntomas son más comunes en las plantas provenientes de semillas infectadas, las cuales suelen presentar lesiones en los cotiledones, nudos y hojas primarias. La colonización de los tejidos del xilema, puede causar marchitamiento de la planta debido a la obstrucción de los vasos vasculares o desintegración de las paredes celulares (Haas, 1972).

En las vainas, los síntomas iniciales son manchas húmedas muy pequeñas que generalmente adquieren primero color café y después se tornan oscuras con bordes rojizos y levemente deprimidos. Estas lesiones coalescen cubriendo extensas áreas en la vaina y muchas veces mostrando el exudado bacterial. La infección de las vainas durante la formación de la semilla resulta en semillas infectadas que se arrugan, decoloran y a veces se pudren. En la semilla, el patógeno generalmente se encuentra en la testa pero también puede llegar a los cotiledones.

Es común ver reportada en la literatura a esta enfermedad como dos enfermedades distintas: bacteriosis común y anubio

- Cuadro 7.- Influencia de los tratamientos de protección e inoculación y genotipos de frijol en la incidencia en vainas de Xanthomonas campestris pv. phaseoli, en las épocas de primera y postrera. El Zamorano, Honduras, 1989. .... 35
- Cuadro 8.- Coeficientes de correlación entre la incidencia de Xanthomonas campestris pv. phaseoli en vainas y sus efectos en el rendimiento de frijol y sus componentes en la época de postrera, El Zamorano, Honduras, 1989. .... 37
- Cuadro 9.- Condiciones meteorológicas que imperaron durante el desarrollo de los experimentos, en las épocas de primera (junio-septiembre) y postrera (septiembre-diciembre). El Zamorano, Honduras, 1989. .... 37

## INDICE DE FIGURAS

	PAG.
Figura 1.- Rayado de la solución acuosa en el medio de cultivo (LDCA), aparición de colonias aisladas. ....	15
Figura 2.- Reaislamiento de colonias individuales en el medio de cultivo (LDCA), incremento de inóculo. ....	15
Figura 3.- Segundo y último reaislamiento de Xcp en el medio de cultivo (LDCA), multiplicación de inóculo. ....	15
Figura 4a.- Trifolio sano equivalente al 100% de área foliar. ....	18
Figura 4b.- Trifolio afectado en un 30% aproximadamente de su área foliar por la incidencia de Xcp. ....	18
Figura 5.- Trifolios de frijol mostrando las nueve categorías de la enfermedad (1 = síntomas no visibles y 9 = síntomas severos) usada para evaluar la severidad del daño causado por <u>Xanthomonas campestris</u> pv. <u>phaseoli</u> (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987). ....	20
Figura 6.- Incidencia de <u>Xanthomonas campestris</u> pv. <u>phaseoli</u> en tres genotipos de frijol durante la época de primera. a) protegido b) inoculado. ....	23
Figura 7.- Incidencia de <u>Xanthomonas campestris</u> pv. <u>phaseoli</u> en tres genotipos de frijol durante la época de postrera. a) protegido b) inoculado. ....	24
Figura 8.- Respuesta fenotípica de tres genotipos de frijol común a la incidencia de <u>Xanthomonas campestris</u> pv. <u>phaseoli</u> bajo tratamientos protegido (a) e inoculado (b) en la época de primera. ....	28

## INDICE DE APENDICES

	PAG.
Apéndice 1.- Preparación del medio de cultivo. ....	44
Apéndice 2.- Descripción de los nueve pasos de la escala usada para la evaluación de la severidad de daño causado por <u>Xanthomonas campestris</u> pv. <u>phaseoli</u> . ....	45
Apéndice 3.- Esquema de el análisis de varianza usado con el diseño de parcelas divididas. ....	46
Apéndice 4.- Variables en estudio y observaciones tomadas en el transcurso de los experimentos. ....	48

fusco. En la práctica, ambas son la misma enfermedad causada por el mismo patógeno. La única diferencia es que el añublo fusco es causado por una variante o por un aislamiento de Xcp, que en un medio de cultivo que contenga tirosina produce un pigmento difusible de color café (Pastor-Corrales, 1985). Muchos aislamientos que producen este pigmento y por lo tanto que causan añublo fusco, tienden a ser más virulentos que los otros que no lo producen; sin embargo, esto no es generalizado, por lo tanto no se justifica hacer diferenciación entre ellos como patógenos diferentes o de considerar a la bacteriosis común y al añublo fusco como dos enfermedades distintas.

#### Epidemiología

Steadman et al. (1974), estudiaron el efecto de el agua de riego por canales, en la diseminación de Xcp en campos de frijol no infectados. Agua de riego de un canal fue asperjada sobre parcelas del cultivar Great Northern #59, pudiéndose determinar que la bacteria tenía suficiente concentración en el agua para inducir la enfermedad en este campo no infectado.

La diseminación secundario del patógeno es facilitada por la lluvia acompañada de vientos, partículas de polvo transportadas por el viento, y por insectos, y posiblemente por el agua de riego (Pastor-Corrales, 1985).

Weller y Saettler (1980), trabajando con semillas de frijol blanco para evaluar la epidemiología de Xcp en la

transmisión por semillas, concluyeron que semillas extremadamente infectadas son una fuente importante de inóculo primario y reportaron que el 14% de los lotes de semilla comercial de frijol estuvieron contaminados. Ellos concluyeron que se requiere una concentración mínima de  $10^3$ - $10^4$  bacterias por semilla para producir infectación bajo condiciones de campo. Semillas con pocos síntomas de contaminación interna fueron identificadas como una fuente potencial de inóculo primario. Semillas con síntomas visibles fueron asociadas con infestación en vainas; la infección en vainas resulta en lesiones sistémicas en forma de líneas muy finas las cuales son difíciles de detectar.

Se ha comprobado que Xcp puede sobrevivir de 18-24 meses en la hojarasca y en otros residuos vegetales; también sobrevive hasta por tres años en humedades de 20-50% y temperaturas de 25°C (Campos-Avila, 1987).

Santana y Peña-Matos (1989), trabajando con residuos de cosecha infectados con Xcp, colocados en la superficie del suelo o enterrados a 15 cm de profundidad, obtuvieron como resultados que los residuos enterrados presentaban una longevidad máxima de 30 días, mientras que en los residuos sobre la superficie del suelo el patógeno sobrevivió hasta los cinco meses manteniendo un buen grado de virulencia al ser inoculado.

Zaumeyer y colaboradores (1969), afirman que efectivamente la bacteria puede sobrevivir en el campo en los



residuos de cosechas anteriores, de donde se ha podido aislar; ellos observaron que cuando se dejan en el campo los residuos de plantas enfermas con bacteriosis y se vuelve a sembrar en el mismo sitio, el frijol presenta síntomas de la enfermedad.

Aunque las bacterias fitopatógenas no forman esporas, muchas de ellas resisten la desecación y soportan sequías prolongadas. Xcp produce un polisacárido extra-celular en medio de cultivo y en el hospedante donde sobrevive por períodos prolongados (Campos-Avila, 1987). Además del frijol común, esta bacteria es capaz de atacar a Phaseolus lunatus, P. multiflorus, P. mungo, P. aureus, Glicine max, Lablab niger, Strophostyles helvula (Zaumeyer et al, 1969).

Residuos de plantas han sido consideradas como fuente de inóculo, debido a que portan la bacteria temporalmente hasta el siguiente ciclo de cultivo (Zaumeyer et al., 1969). Por otro lado, algunos estudios han demostrado que la bacteria fitopatógena puede sobrevivir en hojas sanas de hospederos y no hospederos. En América Latina, particularmente en los trópicos donde las condiciones son adecuadas para más de un cultivo por año, el frijol es sembrado en asociación con otros cultivos. En estos sistemas las infestaciones de malezas son un problema común; cuando están en asociación con cultivos como maíz podrían tener una función importante como fuente de inóculo en regiones tropicales y semi-tropicales productoras de frijol (Cafati y Saettler, 1980).

Ramos y Vidaver (1989), reportan que Xcp y Xanthomonas

pectolíticas fueron aisladas de malezas asintomáticas colectadas dentro y alrededor de campos infectados en tres zonas de cultivo de frijol en la República Dominicana. Ellos obtuvieron como resultado que el porcentaje de aislamientos patógenos en 77 muestras de hojas de malezas fue de 22%; la mayoría (91%) de estos aislamientos provenían del interior de los campos. Estos resultados sugieren que las malezas podrían no ser una fuente importante de inóculo primario, pero contribuyen a la supervivencia y diseminación secundaria de Xcp dentro de los campos infectados y pueden albergar también otros Xanthomonas epifíticas atípicas.

#### Cuantificación de daños

Wallen y Jackson (1975) comprobaron por observación y experiencia, que la enfermedad para las condiciones ambientales del suroeste de Ontario, presenta un patrón de desarrollo consistente a través de la estación de crecimiento; apareciendo el foco inicial en la última semana de Julio. Durante el periodo entre el 10 y 15 de Agosto, los síntomas de la enfermedad en el foco son óptimos para su reconocimiento. La pérdida o reducción ocurre cuando un foco inicial discreto está presente, aproximadamente el 16 de Agosto; la distribución secundaria del patógeno después de este tiempo no juega ningún papel apreciable en la pérdida o reducción de rendimiento. Estos investigadores inocularon las plantas de frijol tres semanas después de la siembra con Xcp

y obtuvieron reducciones en rendimiento hasta de 38%.

Yoshii et al. (1976), en estudios realizados en Colombia, obtuvieron reducciones en rendimiento entre un 22% y 45% trabajando con inoculación natural y artificial, respectivamente.

En 1967, el 75% de 265,000 hectáreas de frijol blanco en Michigan reportaron una reducción en el rendimiento de 10%-20% causados por Xcp (Saettler, 1989).

#### Métodos de control de la enfermedad

Varios productos químicos aplicados al follaje han sido evaluados para el control de esta enfermedad. Entre estos se pueden mencionar: sulfato de cobre, caldo bordelés, Agrymicin y otros productos elaborados con antibióticos. La aplicación de estos últimos es casi prohibitiva debido al costo elevado de los mismos, además de la posible selección de mutantes resistentes a los antibióticos (Dickens y Oshima, 1969).

El empleo de resistencia genética podría ser la mejor arma para el control de la bacteriosis común. Arp et al. (1971) trabajaron con P. vulgaris y P. acutifolius (frijol tepari) para comparar en el campo la reacción de ambas especies a la enfermedad. Inocularon las plantas y obtuvieron como resultado que todos los frijol tepari no presentaron síntomas visibles, mientras que sólo tres de las 12 variedades de frijol común evaluadas presentaron una buena tolerancia a la bacteria.

Más recientemente han sido reportadas líneas procedentes

de cruces interespecíficas entre P. vulgaris y P. acutifolius, hechos en la Universidad de California, con niveles muy altos de resistencia a la bacteriosis común. Estas líneas han sido codificadas como XAN-159, XAN-160 y XAN-161 (CIAT, 1982).

Beebe (1988), revisando trabajos de varios autores, explica que solo Oliveira (1987) ha intentado determinar el número de genes que controlan la reacción en frijol a Xanthomonas. Aplicando ecuaciones apropiadas a las respectivas varianzas, Oliveira concluyó que había un solo gene actuando en la reacción de trifolios, copa y vainas; sin embargo, había otros casos donde el análisis indicó además que existía epistasis.

Webster et al (1980), demostraron que la resistencia a Xanthomonas puede ser aparentemente alterada por una respuesta al fotoperiodismo, con días largos favoreciendo crecimiento vegetativo y reduciendo la expresión de síntomas.

La investigación sobre resistencia a Xanthomonas ha tenido limitantes debido a ligamientos genéticos, factores como brillantez de semilla con resistencia, resistencia con inestabilidad de color, y resistencia con inestabilidad y/o mala adaptación (Beebe, 1988).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### Ubicación de los Ensayos y Características de la Zona

Los trabajos experimentales se establecieron en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano. El primer ensayo fue sembrado en la época de primera (17 Junio 1989) y se ubicó en la Terraza 5, mientras que el segundo experimento fue sembrado en época de postrera (19 Septiembre 1989) y se estableció en La Vega 1; ambos lotes pertenecientes al Departamento de Agronomía. La EAP esta localizada a una altitud de 805 msnm, en el Valle del Río Yeguaque, a 33 km al este de Tegucigalpa, Honduras, a 14° 00' 26" latitud norte y 87° 00' 27" longitud oeste.

#### Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Los tratamientos de protección e inoculación artificial constituyeron las parcelas principales (factor A), y tres genotipos diferentes por su reacción al ataque de Xcp, las sub-parcelas (factor B). La parcela experimental constó de 4 surcos de 5m de largo, separados a 0.6m, lo que representó un Area de 12m<sup>2</sup> por unidad experimental.

#### Genotipos utilizados

Se emplearon tres genotipos diferentes en cuanto a su respuesta al ataque de Xanthomonas campestris p.v. phaseoli:

la variedad comercial "Catrachita" (susceptible), y dos líneas de mejoramiento, "EAP 10-88" (resistencia moderada) y "XAN 155" (resistente).

#### Labores de Campo

La preparación del terreno se hizo en forma convencional utilizando una arada y dos pases de rastra. Se aplicó el herbicida metolaclor (Dual 960 CE), a razón de 2.5 L de producto comercial/ha, para el control de gramíneas. Posteriormente se realizaron dos deshierbas manuales con azadón a los 10 y 30 días después de la siembra (dds).

La siembra se realizó utilizando dos semillas por postura colocadas a 0.1m de separación entre posturas y una distancia entre surcos de 0.6m. El raleo se hizo aproximadamente a los 10 dds, dejándose una planta por postura para uniformizar la población en las parcelas experimentales, obteniéndose una densidad aproximada de 166,666 plantas/ha.

La labor de fertilización se realizó en el momento de la siembra aplicándose 200 kg/ha de la fórmula 18-46-0. Conjuntamente con la aplicación del fertilizante se aplicó el insecticida-nematicida Furadan 10G (carbofuran), para el control de insectos del suelo, en dosis de 10 kg de producto comercial/ha.

El control de insectos durante el cultivo se realizó utilizando metamidofos (MTD-600), a razón de 0.9 kg i.a./ha. Los insectos más comunes observados durante los ensayos

fueron: crisomélidos (Diabrotica sp. y Ceroloma sp), mosca blanca (Bemisia tabaci) y lorito verde (Empoasca kraemerii).

Ambos ensayos fueron protegidos en forma general contra el ataque de enfermedades causadas por hongos, utilizándose el fungicida benomyl (Beniate) en una dosis de 0.5 kg de producto comercial/ha.

### Manejo del ensayo

#### Tratamiento Protegido

Para el tratamiento con protección se utilizó el producto comercial Agrimicin-100 cuyo ingrediente activo es una mezcla de estreptomycin y oxitetraciclina al 16%. Se hicieron cuatro aplicaciones a intervalos de siete días, empezando a los 30 dds. Se utilizó la dosis media recomendada por el fabricante (260 g producto comercial/ha).

#### Tratamiento Inoculado

##### Preparación del inóculo

El inóculo inicial se obtuvo de aislamientos provenientes de hojas infectadas, colectadas de plantas en el campo, las cuales presentaban los síntomas visibles típicos causados por Xcp. El aislamiento del patógeno se hizo siguiendo la técnica de maceración (CIAT, 1981), de la siguiente forma:

- a) se lavó el material vegetal infectado en agua corriente,

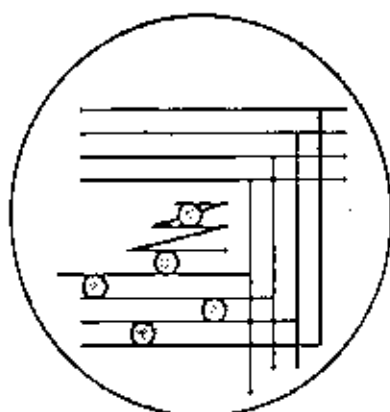


Figura 1. Rayado de la solución acuosa en el medio de cultivo (LDCA); aparición de colonias aisladas.

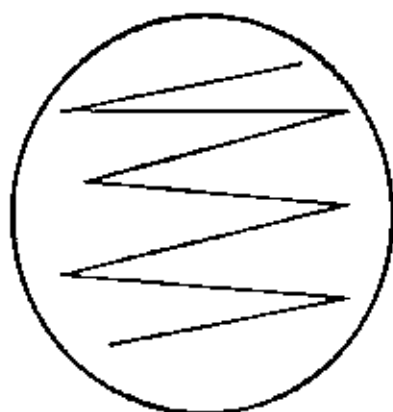


Figura 2. Reislamiento de colonias individuales en el medio de cultivo (LDCA); incremento de inóculo.



Figura 3. Segundo y último reislamiento de Xep en el medio de cultivo (LDCA); multiplicación de inóculo.



- b) con una tijera se cortaron pedazos pequeños de tejido visualmente dañados y parte de tejido sano,
- c) los fragmentos cortados fueron colocados en una solución de hipoclorito de sodio (1%) por espacio de 2 minutos para desinfección,
- d) posteriormente los fragmentos se enjuagaron varias veces en agua destilada estéril,
- e) se utilizó un mortero estéril, en el cual se colocó previamente algunas gotas de agua destilada estéril, y con la ayuda de un bastón de vidrio se maceraron los pedazos de tejido hasta obtener una solución acuosa de color verde oscuro,
- f) con un asa metálica, previamente esterilizada en una llama de mechero, se tomó parte de la solución acuosa y se procedió al estriado (Fig. 1) en medio de cultivo levadura-dextrosa-carbonato de calcio-agar (LDCA) contenido dentro de platos petri (Apéndice 1).
- g) los platos petri inoculados fueron colocados en una incubadora a 30°C por 48 horas.

Después del período de incubación se identificaron colonias aisladas de bacterias en diferentes cajas petri (Fig. 1). Con la ayuda del asa metálica se reaislaron estas colonias en forma individual en platos petri con LDCA, para incremento de inóculo (Fig. 2), colocándose en el incubador por 48 horas más. Después de este primer reaislamiento se procedió a preparar un segundo y último reaislamiento para multiplicación

del inóculo (Fig. 3), preparando un número determinado de platos petri con LDCA, de acuerdo a la cantidad necesaria para la aspersión de los tratamientos. Luego se procedió a colocarlos en la incubadora por otras 48 horas. Después de este paso se procedió a la preparación de la solución a ser asperjada en los respectivos tratamientos. A las cajas petri se les colocó agua destilada para diluir el inóculo, luego el contenido acuoso de las cajas fue vertido en un recipiente con agua destilada (después de mezclar bien). Una muestra de esta solución fue colocada en un espectrofotómetro calibrado a 600 nanómetros para leer a una absorbancia de 0.5, que equivale a una concentración de  $5 \times 10^8$  células/ml. La dilución final para aspersión debe contener la proporción de 1 unidad de inóculo por 9 unidades de agua, lo que equivale a una concentración de  $5 \times 10^7$  células/ml, recomendada para inoculaciones de campo (CIAT, 1981).

#### Aplicación del inóculo

La primera inoculación fue hecha a los 20 dds, las dos siguientes a los 25 y 30 dds. En el ensayo de primera, se usó una bomba de mochila manual para asperjar el inóculo, mientras que en el ensayo de postrera se utilizó una bomba de motor para intentar causar lesiones en el follaje y así facilitar la penetración de la bacteria al tejido vegetal. Todas las inoculaciones fueron efectuadas después de las 4 de la tarde para evitar que la radiación solar afectara la viabilidad de

la bacteria inoculada.

Aproximadamente una semana antes de la siembra de los experimentos (en ambas épocas), se procedió a sembrar hileras de sorgo entre las unidades experimentales con el fin de levantar barreras o individualizar cada parcela experimental, evitando la contaminación entre los tratamientos protegido y/o inoculado en el momento de las aplicaciones respectivas. También se utilizó una barrera de plástico al hacer las aplicaciones con el mismo fin.

#### Determinaciones

Para el ensayo de la época de primera se tomaron datos de incidencia o porcentaje de daño; estas lecturas se hicieron en 20 plantas seleccionadas (10 por cada surco central) en cada parcela. Las plantas fueron escogidas de la siguiente forma: se dejó 0.5m de borde en cada uno de los surcos centrales, luego cada cuatro plantas se procedió a marcar una con una etiqueta numerada.

Para determinar el porcentaje de daño o incidencia en cada planta marcada, se escogió al azar un trifolios sano y completamente desarrollado; cada foliolo representó un 33% de área foliar (100% el trifolios completo) (Fig. 4a). Los daños observados en el follaje de toda la planta se extrapolaron imaginariamente al trifolios previamente escogido, calculándose el porcentaje de tejido afectado de acuerdo al área foliar cubierta por las lesiones observadas en cada uno de los



Figura 4a. Trifolio sano equivalente al 100% de área foliar.



Figura 4b. Trifolio afectado en un 30% aproximadamente de su área foliar por la incidencia de Xcp.

rendimiento por parcela, en esta determinación se utilizaron (PSCS). Para calcular el rendimiento se tomaron datos de número de semillas/vaina (NSV) y peso seco de cien semillas rendimiento y sus componentes, número de vainas/planta (NVP), además se cuantificó el efecto de la enfermedad sobre el en aparecer. En postera también se evaluó la severidad y debió a que en postera los síntomas se tardaron un poco más días. Se hicieron un total de cinco evaluaciones, esto se primera y segunda evaluación, para continuar luego cada cinco los 62 dds, habiendo una diferencia de siete días entre la evaluaciones se iniciaron a los 40 dds, continuándose hasta determinaciones de incidencia no fueron iguales. Las mencionados, con la única variante que las fechas de las En la época de postera se tomaron los datos antes foliaje una evaluación en vainas, para ambas épocas.

Además se hizo conjuntamente con la última evaluación a) parcela experimental.

(Apéndice 2). Estas observaciones se hicieron en toda la del 1-9 (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987) (Fig. 5) Los datos de severidad se tomaron utilizando una escala vainas (R8), realizándose un total de seis evaluaciones.

hasta los 60 dds, esta última coincidiendo con el llenado de primera (40 dds); las siguientes se efectuaron cada cinco días evaluación se efectuó con siete días de diferencia a lo los 33 dds, durante la etapa de floración (R6), la segunda folios respectivos (Fig. 4b). Las lecturas se iniciaron a

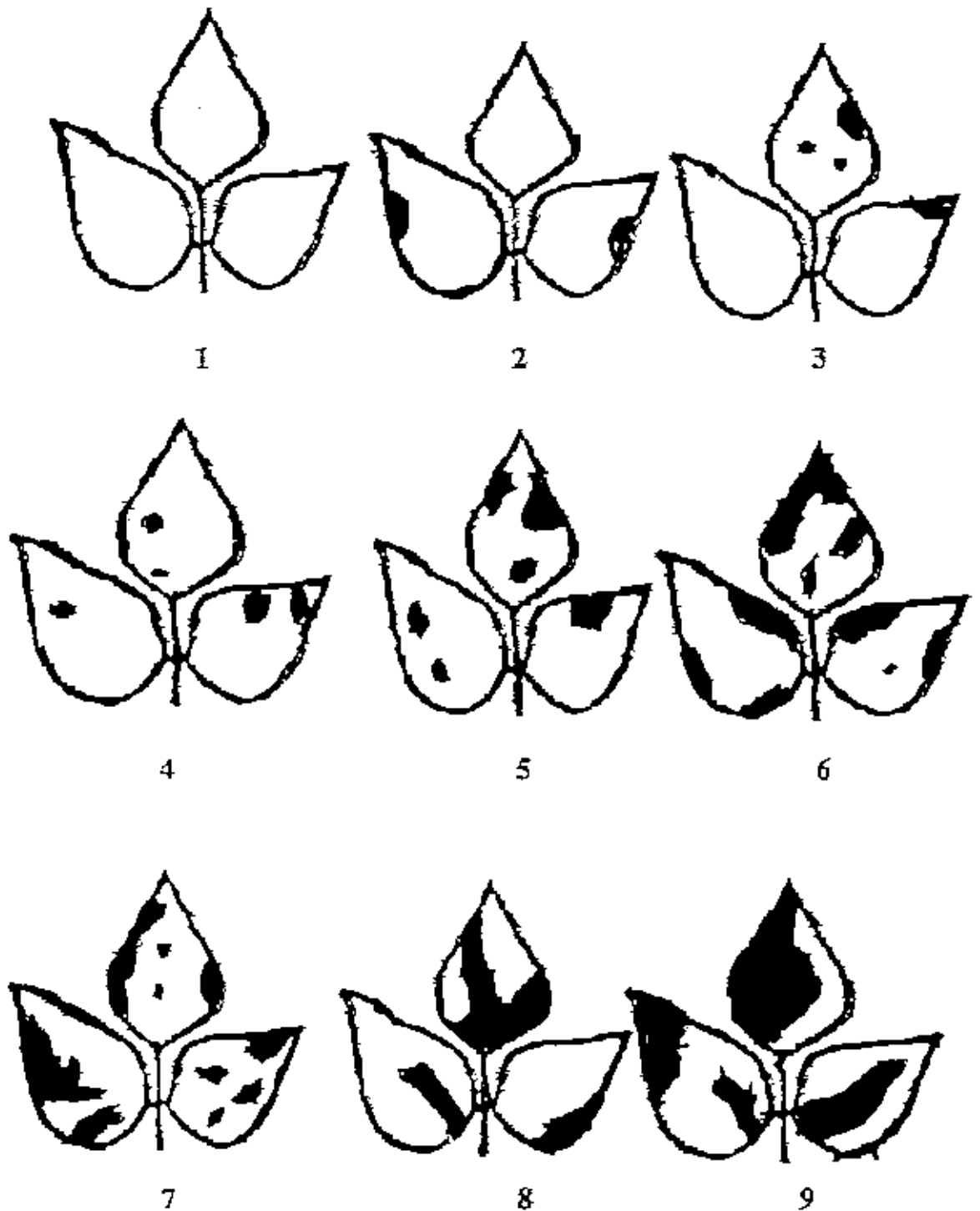


Figura 5. Trifolios de frijol mostrando las nueve categorías de la enfermedad (1 = síntomas no visibles y 9 = síntomas severos) usada para evaluar la severidad del daño causado por *Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987).

las 20 plantas seleccionadas y marcadas para las evaluaciones de incidencia. La determinación del rendimiento se hizo en base al área de terreno que representaban las plantas cosechadas, la cual fue relacionada con una hectárea. Debido a que las muestras presentaban diferentes porcentajes de humedad se estandarizó el rendimiento al 14% de humedad con la siguiente fórmula:

$$PF = \frac{PI (100 - \%HI)}{(100 - \%HF)}, \text{ en donde:}$$

PF = Peso final del grano

PI = Peso inicial del grano

HI = Porcentaje de humedad inicial

HF = Porcentaje de humedad final deseada(14%)

Los análisis estadísticos se realizaron en la Sección Proyectos de el Departamento de Agronomía de la EAP. Se utilizó una microcomputadora IBM-PS, Modelo 30, y el programa estadístico MSTAT Versión 4.C. Se efectuaron análisis de varianza, separación de medias mediante la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS) al 0.05, y se determinaron coeficientes de correlación entre las variables. Para el caso de las variables incidencia y severidad, se transformaron los datos usando la fórmula  $(x+1)^{1/2}$  con los cuales se hicieron los análisis estadísticos, y es en esta forma como son reportados los resultados en el capítulo siguiente.

#### IV. RESULTADOS y DISCUSION

En ambas épocas de siembra, se observó una tendencia similar en el comportamiento de los genotipos al ataque de Xanthomonas campestris p.v. phaseoli, tanto en el tratamiento protegido como en el inoculado. "Catrachita", la variedad susceptible, presentó los mayores porcentajes de daño, la línea "EAP 10-88", un comportamiento intermedio, y "XAN 155", la línea resistente, presentó una menor incidencia del patógeno (Fig 6 y 7).

La incidencia de la enfermedad en los tratamientos protegidos, en las dos épocas de siembra, fue bastante limitada (< 1%), hasta aproximadamente los 45 dds (Fig 6a y 7a). Sin embargo, el comportamiento de los genotipos empezó a diferenciarse a partir de los 55 dds en primera y los 57 dds en postrera. En ambas épocas, la protección con Agrimicín mantuvo los niveles de daño por debajo del 5% (Fig. 6a y 7a). Por otro lado, una mayor incidencia fue observada en la época de primera (33%) que en la de postrera (26%) en los tratamientos inoculados (Fig. 6b y 7b).

La resistencia genética de cada genotipo se vio más claramente evidenciada en la época de postrera y en los tratamientos inoculados en ambas épocas (Cuadros 1 y 2). Desde las primeras evaluaciones la variedad "Catrachita" (susceptible) presentó los mayores porcentajes de daño. Las líneas "EAP 10-88" y "XAN 155", después de los 55 dds empezaron a mostrar cierta incidencia del patógeno.



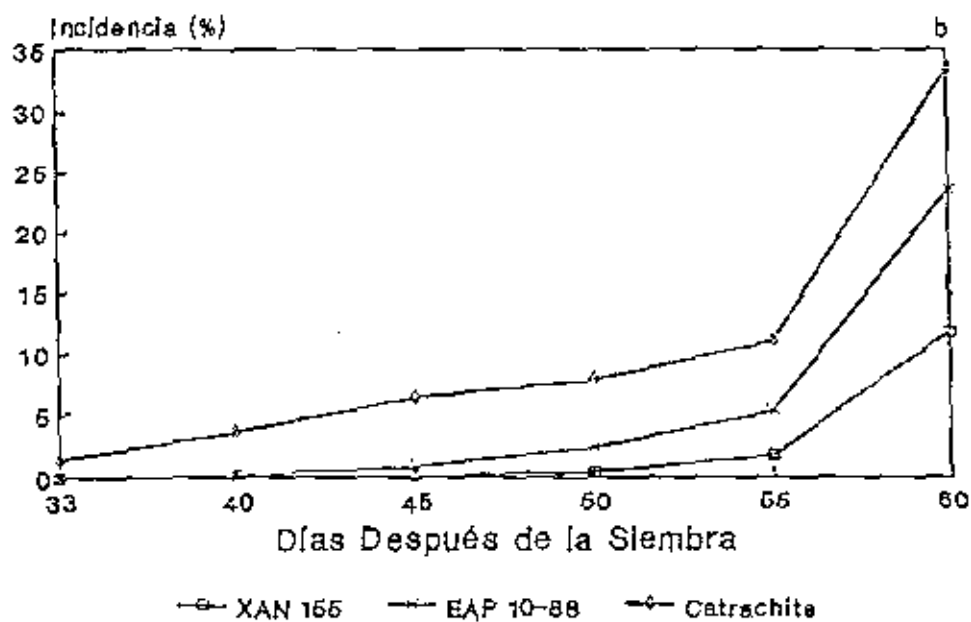
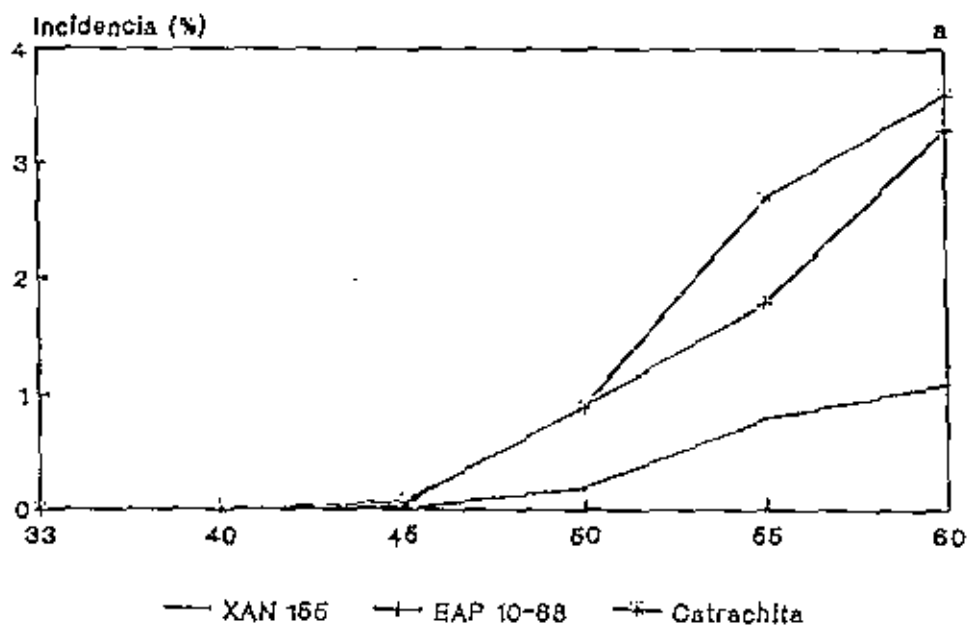


Fig 6. Incidencia de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en tres genotipos de frijol común a través del ciclo de crecimiento durante la época de primavera. a) protegido. b) inoculado.

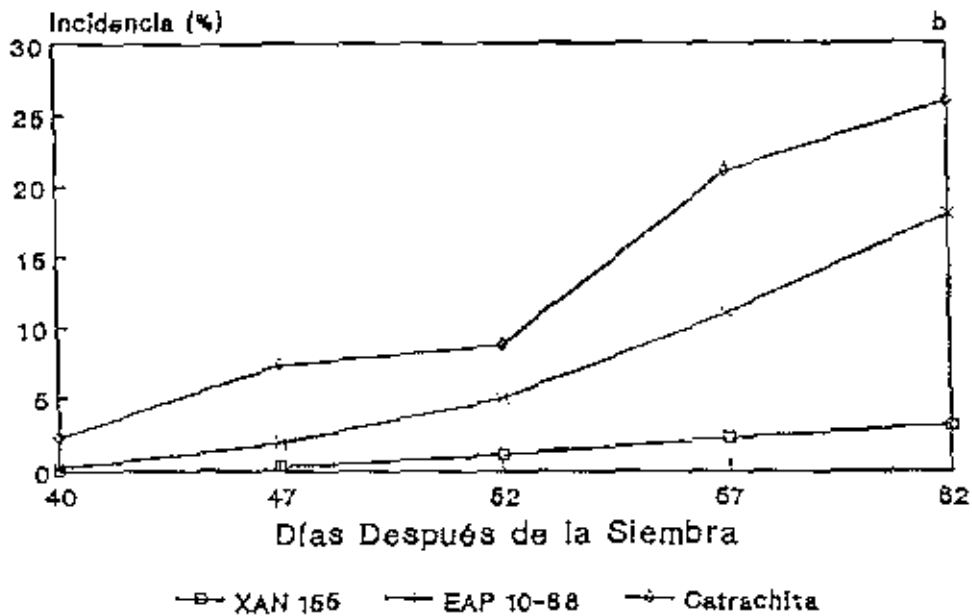
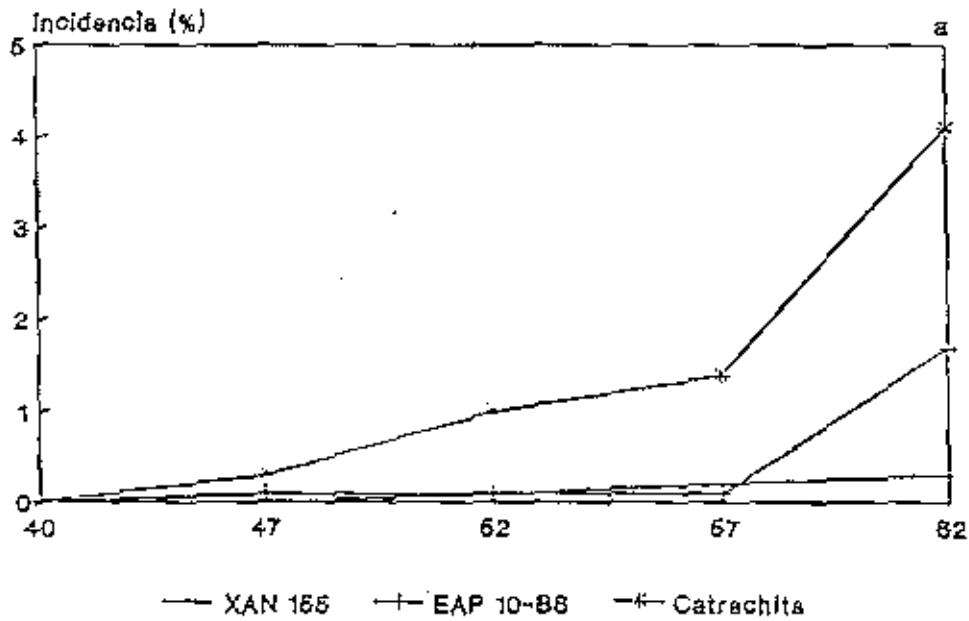


Fig 7. Incidencia de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en tres genotipos de frijol común a través del ciclo de crecimiento durante la época de postrera.  
a) protegido b) inoculado.

Quadro 1. Incremento de la incidencia o porcentaje de daño causado por *Xanthomonas campestris* p.v. *phaseoli* en tres genotipos de frijol evaluados durante el ciclo del cultivo en la época de primera. El Zamorano, Honduras, 1989.

Genotipos <u>Protegidos</u>	Días después de la siembra					
	33	40	45	50	55	60
XAN 155	0	0	0.01	0.2	0.8	1.1
EAP 10-88	0	0.01	0.08	0.9	1.8	3.3
Catrachita	0	0	0.04	0.9	2.7	3.6
<b>Genotipos <u>Inoculados</u></b>						
XAN 155	0	0.1	0.1	0.4	1.8	11.9
EAP 10-88	0	0.2	0.9	2.4	5.3	23.5
Catrachita	1.4	3.6	6.4	7.8	11.1	33.5

Quadro 2. Incremento de la incidencia o porcentaje de daño causado por *Xanthomonas campestris* p.v. *phaseoli* en tres genotipos frijol evaluados durante el ciclo del cultivo en la época de postrera. El Zamorano, Honduras, 1989.

Genotipos <u>Protegidos</u>	Días después de la siembra				
	40	47	52	57	62
XAN 155	0	0	0.1	0.2	0.3
EAP 10-88	0	0.1	0.1	0.1	1.7
Catrachita	0	0.3	1.0	1.4	4.1
<b>Genotipos <u>Inoculados</u></b>					
XAN 155	0	0.3	1.1	2.2	3.1
EAP 10-88	0.2	1.9	4.9	11.0	18.0
Catrachita	2.2	7.3	8.7	21.0	26.0

En el Cuadro 3, se presenta un resumen de los resultados del análisis de varianza para las variables incidencia y severidad del daño causado por Xcp. Se observan diferencias significativas entre los tratamientos y los genotipos para ambas variables.

Como era de esperarse la incidencia y severidad fue significativamente mayor en las parcelas inoculadas y sin protección.

Comparando los genotipos, se observa que la diferencia existente entre ellos, para ambas variables, sigue el orden de resistencia que cada uno de los genotipos posee; "XAN 155", un promedio de incidencia de 1.4% y severidad 3, "EAP 10-88", incidencia de 3.1% y severidad 5 y "Catrachita", 3.9% de incidencia y severidad 7.

En la Figura B se explica claramente la interacción tratamiento por genotipo. Ambas líneas no son paralelas, lo que indica que ambos factores (tratamiento por genotipo) no son independientes.

La interacción significativa resultó porque con el tratamiento protegido hubo diferencias entre los genotipos con relación a la incidencia de la enfermedad, lo que indica que la protección fue efectiva. Sin embargo, al no proteger, la diferencia fue grande entre genotipos, lo que demuestra que los genotipos son diferentes.

Para la variable severidad, se observaron valores entre 2.3-3.5 en las medias de tratamiento protegido por genotipo.

Cuadro 3. Influencia de los tratamientos de protección e inoculación y genotipos de frijol común en la incidencia y la severidad de los daños causados por *Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* en la época de primera. El Zamorano, Honduras, 1989.

Factor	Daños	
	Incidencia <sup>1</sup>	Severidad <sup>2</sup>
<u>Tratamiento</u>		
Protegido	0.9	3.1
Inoculado	6.1	6.0
Signif.	**	*
<u>Genotipos</u>		
XAN 155	1.4	3.0
EAP 10-88	3.1	5.0
Catrachita	5.9	7.0
Signif.	*	*
<u>Interacción</u>		
P x XAN 155	0.4	2.3
P x EAP 10-88	1.0	3.5
P x Catrachita	1.2	3.5
I x XAN 155	2.4	4.0
I x EAP 10-88	5.2	6.5
I x Catrachita	10.5	7.7
Signif.	***	*
C.V. (%)	22.1	3.5

<sup>1</sup> Datos transformados usando la fórmula  $(x+1)^{1/2}$ .

<sup>2</sup> Escala CIAT 1-9 (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987)

\*, \*\*, \*\*\*, P < 0.01, P < 0.05, P < 0.10, respectivamente.

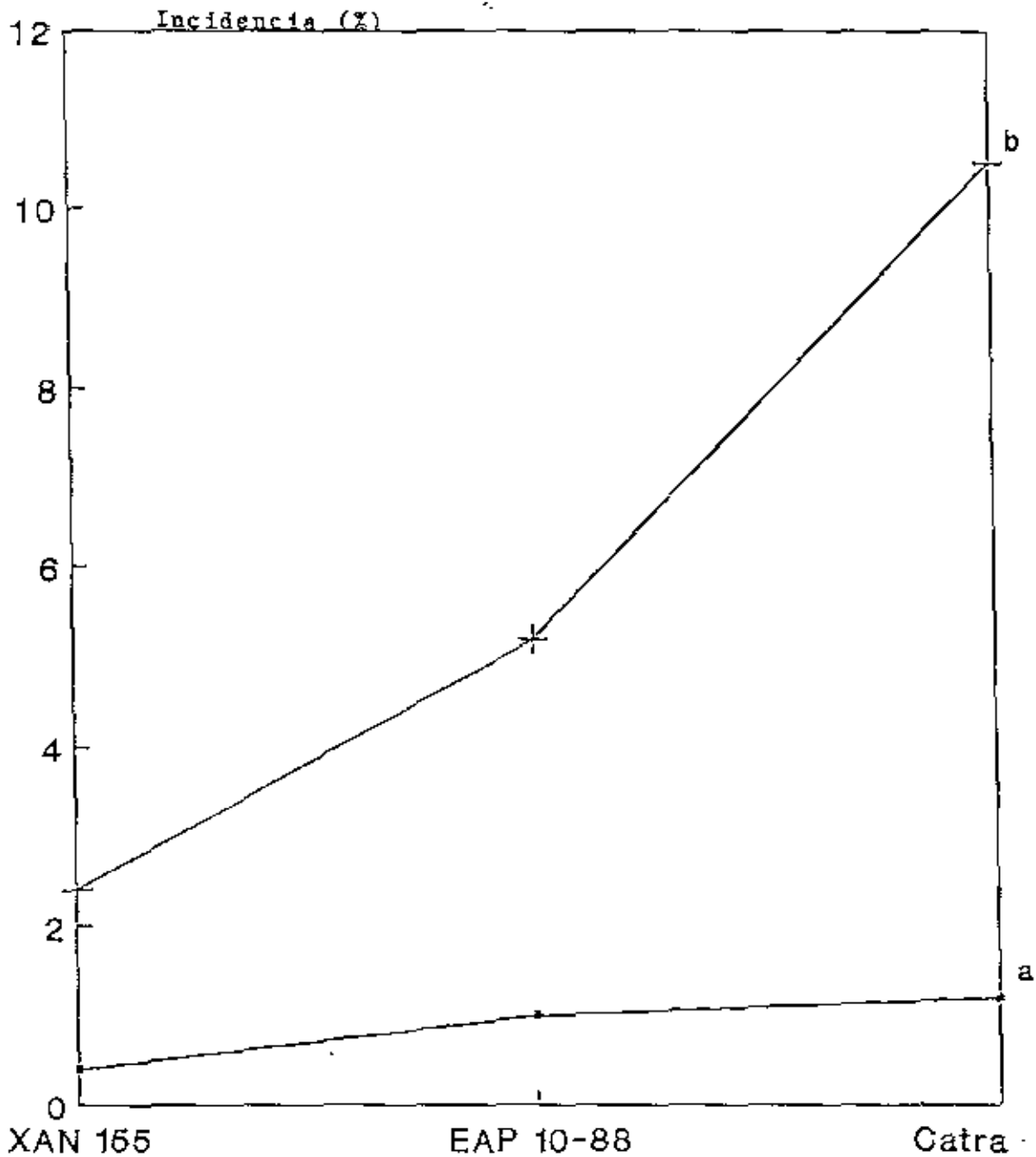


Fig. 8. Respuesta fenotípica de tres genotipos de frijol común a la incidencia de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* bajo tratamientos protegido (a) e inoculado (b) en la época de primera.

Una diferencia más marcada se observó en las medias del tratamiento inoculado por genotipo, en la que "Catrachita" presentó una severidad de 7.7 (alta), mientras que "XAN 155" solo presentó una severidad de 4.0 (intermedia).

La diferencia entre los tratamientos protegido e inoculado se supone que fue debida a las aplicaciones de Agrimicim-100, las que mantuvieron la incidencia de Xcp a niveles bajos. Sin embargo, en el estudio de Weller y Saettler (1976), usando una serie de productos químicos entre ellos uno a base de estreptomícina, no fue posible reducir la infección y aumentar el rendimiento.

Los genotipos reflejaron cada uno su grado de resistencia a la enfermedad, ya que el menor porcentaje de daño lo presentó "XAN 155" (resistente), seguido de "EAP 10-88" (resistencia moderada), y por último "Catrachita" (susceptible). Sin embargo, es necesario aclarar que la escala usada es subjetiva y que se evalúa toda la parcela experimental tomando como base la planta más afectada para dar la clasificación de esa parcela (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987).

El nivel de resistencia se ve reflejado más claramente en las medias del tratamiento inoculado por genotipo, donde "XAN 155" obtuvo el porcentaje más bajo de daño (2.4%); sin embargo, el valor 4 obtenido para severidad lo ubica en la categoría de resistencia moderada. Esto se podría explicar como una consecuencia de la mayor presión de inóculo que la

que se podría esperar en condiciones naturales, debido a las inoculaciones artificiales. "EAP 10-88", estuvo en los límites de la resistencia moderada (severidad 6.5), casi susceptible, mientras que "Catrachita" es obviamente un genotipo susceptible (severidad 7.7).

En el ensayo de postrera se observaron diferencias entre tratamientos (protegido e inoculado) para la incidencia y severidad causados por Xcp, y sus efectos en el rendimiento y el componente NSV (Cuadro 4).

Entre los genotipos, se observaron diferencias para la incidencia y severidad del daño, rendimiento y los componentes de rendimiento NSV y PSCS, siendo Catrachita la que presentó los promedios más altos de incidencia (6.8) y de severidad (7.0) (Cuadro 4). El rendimiento de cada genotipo fue también proporcional al nivel de resistencia mostrado en el tratamiento inoculado: "XAN 155" (resistente) obtuvo la mayor producción (1449 kg/ha), seguido de "EAP 10-88" (moderado) (1329 kg/ha) y por último "Catrachita" (susceptible) (1000 kg/ha). El NSV disminuyó según el grado de resistencia de cada uno de los genotipos. Las interacciones tratamiento por genotipo fueron altamente significativas para la variable incidencia o porcentaje de daño solamente. No se observó diferencias para severidad, rendimiento y sus componentes.

La interacción tratamiento por genotipo al resultar no significativa, nos da a entender que cada genotipo tanto en el tratamiento protegido como en el inoculado se comporta



Duadro 4. Influencia de tratamientos de protección e inoculación y genotipos de frijol en la incidencia y severidad de daños causado por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y sus efectos en el rendimiento y sus componentes en la época de postrera. El Zamorano, Honduras, 1989.

Factor	Daños		Rdto. (kg/ha)	Componentes rendimiento <sup>1</sup>		
	Incidencia <sup>2</sup>	Severidad <sup>3</sup>		NMP	NSV	PSCS
<u>Tratamientos</u>						
Protegido	0.38	5.0	1933	11.5	5.1	27.3
Inoculado	7.12	7.0	1259	9.9	4.8	26.9
Signif.	**	*	**	ns	***	ns
<u>Genotipos</u>						
XAN 155	0.65	4.0	1660	11.6	5.4	25.1
EAP 10-88	3.78	6.0	1773	11.2	5.2	24.1
Catrachita	6.81	7.0	1356	9.2	4.2	32.0
Signif.	*	*	***	ns	*	*
DMS(0.05)	2.8	0.93	371.6		0.71	2.4
<u>Interacción</u>						
P x XAN	0.06	2.0	1870	11.4	5.5	25.5
P x EAP	0.16	6.0	2217	12.3	5.4	24.5
P x Catra.	0.91	7.0	1711	10.8	4.3	32.0
I x XAN	1.24	5.0	1449	11.9	5.2	25.0
I x EAP	7.41	7.0	1329	10.1	5.1	23.7
I x Catra.	12.71	8.0	1000	7.7	4.1	32.0
Signif.	*	ns	ns	ns	ns	ns
DMS(0.05)	3.96					
<u>C.V. (%)</u>						
	18.8	7.5	21.4	22.4	13.4	15.2

<sup>1</sup>Porcentaje de incidencia. Análisis de varianza realizado con datos transformados  $(x+1)^{1/2}$ .

<sup>2</sup>Severidad de daños (Escala CIAT, 1-9).

<sup>3</sup>NMP = Número de vainas/planta; NSV = Número de semillas/vaina; PSCS = Peso seco de cien semillas.

\*, \*\*, \*\*\* y ns =  $P \leq 0.01$ ,  $P \leq 0.05$ ,  $P \leq 0.10$  y no significativo, respectivamente.

según su potencial genético de rendimiento. Sin embargo, la línea "EAP 10-88" presentó el mejor rendimiento en el tratamiento protegido lo cual indica que tiene un potencial de rendimiento más alto que los otros dos genotipos.

En el tratamiento inoculado, el rendimiento estuvo relacionado con el grado de resistencia que cada genotipo presenta, aunque la diferencia entre "XAN 155" (resistente) y "EAP 10-88" (moderado) fue de solo de 120 kg/ha. Al compararse los genotipos bajo el tratamiento protegido se observa que el rendimiento no siguió el mismo orden, si no que en este caso "EAP-10-88" obtuvo una mayor producción (2217 kg/ha), seguido de "XAN 155" (1870 kg/ha) y por último "Catrachita" (1711 kg/ha), que en ambos tratamientos ocupó el último lugar (Cuadro 5).

La incidencia promedio de Xcp en la época de postrera varió entre 4% para el tratamiento protegido y 26% para el tratamiento inoculado; esta incidencia propició una reducción en el rendimiento de 22.5% para "XAN 155", 40.0% para "EAP 10-88" y 41.6% para "Catrachita" (Cuadro 5). Resultados similares de incidencia y pérdidas en rendimiento causadas por Xcp fueron reportadas por Wallen y Jackson (1975). Así mismo, en condiciones de una alta incidencia de Xcp en el campo, Wallen y Galway (1979), reportan que en un periodo de tres años se obtuvieron pérdidas promedio de 32.2% en tres cultivares de frijol común.

Quadro 5. Porcentaje de variación (reducción) en el rendimiento (kg/ha) de tres genotipos de frijol según su susceptibilidad al daño causado por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* bajo tratamientos de protección e inoculación artificial en la época de postrera. El Zamorano, Honduras, 1989.

Genotipos	Rendimiento (kg/ha)		Variación (% reducción)
	Protección	Inoculación	
XAN 155 <sup>(R)</sup>	1870	1449	-22.5
EAP 10-88 <sup>(I)</sup>	2217	1329	-40.0
Catrachita <sup>(S)</sup>	1711	1000	-41.6

<sup>(R)</sup> = Resistente.

<sup>(I)</sup> = Intermedio.

<sup>(S)</sup> = Susceptible.

Quadro 6. Coeficientes de correlación entre la incidencia y la severidad del daño causado por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y el rendimiento y sus componentes en tres genotipos de frijol cultivados bajo tratamientos de protección e inoculación artificial en la época de postrera. El Zamorano, Honduras, 1989.

	Rendimiento (kg/ha)	Componentes de rendimiento <sup>1</sup>		
		NMP	NSV	PSCS
INCIDENCIA	-0.650	-0.533	-0.426	0.227
PROBABILIDAD	*	*	**	ns
SEVERIDAD	-0.332	-0.568	-0.433	0.332
PROBABILIDAD	***	*	**	ns

<sup>1</sup> NMP = Número de vainas/planta; NSV = Número de semillas/vaina; PSCS = Peso seco de cien semillas.  
\* ; \*\* ; \*\*\* ; ns ; =  $P \leq 0.01$ ;  $P \leq 0.05$ ;  $P \leq 0.10$  y no significativo, respectivamente.

Se encontraron correlaciones negativas entre la incidencia y la severidad del ataque de Xcp con el rendimiento de grano y los componentes de rendimiento NVP y NSV (Cuadro 6). Estas correlaciones nos indican que a una mayor incidencia y severidad se reducirán estos componentes y por consiguiente se verá afectado el rendimiento per se.

En el Cuadro 7, se presenta una comparación de las medias de las evaluaciones de incidencia (porcentaje de daño) en vainas, en las dos épocas de siembra. Tanto para primera como para postrera, se observaron diferencias significativas entre tratamientos, genotipos y sus interacciones. Sin embargo el nivel de incidencia en vainas fue mucho mayor en la época de postrera.

En lo que respecta al factor genotipo, en ambas épocas el porcentaje de daño se presentó de acuerdo al grado de resistencia que cada uno de ellos posee, siendo "Catrachita" el que mostró una mayor incidencia en las vainas.

En cuanto a las interacciones, el porcentaje de daño en las vainas en general fue mayor en las interacciones con tratamiento inoculado y de acuerdo al grado de resistencia de los genotipos. Es así como "XAN 155" (resistente) presentó, en ambas épocas, el menor porcentaje de daño, y "Catrachita" la mayor incidencia.

En términos generales, se pudo observar que la incidencia (porcentaje de daño) en vainas fue baja, en ambas épocas de siembra. Sin embargo, Schuster et al. (1985), sugirieron que

Cuadro 7. Influencia de los tratamientos de protección e inoculación y genotipos de frijol en la incidencia en vainas de *Xanthomonas campestris* pv *phaseoli*, en las épocas de primera y postrera. El Zamorano, Honduras<sup>2</sup>, 1989.

Factor	Época	
	Primera	Postrera
<u>Tratamiento</u>		
Protegido	0.41	0.14
Inoculado	1.91	3.01
Signif.	**	*
<u>Genotipo</u>		
XAN 155	0.49	0.38
EAP 10-88	1.10	1.72
Catrachita	1.90	2.63
Signif.	*	*
<u>Interacción</u>		
P x XAN 155	0.17	0.03
P x EAP 10-88	0.50	0.10
P x Catrachita	0.58	0.31
I x XAN 155	0.80	0.73
I x EAP 10-88	1.70	3.40
I x Catrachita	3.22	5.00
Signif.	***	*
C.V. (%)	14.6	13.9

\* Datos transformados con la fórmula  $(x+1)^{1/2}$ .

\*, \*\*, \*\*\*, =  $P \leq 0.01$ ,  $P \leq 0.05$ ,  $P \leq 0.10$ , respectivamente.

la resistencia en el follaje no está necesariamente relacionada con la resistencia en vainas. Correlaciones negativas significativas sugieren que aún esta relativamente baja incidencia de Xcp en las vainas pudo haber afectado el rendimiento y sus componentes NVP y NSV (Cuadro 8). Esto se podría explicar de la siguiente manera, que a pesar de la baja incidencia observada en la superficie de las vainas, está pudo haber sido suficiente para afectar el rendimiento; respecto a estos resultados, Weiler y Saellier (1976), reportaron que las lesiones en la vainas que dan como resultado infección sistémica y sus efectos en el rendimiento son muy difíciles de detectar.

Las diferencias registradas en la incidencia de Xcp, en las dos épocas de siembra, se considera que se debió a las condiciones ambientales favorables al patógeno que se dieron durante los meses de junio-septiembre (primera) (Cuadro 9). Durante este periodo se manifestó la mayor precipitación, lo mismo que las temperaturas más altas; esta información corrobora lo reportado por Pastor-Corrales (1985) en relación a las condiciones más favorables al desarrollo de la enfermedad. Esto nos lleva a deducir que durante la época de primera, las reducciones en rendimiento podrían ser más altas que en postera.

[El nivel] de resistencia de cada uno de los genotipos quedó claramente evidenciado. Estas diferencias se pueden observar claramente en el tratamiento inoculado, "XAN 155" el

Cuadro 8. Coeficientes de correlación entre la incidencia de *Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* en vainas y sus efectos en el rendimiento de frijol y sus componentes en la época de postera. El Zamorano, Honduras, 1989.

Componentes del rendimiento	Rendimiento (kg/ha)	NVP	NSV	PSCS
INCIDENCIA	-0.635	-0.547	-0.406	0.218
PROBABILIDAD	*	*	**	ns

\* NVP = número de vainas por planta; NSV = número de semillas por vaina; PSCS = peso seco de cien semillas. \*; \*\*; ns; =  $P \leq 0.01$ ;  $P \leq 0.05$  y no significativo, respectivamente.

Cuadro 9. Condiciones meteorológicas que imperaron durante el desarrollo de los experimentos, en las épocas de primera (junio-septiembre) y postera (septiembre-diciembre). El Zamorano, Honduras, 1989.

Mes	Temperatura (°C)	Máxima	Mínima	Precipitación (mm)
Junio	19.0	28.8	12.0	212.0
Julio	16.5	30.6	13.3	138.3
Agosto	16.5	32.9	11.6	311.6
Septiembre	16.7	32.2	267.9	267.9
Octubre	16.3	30.2	176.9	176.9
Noviembre	15.0	30.6	13.3	13.3
Diciembre	9.0	28.6	4.7	4.7
Promedio	15.8	30.6	160.1	160.1

genotipo resistente se comporta como tal, obteniendo el mejor rendimiento en el tratamiento inoculado. Este genotipo es el resultado de una cruce interespecífica P. acutifolius x P. vulgaris; la resistencia proviene de P. acutifolius. La característica de resistencia de P. acutifolius fue reportada por Schuster (1955). La otra línea de mejoramiento, "EAP 10-88" demostró tener un mejor potencial de rendimiento, sin embargo al compararlo con "XAN 155" en el tratamiento inoculado, la diferencia es de solo 120 kg/ha. "Catrachita", reafirmó su condición de genotipo susceptible, ocupando siempre el último lugar en las evaluaciones a las que fue sometida.

Este trabajo intenta demostrar lo efectivo que puede ser el empleo de resistencia genética para el control de Xcp, y que ésta es una tecnología relativamente barata y de fácil acceso para los pequeños productores.

Por otro lado, es importante tener en cuenta otros factores. A pesar de que "XAN 155" ha demostrado poseer una alta resistencia, éste genotipo presentó cierto grado de incidencia y severidad de daños, lo que nos lleva a pensar que para un efectivo control de Xcp a nivel de finca es necesario la implementación de programas de manejo integrado. Estos básicamente deben incluir los siguientes aspectos:

- 1- Eliminación de residuos de la cosecha anterior; ya que estos son fuente de inóculo primario. El estudio de Santana y Peña-Matos (1989), reveló que en residuos de cosecha la



bacteria puede sobrevivir hasta cinco meses y aún así mantener un buen grado de virulencia.

2- Uso de semilla libre del patógeno; por todos es sabido que la gran mayoría de los pequeños productores dejan una parte de su cosecha para ser usada como semilla en el ciclo siguiente. Semillas infectadas utilizadas por los agricultores son la fuente principal de inóculo primario en muchas regiones (Weller y Saettler, (1980).

3- Uso restringido de productos químicos o antibióticos dando preferencia al tratamiento de semilla sobre las aplicaciones al follaje; ya que estas aplicaciones si se hacen muy seguidas resultan muy costosas y pueden inducir a la selección de mutantes resistentes de la bacteria (Yoshii, 1980).

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se considera que por la mayor incidencia de Xcp que fue registrada en la época de primera (cuando las condiciones ambientales son más favorables al patógeno) las pérdidas en la producción del cultivo de frijol común deberán ser iguales o superiores que las estimadas en postrera.
2. El comportamiento genético de los tres materiales evaluados reflejó claramente, a través de la severidad e incidencia del daño observado, el nivel de resistencia que cada uno de los genotipos posee.
3. Considerando el alto costo de las aplicaciones de plaguicidas, queda evidenciado que la alternativa del uso de materiales genéticamente resistentes al daño causado por Xcp, en comparación con la protección química del cultivo, es una tecnología económicamente viable y más fácil de ser adoptada por el pequeño agricultor.
4. Se recomienda cuantificar los daños causados por Xcp y sus efectos en el rendimiento en la época de primera (junio-septiembre). Además, sería interesante agregar un tratamiento más, el cual debería ser parcelas bajo presión natural de inóculo de Xcp.
5. Considerando que Xcp es transmitido por la semilla y que la mayoría de los agricultores utilizan semilla cosechada de sus propios lotes, se recomiendan estudios de cuantificación de pérdidas en el rendimiento debido al uso de semilla contaminada con la bacteria.

## VI. RESUMEN

La bacteriosis común, causada por Xanthomonas campestris pv. phaseoli (Xcp), es considerada como una de las enfermedades de importancia económica en Honduras; sin embargo, se adolece de información suficiente sobre la reducción en el rendimiento que la misma pueda causar al cultivo de frijol. Para determinar la severidad, incidencia y el porcentaje de pérdidas causadas en el rendimiento debido al ataque de Xcp, se establecieron dos experimentos en el Valle de El Zamorano, Honduras, uno en la época de primera y el otro en la época de postrera de 1989.

Se utilizaron tres genotipos con diferencias en su reacción al ataque de Xcp: "XAN 155" (resistente), "EAP 10-88" (moderado) y "Catrachita" (susceptible). Estos fueron evaluados bajo tratamientos con protección e inoculación artificial (sin protección). El comportamiento genético de los tres materiales evaluados reflejó claramente, a través de la severidad e incidencia del daño observado, el nivel de resistencia que cada uno de los genotipos posee.

Las pérdidas en rendimiento causado por Xcp durante la época de postrera, estuvieron entre el 22 y el 41.6% en los tratamientos sin protección.

## VII. LITERATURA CITADA

- ADAMS, M.W. 1984. Beans-Cowpeas: Production Constraints and National Programs. Bean/Cowpea CRSP, Michigan State University. 68 p.
- ARP, G.; COYNE, D.P.; SCHUSTER, M.L. 1971. Disease reaction of bean varieties to Xanthomonas phaseoli and Xanthomonas phaseoli var. fuscans using two inoculation methods. Plant Dis. Rep. 55 (7): 577.
- BEEBE, S. 1988. La genética cuantitativa en Phaseolus vulgaris: el ejemplo de la resistencia a Xanthomonas campestris pv phaseoli. pp: 229-231. En: S. Beebe (ed), Memorias del Taller Internacional de Mejoramiento Genético de Frijol. CIAT, Cali, Colombia. 468 p.
- CAFATI, D.R.; SAETTLER, A.W. 1980. Role of nonhost species as alternate inoculum sources of Xanthomonas phaseoli. Plant Dis. Rep. 64 (2): 194-196.
- CAMPOS-AVILA, G. 1987. Enfermedades del Frijol. Mexico, D.F., Trillas. 132 p.
- CARDONA, C.; FLOR, C.A.; MORALES, F.J. 1982. Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. 2a Ed. CIAT, Cali, Colombia. 100 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1981. Enfermedades Bacterianas del Frijol: identificación y control, Guía de estudio. Cali, Colombia.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1982. Programa de Frijol: Informe Anual. Cali, Colombia.
- DICKENS, L.E.; OSHIMA, N. 1969. Protective sprays inhibit secondary spread of common bacterial blight in snap beans. Plant Dis. Rep. 53 (8): 647.
- FAO. 1978. Las leguminosas alimenticias: su distribución, su capacidad de adaptación y biología de los rendimientos. Roma.
- HASS, J.H. 1972. Xanthomonas phaseoli nonsystemic in some Phaseolus vulgaris cultivars. Phytopathology 62 (7): 761.
- HERNANDEZ, D.T. 1983. Principales enfermedades bacterianas del frijol (Phaseolus vulgaris). pp: 1-11. En: Curso intensivo de postgrado en la producción de frijol. (ed), 4a Matanzas, Cuba.

- RAMOS, F.T. 1986. Resumen de la situación actual del cultivo de frijol, problemas, avances y proyecciones para el periodo 1986-1990. Secretaria de Recursos Naturales, Programa Nacional de Frijol, Danlí, El Paraíso, Honduras. 31 p.
- RAMOS, R.A.; VIDAVER, A.K. 1989. Ocurrencia y propiedades de Xanthomonas campestris pv phaseoli y Xanthomonas pectoliticus, epifíticas en malozas. p. 45. En: Memoria de la XXXV Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA), San Pedro Sula, Honduras, 4 al 9 de Abril.
- SAETTLER, A. W. 1989. Common bacterial blight. pp: 262-263. In: H.F. Schwartz and M.A. Pastor-Corrales (eds.), Bean Production Problems in the Tropics. CIAT, Cali, Colombia.
- SANTANA E.A.; PEÑA-MATOS, E. 1989. Longevidad de Xanthomonas campestris pv phaseoli en residuos de cosecha de frijol. p. 49. En: Memoria de la XXXV Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA), San Pedro Sula, Honduras, 4-9 de Abril.
- SCHOONHOVEN, A.; PASTOR-CORRALES, M. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. CIAT, Cali, Colombia. 56 p.
- SCHUSTER, M.L. 1955. A method for testing resistance of beans to bacterial blights. *Phytopathology* 45: 519-520.
- SCHUSTER, M.L.; SMITH, C.C.; ZIEGELBEIN, M.; SALAC, S.S. 1985. Reaction of CIAT Phaseolus vulgaris to Xanthomonas phaseoli strains from Dominican Republic. En: Resúmenes analíticos sobre frijol (Phaseolus vulgaris), CIAT, Cali, Colombia, 12 (2): 83, 1987.
- STEADMAN, J.R.; MAIR, C.R.; KERR, E.D.; SCHWARTZ, H.F. 1974. Dispersal of bean common blight and white mold organisms in irrigation water. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative Group 30 (17): 87.
- WALLEN, V.R.; JACKSON, H.R. 1975. Model yield loss determination of bacterial blight of field beans utilizing aerial infrared photography combined with field plot studies. *Phytopathology* 65 (9): 942-948.

- WALLEN, V.R.; GALWAY, D.A. 1979. Effective management of bacterial blight of beans in Ontario - a 10 yr program. p. 119. En: Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris*). CIAT, Cali, Colombia, vol. 5, 1980.
- WEBSTER, D.M.; TEMPLE, S.R.; SCWARTZ, H.R. 1980. Selection for resistance to *Xanthomonas phaseoli* in dry beans. *Crop Sci.* 20 (4): 519-522.
- WELLER, D.M.; SAETTLER, A.W. 1976. Chemical control of common and fuscous bacterial blight in Michigan navy (pea) beans. p. 119. En: Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris*), CIAT, Cali, Colombia, vol. 5, 1980.
- WELLER, D.M.; SAETTLER, A.W. 1980. Colonization and distribution of *Xanthomonas phaseoli* and *Xanthomonas phaseoli* var. fuscans in field grown navy beans. *Phytopathology* 70 (6): 500.
- YOSHII, K.; GALVEZ, G.E.; ALVAREZ, G. 1976. Estimation of yield losses in beans caused by common blight. *Proc. Am. Phytopathology Soc.* 3: 298-299.
- YOSHII, K. 1980. Los añublos común y fusco. pp: 157-158. En: H.F. Schwartz y G.E. Gálvez (eds), Problemas en la Producción de Frijol, CIAT, Cali, Colombia.
- YOUNG, R.A.; MONCADA, J.R.; ROSAS, J.C. 1988. Cuantificación de daños causados por antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc.& Magn.) Scrib.) en dos cultivares hondureños de frijol. pp.74-78. En: J.C. Rosas (ed.), Reporte Anual de Investigación, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- ZAUMEYER, W.J.; WESTER, R.E. 1969. The rapid development and spread of strain B downy mildew of lima beans. *Plant Dis. Rep.* 53 (1): 25-26.

## VIII. APÉNDICES

### Apéndice 1. Preparación del medio de cultivo.

Compuesto de extracto de levadura, dextrosa, carbonato de calcio y agar (LDCA), en las siguientes proporciones:

Extracto de levadura	10 g
Dextrosa	10 g
Carbonato de calcio	15 g
Agar	20 g
Agua destilada	1 l

Apéndice 2. Evaluación de severidad.

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 unas 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 causa vainas deformes y vacías.



Apéndice 3. Esquema de el análisis de varianza usado en el  
diseño de parcelas divididas

Fuente de variación	Grados de libertad
Repeticiones	3
Factor A (tratamientos)	1
Error	3
Factor B (genotipos)	2
A X B (tratamiento x genotipos)	2
Error	12
Total	23

Apéndice 4. Variables en estudio y observaciones tomadas en el  
transcurso de los experimentos.

## Lista de variables

VARIABLES	DESCRIPCION
1	Repeticiones (1-4)
2	Tratamientos (1=protegido, 2=inoculado)
3	Genotipos (1="XAN 155", 2="EAP 10-88", 3="Catrachita")
4	Incidencia en vainas
5	Incidencia en vainas transformada $(x+1)^{1/2}$
6	Severidad
7	Severidad transformada $(x+1)^{1/2}$
8	Peso seco de cien semillas g.
9	Número de vainas/planta
10	Número de semillas/vaina
11	Rendimiento al 14% de humedad (kg/ha).
12	Incidencia
13	Incidencia transformada $(x+1)^{1/2}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	2	0.1	1.0	6.0	2.6	33	10.3	5.2	1683	0.1	1.0
1	1	3	0.6	1.3	7.0	2.8	32	7.7	4.6	1490	0.9	1.4
1	1	1	0.0	1.0	1.0	1.4	27	13.4	5.1	1524	0.0	1.0
1	2	2	2.0	1.7	7.0	2.8	26	12.3	5.1	1914	4.0	2.2
1	2	1	0.6	1.3	3.0	2.0	26	12.9	5.2	1555	0.8	1.4
1	2	3	2.8	2.0	8.0	3.0	32	6.0	4.1	656	5.8	2.6
2	2	2	6.0	2.6	8.0	3.0	25	8.8	5.0	1119	11.5	3.5
2	2	1	0.6	1.3	6.0	2.6	24	8.9	4.6	598	1.2	1.5
2	2	3	8.0	3.0	8.0	3.0	29	6.1	4.0	566	22.8	4.9
2	1	1	0.0	1.0	2.0	1.7	23	11.2	6.2	1785	0.0	1.0
2	1	3	0.5	1.2	7.0	2.8	32	14.4	4.3	1772	2.3	1.8
2	1	2	0.1	1.1	7.0	2.8	26	10.1	5.1	2220	0.1	1.1
3	1	2	0.0	1.0	5.0	2.4	26	12.0	5.7	2735	0.0	1.0
3	1	3	0.1	1.0	5.0	2.4	29	11.3	3.6	1646	0.4	1.2
3	1	1	0.1	1.0	3.0	2.0	26	10.4	6.8	2138	0.2	1.1
3	2	1	0.8	1.3	4.0	2.2	26	11.6	5.8	1891	1.8	1.7
3	2	3	4.0	2.2	8.0	3.0	35	8.8	4.3	1661	10.9	3.4
3	2	2	3.4	2.1	7.0	2.8	24	9.3	5.0	1460	6.7	2.8
4	2	1	0.9	1.4	6.0	2.6	24	14.3	5.3	1753	1.1	1.5
4	2	2	2.0	1.7	8.0	3.0	20	9.8	5.3	823	7.4	2.9
4	2	3	5.0	2.4	8.0	3.0	32	10.0	4.2	1096	11.3	3.5
4	1	3	0.0	1.0	8.0	3.0	35	10.0	4.9	1937	0.1	1.0
4	1	1	0.0	1.0	3.0	2.0	25	10.7	4.3	2035	0.0	1.0
4	1	2	0.2	1.1	7.0	2.8	23	17.0	5.8	2229	0.4	1.2

## IX. DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

A. Nombre: José Serracin Rojas

B. Lugar de Nacimiento: David, Panamá.

C. Fecha de Nacimiento: 2 de febrero de 1964.

D. Educación:

Primaria: Escuela Pio XII, Boquete, Chiriquí, Panamá.

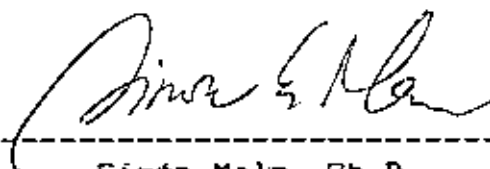
Secundaria: Colegio Benigno T. Argote, Boquete, Chiriquí,  
Panamá.

Superior: Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano,  
Honduras.

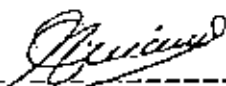
E. Títulos recibidos: Agrónomo, 1985.

Esta Tesis fue preparada bajo la dirección del Consejero Principal del Comité de Profesores que asesoró al candidato y ha sido aprobada por todos los miembros del mismo. Fue sometida a consideración del Jefe y Coordinador del Departamento de Agronomía, Decano y Director de la Escuela Agrícola Panamericana y fue presentada como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.

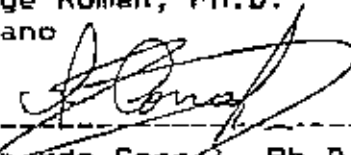
Abril de 1990



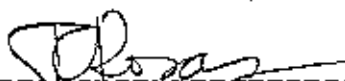
Simón Malo, Ph.D.  
Director



Jorge Román, Ph.D.  
Decano

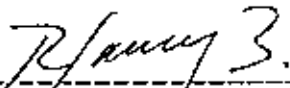


Leonardo Corraí, Ph.D.  
Jefe de Departamento

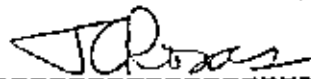


Juan Carlos Rosas, Ph.D.  
Coordinador del Departamento

Comité de Profesores:



Roberto Antonio Young, M.S.  
Consejero Principal



Juan Carlos Rosas, Ph.D.  
Consejero



Jacobo Lacarés, Ph.D.  
Consejero