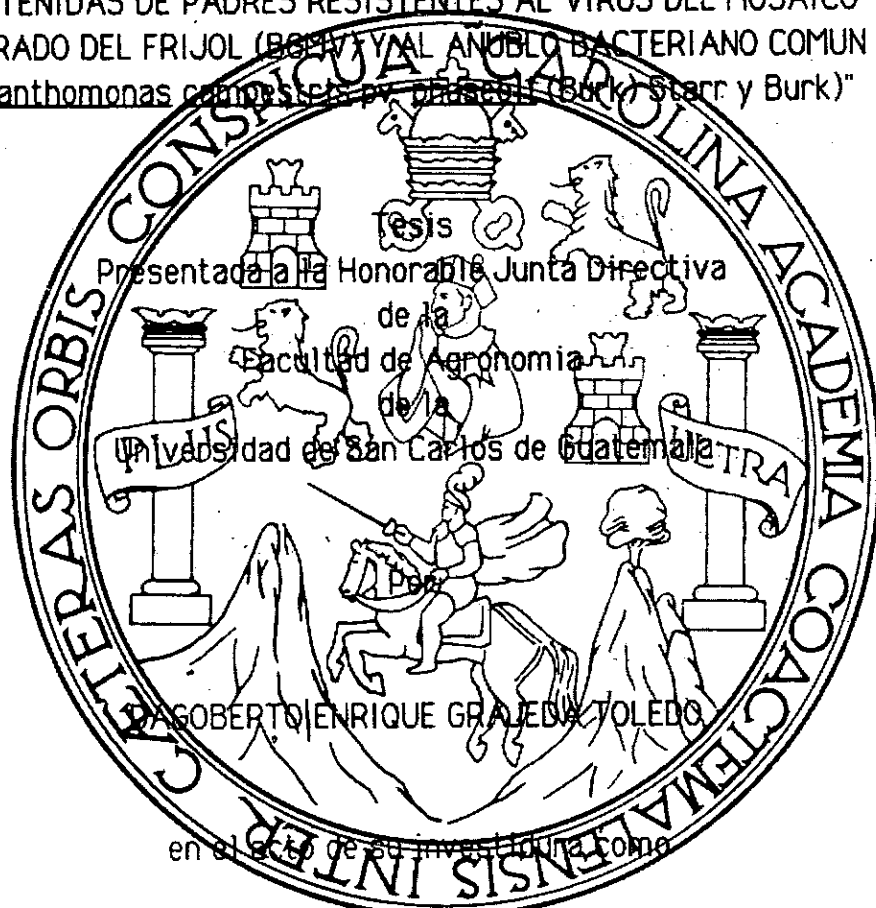


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"EVALUACION DE 176 LINEAS DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.),
OBTENIDAS DE PADRES RESISTENTES AL VIRUS DEL MOSAICO
DORADO DEL FRIJOL (BOLV) Y AL ANUBLO BACTERIANO COMUN
(Xanthomonas campestris pv. phaseoli (Burk) Starr y Burk)"



Tesis
Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la
Facultad de Agronomía
de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

DASOBERTO ENRIQUE GRAJEDA TOLEDO

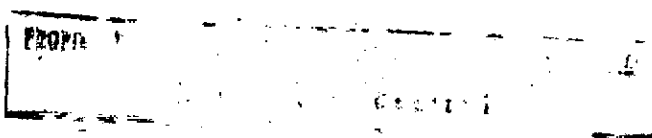
en el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

en el grado de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, marzo de 1987



PL
OI
T(981)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Cesar Castañeda S.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Gustavo A. Mendez G.
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL CUARTO:	Br. Luis Molina M.
VOCAL QUINTO:	T. U. Carlos E. Mendez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Luis A. Castañeda S.

Guatemala, 27 de marzo de 1987

Señor

Decano de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Agr. César Castañeda
Presente.

Estimado señor Decano:

Por medio de la presente deseo notificarle que he asesorado el trabajo de tesis de grado, para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, del Sr. Dagoberto Enrique Grajeda Toledo. Dicho trabajo titulado "Evaluación de 178 líneas de frijol (Phaseolus vulgaris L.), obtenidas de padres resistentes al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) y al añublo bacteriano común (Xanthomonas campestris pv. phaseoli (Burk.) Starr. y Burk.". Estimo que reúne ampliamente los requisitos de una tesis y constituye un esfuerzo significativo en el mejoramiento del frijol.

Por lo anteriormente indicado, agradeceré mucho que usted se sirva revisar el trabajo, a fin de dar su visto bueno para que el señor Grajeda Toledo, pueda llevar a cabo su examen de tesis respectivo.

Sin otro particular me es grato suscribirme de usted su atento servidor,

Ing. Agr. M. Sc. Luis Fernando Aldana

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

Por darme la vida

A MIS ABUELOS Y A MI MADRE

Gregorio Toledo González (QEPD)

María Agueda de León

Eva Rosalina Toledo de León

Por enseñarme a ser
hombre de bien

A MI ESPOSA E HIJA

Ana Patricia Aldana de Grajeda

Ana María

Por enseñarme a ser feliz

A MI HERMANO

Frank Hillman

Con todo cariño

A LAS FAMILIAS

Aldana Marroquín y Aldana de León

Con todo aprecio

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS

TESIS QUE DEDICO

AL AGRICULTOR DE GUATEMALA Y EN ESPECIAL AL DEL ORIENTE

AL CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL

AL PROGRAMA DE PRODUCCION NACIONAL DE FRIJOL DE ICTA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AGRADECIMIENTO

Deseo dejar constancia de mi más profundo agradecimiento a las siguientes personas e instituciones, de quienes sin su apoyo no se habría realizado este trabajo:

A: Ing. Agr. M. Sc. Luis F. Aldana de León

Asesor, Amigo, Hermano y Maestro.

A: Ing. Agr. M. Sc. Silvio Hugo Orozco

Con muy especial agradecimiento por su apoyo incondicional y asesoría.

A: Personal de campo

Del programa de frijol del ICTA, por su esmero y esfuerzo realizado en la conducción de este estudio.

AL: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

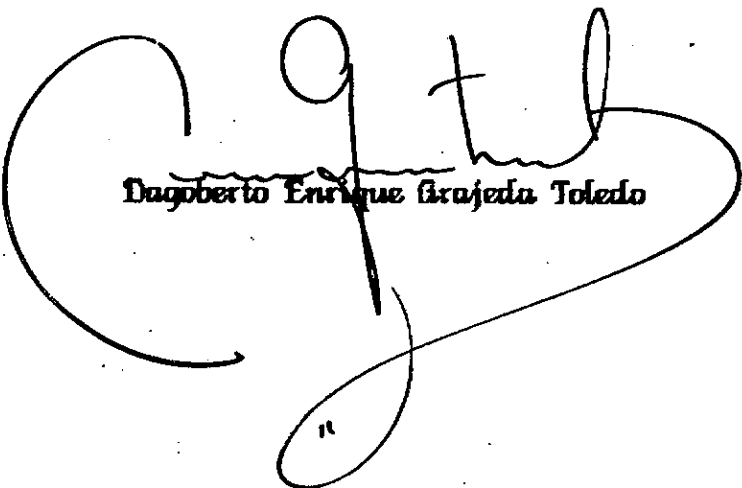
Guatemala, 27 de marzo de 1987

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal examinador

De conformidad con lo que establece la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter ante vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "Evaluación de 176 líneas de frijol (Phaseolus vulgaris L.), obtenidas de padres resistentes al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) y al añublo bacteriano común (Xanthomonas campestris pv. phaseoli (Burk), Starr y Burk)".

Al presentarlo como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca vuestra aprobación.

Sin otro particular, me suscribo atentamente,



Dagoberto Enrique Grajeda Toledo

CONTENIDO

	HOJA
RESUMEN	i
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Importancia y pérdidas producidas por el BGMV	4
2.2 Sintomatología	5
2.3 Etiología	6
2.4 Transmisión natural y epidemiología	7
2.5 Transmisión mecánica del BGMV	7
2.6 Control del virus del mosaico dorado (BGMV)	8
2.7 Importancia y pérdidas producidas por el añublo común	11
2.8 Sintomatología	13
2.9 Etiología	14
2.10 Trasmisión natural y epidemiología	14
2.11 Transmisión mecánica del añublo común	16
2.12 Control del añublo bacteriano común	18
2.13 La experimentación en el fiomejoramiento	23
2.14 Evaluación simultánea	23
2.15 Evaluación a resistencia de enfermedades	24
2.16 Toma de datos y selección	25

	HOJA
3. MATERIALES Y METODOS	26
3.1 Ubicación y características generales del área experimental	26
3.2 Material genético	29
3.3 Metodología experimental	32
3.4 Especificaciones generales sobre siembra y manejo de los lotes experimentales	32
3.5 Variables	35
3.6 Análisis estadístico	36
4. RESULTADOS Y DISCUSION	37
5. CONCLUSIONES	62
6. RECOMENDACIONES	64
7. BIBLIOGRAFIA	65
8. ANEXOS	68

RESUMEN

El virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) y el añublo bacteriano común (X. caestrís pv. phaseoli), reducen el rendimiento de este cultivo en un 90 y 22-45%, respectivamente, en el suroriente de Guatemala. El presente estudio tuvo como objetivos evaluar el comportamiento de 176 líneas experimentales, para determinar su potencial de rendimiento y resistencia a estas dos enfermedades; así como el determinar una nueva metodología de análisis de la estabilidad genética e incidencia de enfermedades. Para la conducción y evaluación se utilizaron tres localidades: Jutiapa, Asunción Mita y Monjas, Jalapa.

El diseño experimental consistió en un arreglo de bloques al azar con seis repeticiones. Para aumentar la incidencia de las dos enfermedades, se realizó: en el vivero de mosaico dorado siembra de esparcidores de virus y vector; en el vivero de bacteriosis, para aumentar la presión de la enfermedad, inoculaciones. Las variables utilizadas para el análisis estadístico fueron: rendimiento, número de plantas enfermas, vainas/planta, granos/vaina y peso promedio del grano.

El análisis de varianza combinado, para rendimiento resultó ser altamente significativo. La línea 1862 superó significativamente, en rendimiento, a las variedades Quetzal y Tamazulapa. La correlación entre rendimiento y sus componentes vainas/planta, granos/vaina y peso

promedio del grano, fue alta. Para determinar la estabilidad genética, se realizó un nuevo análisis estadístico no paramétrico. En éste se utilizaron las pendientes que se forman al correlacionarse entre sí las medias de rendimiento. La tolerancia al BGMV se determinó utilizando curvas progresivas y rango aparente de infección (r). De las 176 líneas evaluadas seis presentaron mayor tolerancia, al BGMV, que las variedades Quetzal y Tamazulapa. La baja incidencia y severidad de BGMV y bacteriosis, se cree está ligada a las bajas temperaturas y la falta de precipitación pluvial, durante la fase de campo.

Al final del estudio se seleccionaron cuatro líneas experimentales. Estas líneas fueron seleccionadas por su alto potencial de rendimiento, adaptación, estabilidad genética y tolerancia a enfermedades.

1. INTRODUCCION

El frijol es un componente importante en la dieta de la población latinoamericana por su alto contenido de proteínas y carbohidratos. No obstante su importancia, el promedio de la productividad en America Latina es sólo 600 kg/Ha., y cerca de 800 kg/Ha. si se elimina el efecto, de asociación con otros cultivos, sobre los rendimientos (4). Sin embargo, el frijol tiene un potencial de producción superior a los 4000 kg/Ha. Esta diferencia significativa entre la producción actual y la potencial, se atribuye principalmente al ataque severo de enfermedades, a los daños causados por insectos y a problemas de nutrimento del suelo, en los campos comerciales de frijol.

Las enfermedades de mayor importancia económica en el frijol, son causadas por hongos, bacterias y virus; principalmente en las regiones tropicales y subtropicales, en donde además de existir más organismos fitopatogénicos que en las zonas templadas, estos son con frecuencia más virulentos (4, 19).

El virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) y el añublo común (X. campestris pv. phaseoli), son dos de las enfermedades más importantes en el suroriente de Guatemala. Llegando a reducir en un 90% y un 45% el rendimiento del frijol, respectivamente (3, 13, 16, 21).

El control químico del vector del virus, la mosca blanca (Bemisia tabaci Genn.), es el método más utilizado por el agricultor y se realiza aplicando insecticidas, con el fin de disminuir las poblaciones de ésta (12). Aldana (3), reporta que el Tamarón 600 asperjado al follaje y Furadán aplicado al suelo, controlan efectivamente la mosca blanca. Hasta el presente el mejoramiento genético es la alternativa más económica y factible para el control del virus del mosaico dorado.

Para el control de enfermedades bacterianas, el uso de semilla limpia ha sido el más común en los países industrializados. Sin embargo el agricultor frijolero del suroriente de Guatemala, hace poco uso de semilla certificada de frijol. El control químico a través de bactericidas como Agrimicin y otros, no está al alcance del pequeño agricultor y por otro lado estos bactericidas tienen el peligro de incitar mutantes resistentes a estos productos. En base a lo anterior el mejoramiento genético es la forma de resolver este problema en el pequeño agricultor.

El presente estudio tuvo como objetivo principal el evaluar por vez primera 176 líneas de frijol, que proceden del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y que se obtuvieron de cruces a padres resistentes, bajo fuerte presión de inóculo de mosaico dorado y añublo bacteriano común. Estas líneas fueron evaluadas en viveros

especializados, durante el primer ciclo de siembra de 1986, en donde se provocó una incidencia artificial, para evitar escapes y producir selecciones efectivas. La razón de llevar a cabo las evaluaciones en campos diferentes fue la de evitar confusiones en las lecturas, las cuales pudieran presentarse por las interacciones que ocurrieran entre ambos patógenos, al evaluarlos conjuntamente.

Las parcelas experimentales se ubicaron en Jutiapa, Asunción Mita y Monjas, Jalapa; debido a que en dichos municipios se encuentran las condiciones óptimas para el desarrollo de estas dos enfermedades.

Al finalizar el estudio se seleccionaron 18 líneas, las cuales presentaron la mejor resistencia a estas dos enfermedades y mejor adaptación a las diferentes condiciones ecológicas.

1.1 HIPOTESIS

" 176 líneas de frijol, que provienen de cruces a padres resistentes al virus del mosaico dorado del frijol y al añublo bacteriano común, presentan resistencia a estas enfermedades"

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Evaluar el comportamiento de 176 líneas de frijol, cuyos padres poseen resistencia, al mosaico dorado del frijol y al añublo bacteriano común, dos de la enfermedades de mayor importancia en el suroriente de Guatemala.

1.2.2 Determinar una metodología, para el análisis de la estabilidad genética e incidencia de enfermedades.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 El virus del mosaico dorado del frijol (BGMV).

2.1.1 Importancia y pérdidas producidas por el BGMV

El virus del mosaico dorado del frijol, se reportó por primera vez en Sau Pablo, Brasil, en el año de 1961, este reporte lo efectuó Costa (11).

Schieber, citado por Aldana (3), describe e identifica en 1963, un mosaico amarillo que se encuentra en forma esporádica en las plantaciones de frijol. La primera vez que se reportó el virus del mosaico dorado, en Guatemala, fue en el año de 1971 (11).

Gamez (11), observó en El Salvador el BGMV y lo consideró como

como la enfermedad de mayor importancia en las llanuras costeras del Pacífico de este país. También lo observó en 1970, en las vertientes del Pacífico de Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y Panamá (3).

El BGMV tiene gran importancia en la zona tropical de América Latina debido a las condiciones favorables que se presentan en éstas latitudes (3, 11).

Yoshii (11), consideró que el BGMV, en el suroriente de Guatemala, reducía el rendimiento del frijol del 40 al 100%, dependiendo del nivel de infección. A la vez se ha determinado que las plantas que se enferman después de la tercera semana, luego de la germinación, producen sólo el 10%, en comparación con las plantas sanas (11, 18, 19).

Aldana (3), reporta que varios investigadores han encontrado que la infección causada por el BGMV, disminuye el número de vainas/planta, granos/vaina y peso promedio de la semilla.

2.1.2 Sintomatología

Las plantas infectadas en el campo se distinguen, a distancia, de las sanas por el color amarillo brillante que presentan sus hojas.

Las manchas pueden aparecer en las hojas primarias, dentro de los catorce días siguientes a la siembra (3, 5, 22). En las variedades susceptibles, los síntomas aparecen como un mosaico amarillo intenso, con deformación de las vainas y reducción del tamaño de las plantas (5, 24). Manchas irregulares cloróticas se desarrollan sistemáticamente en las hojas primarias, seguidos de una clorosis en las venas, en infecciones avanzadas (12). Los primeros síntomas sistémicos de la infección, se observan como un enrollamiento hacia el envés, en las hojas mas jóvenes (3, 5).

Cuando la infección se presenta durante el estado de plántulas, las plantas susceptibles se vuelven raquíticas (15, 24). Las semillas se decoloran, deforman y su peso y tamaño disminuyen (5, 11, 15).

2.1.3 Etiología

El virus del mosaico dorado del frijol, se ha clasificado como una enfermedad viral, en base a sus características: transmisión por insectos, sintomatología y modo de disseminación en el campo (3, 15).

El BGMV fijado tiene una forma específica, que consiste en partículas icosaedricas en pares (dímeros idénticas). Las partículas unidas

son aplastadas o achatadas en su punto de unión y miden 19 x 37 nanómetros (nm), en tanto que las partículas individuales tienen un diámetro de 15 a 20 nm. El contenido de ADN, se encuentra en partículas alrededor de 19 nm de diámetro predominantemente en pares (15).

2.1.4 Transmisión natural y epidemiología

El principal medio de transmisión del BGMV, en condiciones naturales, es la mosca blanca (Bemisia tabaci Genn.) (3, 15, 24). Este insecto, de la familia Aleyrodidae, extrae la savia de la planta, pero la amenaza grave a la producción del cultivo, radica en su capacidad de transmitir el virus a la misma (1, 3, 14, 15). La mosca blanca puede transmitir el virus a más de dieciseis especies de plantas (1, 3, 15). Una gran cantidad de especies silvestres constituyen hospederos naturales de la mosca blanca (1, 3, 15), tales como: quiebra cajete, Ipomoea sp.; pega-pega, Calopodium muconoides; flor de pascua, Euphorbia pulcherrima; rosa de jamaica, Hibiscus sabdariffa; escobilla, Sida sp.; higuierillo, Ricinus communis; yuca, Manihot esculenta y en general todas aquellas plantas suculentas nativas. En las plantas cultivadas el algodón, Gossypium hirsutum; kenaf, Hibiscus cannabinus; okra, Hibiscus esculentum; cítricos, Citrus sp. Se cree que existe la probabilidad de que muchas de éstas plantas, sean hospederas del virus.

2.1.5 Transmisión mecánica del BGMV

Muchos de los virus son estables en vitro. Los jugos vegetales exprimidos permanecen infectivos, de forma tal que los virus pasan de una planta a la otra por el sólo hecho de tocarlas, o se transportan mediante herramientas, maquinaria, vestimenta, o animales (11, 15). En la naturaleza solo un número reducido de los virus son diseminados por contacto o inoculación mecánica, la forma de transmisión a través de la savia, que procede de una planta infectada (11, 15).

Hasta el presente, el virus del mosaico dorado del frijol es transmitido únicamente por la mosca blanca. En estudios realizados en el Centro de Agricultura Tropical (CIAT), se reportan logros obtenidos en la transmisión mecánica de este virus. En Guatemala, se está trabajando, en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), en la transmisión mecánica, pero hasta la fecha no han determinado la transmisión del virus por este método (6, 7, 8).

2.1.6 Control del virus del mosaico dorado del frijol (BGMV)

Los virus por si solos no disponen de medios para penetrar en la célula, de manera que, deben ser inducidos por agentes externos (3, 15). Como no existe la posibilidad de evitar que el patógeno ingrese a la planta, se ha generalizado el control del vector, mediante el uso de

productos químicos. Aldana (3), encontro que el Tamarón 600 + Furadán, asperjado al follaje y aplicado al suelo, respectivamente, protegieron el cultivo del frijol, de la incidencia del vector del mosaico dorado.

Por otra parte la infección viral es sistémica e irreversible, hay una relación tan íntima entre el virus y las células hospedantes, que es imposible destruir los primeros sin destruir las segundas, es decir, que no es posible curar las plantas enfermas (15). Fundamentalmente se debe evitar que el virus llegue a la plantación eliminando el agente vector (3, 15). El tratamiento químico de la semilla, es otro método que puede ser usado en el control del vector, aunque no exista a la fecha información sobre resultados de esta técnica en frijol.

El uso de variedades resistentes, es sin duda el método más adecuado económico y factible para combatir esta enfermedad y cualquier otra (1, 3, 11, 15). En búsqueda de resistencia al mosaico dorado, se han evaluado miles de líneas de frijol y hasta la fecha existe gran cantidad de variedades, y líneas experimentales que dan esperanza, para la resolución de éste problema (7, 8, 9).

Se han evaluado líneas pertenecientes a P. acutifolius y se ha encontrado resistencia en: PI 313205, PI 307805 (3). También se han evaluado entradas pertenecientes a P. coccineus y se reportan como

resistentes las siguientes: Guate 1270, 1288, 1289 y 1294; y Guate 1278 y 1286 como tolerantes (14). Se ha determinado que la variedad Guate 1316 es inmune, al igual que las variedades: M-6789A, Guate 1279, Guate 1299, Guate 1188, M-7719, Guate 1276, Guate 1278 y Guate 1291 (7, 14).

Las líneas pertenecientes a P. vulgaris, evaluadas y que han presentado resistencia, son las siguientes: Turrialba 1, Porrillo 70, Venezuela 46, Negro Veracruz 1-1041, CIAT G2689, San Andrés 1-1-897, Sucre 7, ICA PIJAO, Venezuela 40-1-1075, PI 3078-24, VI-4-1-892-2m, 384-3-1M, CIAT G01257, Venezuela 46-1-1077-1M, Venezuela 68-1-1078-1M, Aragua 4-1M, Sucre 7-1M, Porrillo 1, PI 313884-1M, CIAT G00101, CIAT G0090, CIAT G00492, CIAT G00559, 14-1-1M, 21-1-1M, 430-2-1M, 334-2-1M, 350-1M (7, 8, 9).

En base a 50 ensayos se impulsaron tres nuevas variedades de frijol tolerantes al mosaico dorado: ICTA-Quetzal, ICTA-Jutiapán e ICTA-Tamazulapa. Las genealogías y cruce original con descripción breve de las nuevas variedades, son las siguientes (3):

ICTA-Quetzal: D-30=DOR 41=FF 1006-4-CB-CM, Porrillo sintético x Turrialba1; altamente tolerante al BGMV, amplia adaptación, maduración intermedia, hábito de crecimiento arbustivo indeterminado

ICTA-Jutiapán: D-35=DOR 42=FF 1012-CB-CM(2)-CM(4), ICA PIJAO x Turrialba 1; tolerante al BGMV, se adapta a regiones comprendidas entre 400 y 1200 msnm, maduración intermedia, hábito de crecimiento arbustivo indeterminado

ICTA-Tamazulapa: D-83=DOR 44=FF 2152-1-CM(7), ICA PIJAO x Turrialba 1, moderadamente tolerante al mosaico dorado; amplia adaptación, maduración intermedia, hábito de crecimiento indeterminado arbustivo con guías.

2.2 El añublo bacteriano común (X. campestris pv. phaseoli)

2.2.1 Importancia y pérdidas producidas por el añublo común

La bacteriosis del frijol fue descrita por primera vez en Estados Unidos, por Beach en New York y Halstead en New Jersey, en 1892 (22). En 1897-98, Smith (20), aisló, probó su patogenicidad, describió y nombró el patógeno como Bacillus phaseoli. En 1926, Burkholder (20,22), describió un segundo tipo, la bacteriosis aureolada. Walker (22), menciona que Burk, en 1930, describió otros dos tipos de bacteriosis similares a bacteriosis común y aureolada.

El organismo causal, responsable del añublo bacteriano común del frijol fué llamado Xanthomonas phaseoli por Dowson, en 1939 (20). Recientemente fué reclasificado como Xanthomonas campestris pv. phaseoli (Burk) Starr y Burk. El primer reporte en Guatemala fué hecho por Schieber en 1964 (20). Existen otras enfermedades bacterianas, parecidas a bacteriosis común, el organismo patógeno que la produce es Corynebacterium flaccumfaciens (Hedges) Dows., parásito del sistema vascular (16).

Xanthomonas es un patógeno importante en frijol, desde Canadá hasta Argentina y en Africa Oriental (11). El añublo común, no causa pérdida total en el rendimiento de frijol, como algunos patógenos (24). Burkholder (16), reporta pérdidas, causadas por bacteriosis común, de 3 a 8%. Korsakov, citado por Sidney (21), reporta reducciones en la producción del frijol, en Rusia, estimada en 37% en 1958 y 65% en 1959. Andersen (4), estimó en Michigan reducciones en el rendimiento del frijol, causadas por el añublo, de 30 a 40%. Coyne (10), estima que las reducciones en calidad y cantidad, del cultivo del frijol en Nebraska, son altas. El añublo común, en el suroriente de Guatemala, está considerada como una de las enfermedades de mayor incidencia y severidad, reduciendo, según Yoshii (24), el rendimiento del frijol en un 40% o más. Además de las pérdidas, que causa, éste es una amenaza continua en la producción de semilla certificada (11, 21), esto se debe a que el patógeno se transmite por medio de la semilla (1, 6, 11, 16, 22).

2.2.2 Sintomatología

La bacteriosis se presenta, primero, en forma de pequeñas manchas traslúcidas, de aspecto acuoso, sobre las hojas; que rápidamente se vuelven necróticas (5, 6, 11, 20). Las lesiones crecen gradualmente y tienen su origen en la invasión de estomas y, por regla general, sobrepasan de un milímetro de diámetro, lo anterior sucede según la susceptibilidad de la planta y la virulencia del patógeno (22). Las lesiones cafés y frecuentemente con zonaciones irregulares visibles en el área necrótica (5, 6, 11). Los tejidos internervales pueden amarillar y morir, dando lugar a lesiones de tejidos muertos de forma y tamaños variados (1, 20, 22). En condiciones lluviosas y con temperaturas frescas, las hojas necróticas y mojadasse pegan y toman el aspecto de un ataque de mustia hilachosa. Sin embargo se distingue de la mustia hilachosa por la falta de micelio en las hojas afectadas (6). Ataques severos resultan en un amplio necrosamiento de las hojas y defoliación prematura (4). En los pecíolos de las hojas y en los tallos, pueden aparecer motas o rayas de aspecto acuosos, especialmente en la parte foliar, en la incisión de las ramificaciones, pecíolos del tallo y en el tallo (18). Ocasionalmente se puede observar una reducción del tallo y pudrición en la unión del nudo cotiledonario, lo que hace que se quiebre el tallo (19). Se ha encontrado que sobre las vainas aun verdes, existen moteaduras que pueden aparecer acuosas en principio, enrojeciéndose al pasar el tiempo (5, 11, 22).

Las semillas presentan distintos grados de arrugamiento y su coloración

depende de la extensión de la enfermedad, probablemente son infectadas internamente por las bacterias (5, 11, 22).

2.2.3 Etiología

La bacteria causal de la enfermedad, conocida como añublo bacteriano común, es una célula Gram negativa, de 0.4 a 0.9 μ de diámetro por 0.6 a 2.6 μ de largo (6). La motilidad que posee se debe a un flagelo polar (1, 6, 22). La forma de las colonias es circular, de elevación convexa, color amarillo y consistencia viscosa (6, 16). En medio con azúcar las colonias difieren en la cantidad de polisacáridos extracelulares producidos y en el grado de mucosidad de las mismas. Contienen la enzima del ciclo tricarboxílico para la oxidación terminal de los carbohidratos y las células al crecer en acetato contienen la enzima del ciclo del glioxalato (16). La cápsula es un heteropolisacárido ácido de alto peso molecular, esta es potencialmente una protección contra la luz, por esto la bacteria puede vivir dentro de los exudados, períodos largos de tiempo (6, 16). Se sugiere que el tamaño y el tipo de colonia, así como la habilidad para producir síntomas en el hospedero, son determinados por la cantidad de polisacáridos producidos (16).

2.2.4 Transmisión natural y epidemiología

Se ha encontrado que este patógeno inverna en matas enfermas y en la semilla (22). La bacteria es llevada con frecuencia en la semilla ya sea interna o externamente y aunque exista mucha controversia en relación a la importancia de este hecho, hay evidencia de que puede ser la causa de las epidemias desastrosas en algunas áreas frijoleras del mundo (18, 20). La bacteria entra en la semillas vía placenta cuando las vainas están jóvenes más o menos de 2 cm de largo (14). La transmisión por semilla es una de las principales formas de diseminación del patógeno. Además, ésta puede ser portada en agua de riego y sobrevivir un tiempo indeterminado en el suelo; así como transmitirse mecánicamente, en las rutinarias labores del campo (14,18). En las semillas, las bacterias se desarrollan sobre las cubiertas de éstas, durante la germinación, contaminando la superficie de los cotiledones y penetrando a través de grietas en la cutícula, continuando su avance por los espacios intercelulares hasta llegar al sistema vascular (22). A partir de este momento, pueden actuar como patógenos del sistema vascular, como consecuencia de esto pueden aparecer lesiones en las hojas y tumoraciones en el tallo (1). La bacteria puede entrar en los tallos o pecíolos especialmente de plántulas a través de heridas causadas por la mosca del frijol (B. tabaci) (18). La infección primaria local puede iniciarse también a través de los estomas, mediante el inóculo procedente de los cotiledones infectados o de restos de plantas enfermas (20).

La propagación continuada de inóculo secundario, procedente

de estas lesiones primarias, pueden llevarse a cabo mediante agua de lluvia, arrastradas por el viento, el polvo, los instrumentos de labranza, el hombre y los animales, como antes se mencionó (1, 14, 18, 20). Las vainas suelen infectarse localmente o por invasión sistémica de los tejidos vasculares (14). Las semillas se infectan por contaminación superficial por la pared interna de la legumbre o por la invasión sistémica del funículo (18). Las bacterias emigran a través de los espacios intercelulares del parénquima, disolviendo con ligera anticipación las laminillas medias, las células afectadas mueren, siendo invadidas posteriormente (20, 22). Las bacterias pueden emerger a través de los estomas, del mismo tallo (18). Las infecciones secundarias según Walker (22), durante el ciclo vegetativo de la planta, se realizan únicamente a través de las heridas.

2.2.5 Transmisión mecánica del añublo común

Algunos métodos de inoculación han sido usados para evaluar el grado de resistencia, de plantas de frijol, al añublo bacteriano común; para estudiar la relación hospedante-parásito, para evaluar el efecto ambiental de factores como la temperatura y la humedad o el desarrollo de la enfermedad y para estudiar la herencia y reacción a la misma (20). La eficiencia de los diferentes métodos de inoculación han sido evaluados bajo condiciones de invernadero y campo (6). En muchos experimentos llevados a cabo para determinar el uso de los métodos de

inoculación mecánica, se ha evaluado pulverizaciones con atomizador (20). Burkholder, citado por Sidney (20), evaluó ésta técnica y lo ayudó a distinguir diferentes niveles de susceptibilidad.

De acuerdo a Burkholder (1930), se obtuvo buena infección en el invernadero, cuando se inoculó la bacteria, a plantas de frijol, en el nudo de la hoja primaria con escalpelo conteniendo Xantomonas (20). Resultados variables fueron observados cuando plantas se asperjaron con una suspensión bacteriana, sin daño mecánico.

Zaumeyer, citado por Sidney (20), reporta que utilizando la técnica de spray, para inocular plantas de frijol, se demostró la importancia de la humedad en el desarrollo del añublo común. Infecciones bajas, han sido reportadas, al inocular plantas bajo condiciones de baja humedad (4). La importancia de la humedad parece estar relacionada con la abertura de los estomas, los cuales son uno de los medios mas importantes de ingreso, de la bacteria, a la planta (4, 10, 20). La técnica de aspersión, de suspensiones de bacterias en frijol, ha sido utilizada a gran escala en experimentos de campo. Algunas plantas han sido asperjadas; bajo las hojas, en la mañana; otras al atardecer y algunas en la noche (6, 20). El mayor grado de infección fué reportado, cuando las plantas se inocularon por la tarde (21).

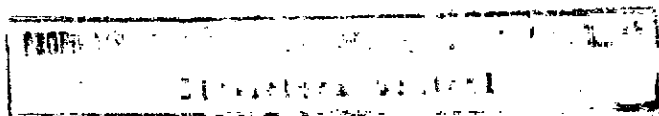
Sidney (20), citando a Bohn y Malliot, menciona que ambos investigadores estudiaron el uso de Carborundum, cuando inocularon plantas de frijol, con suspensión de bacterias. La cual fue frotada, con un pano de algodón remojado en la suspensión sobre el primer trifolio de hojas. En otro ensayo de campo, el Carborundum fue añadido a una suspensión de Pseudomonas phaseolicola, en un experimento de campo, las plantas fueron asperjadas con esta suspensión entre las seis y siete p. m., se observó diferencias en el número de manchas en las plantas tratadas (asperjadas) con el inóculo que contenía Carborundum y que no contenía (20).

Andrus, citado por Sidneym(20, 21), experimento con varios métodos de inoculación, los cuales se enuncian a continuación: aspersión a alta y baja presión, remojo de semilla, inyección de la semilla y del tallo con aguja hipodérmica, fricción con abrasivo, punción múltiple. De todos los anteriores métodos de inoculación; la transmisión por punción múltiple y aspersión a alta y baja presión, fueron las mejores. En invernadero el método del escalpelo permite mas precisión para distinguir los grados de susceptibilidad al añublo común (18, 21).

2.2.6

Control del añublo bacteriano común

Debido a que la cápsula, de la bacteria, esta formada por



un heteropolisacárido ácido de alto peso molecular y ésta es potencialmente una protección contra la luz, la bacteria puede sobrevivir en el suelo por dos años y dentro de los exudados, períodos largos de tiempo. Esto ha dado lugar a recomendar rotación de cultivos cada tres años (18, 13). Otra alternativa de control, que se recomienda es la producción de semilla libre de patógeno (22).

Los tratamientos de semillas con bicloruro de mercurio 1:1000, antibióticos, agua caliente o calor seco, son recomendados como otro medio de control, pero tienen la desventaja de su costo y el peligro de producir mutantes resistentes, a este bactericida (14). Otra medida de control, es la aspersión de caldo bordeles y se ha encontrado que es efectiva (18).

Líneas de frijol, como un medio de control por resistencia varietal han demostrado grados de resistencia al añublo común, pero ninguna se ha encontrado libre de síntomas o inmune (20).

Coyne et al en 1963, citados por Sidney (20), encontraron que P. acutifolius var. latifolius demostró una alta resistencia o tolerancia, a la enfermedad. Estos mismos investigadores encontraron que P. coccineus PI No. 165421, tenía resistencia a este patógeno.

Coyne et al, en 1965, analizaron la reacción de heredabilidad, al añublo común, en cruzas entre Great Northern 1140, una variedad susceptible, y dos selecciones tolerantes de G. N. Nebraska No. 1. G. N. N. 1 ocurrió del cruce interespecífico entre P. vulgaris y P. acutifolius Gray var. latifolius Freeman. Los padres F1, F2 y las retrocruzas de G. N. N. 1 sel-27, fueron plantados en el campo en 1963. Las mismas poblaciones de G. N. No. 1140 x G. N. 1 sel-31, con excepción de la F1, pero incluyendo las generaciones F3 de las plantas seleccionadas en la F2, fueron plantadas en el campo en 1964 (18). Las plantas fueron clasificadas en las siguientes categorías:

1. Sin síntomas visibles
2. Tolerantes, pequeñas lesiones desarrolladas sobre las hojas alrededor de 1-5%, del area foliar
3. Lesiones moderadas, en las hojas, de tamaños variados llegando a cloróticos
4. Susceptibles, muchas lesiones grandes desarrolladas en todas las hojas, con pronunciada clorosis y necrosis
5. Alta susceptibilidad, plantas cloróticas, necrosadas y con gran defoliación.

Sidney (21), encontró que un cruce entre (7272-1, 7299-2) resistente x (RK-1, BTS-1) susceptible, demostraron resistencia al añublo

bacteriano común. En un estudio realizado por Burkholder y Bullar (1946), reportaron que G. N. 1, fue resistente al añublo común.

En 1941, Enken, citado por Monterroso (16), reportó que el frijol blanco africano fue resistente al añublo común. En 1973, en Nebraska, se reporta que G. N. Jules, G. N. Emerson y G. N. Tara, son tolerantes a Xanthomonas (16, 17).

Coyne, Schurtz y Hill (10), consideran que la reacción de P. vulgaris L. a Xanthomonas, es heredada cuantitativamente. En donde las líneas exhiben tasas altas de tolerancia se correlacionan con poblaciones bajas de la bacteria y por el contrario las líneas que muestran tasas altas de susceptibilidad se asocian con poblaciones altas del patógeno (10).

Webster et al (23), encontraron que dos de las mas promisorias líneas de frijol, en zonas templadas, para resistencia al añublo común, resultaron ser PI 207262 y ciertos cultivares de G. N., como Jules (2, 4). Pero al ser evaluadas a nivel de campo, en zonas tropicales, resultaron ser susceptibles.

En el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), se encontró que Porrillo y Puebla 152, son susceptibles a la bacteria

(7). Entre otros resultados obtenidos en CIAT, en 1983, se reporta que las líneas XAN 159 y XAN 160, tienen niveles mucho más altos de resistencia en comparación con los mejores testigos XAN 112. Pero XAN 112 ha demostrado buenos niveles de resistencia en Colombia, México, Costa Rica, Guatemala y Estados Unidos (8).

En el informe anual del programa de frijol de CIAT, en 1979 (7), se reporta resistencia al añublo común, en las líneas: XAN 87, XAN 93, XAN 107, XAN 116, XAN 104, XAN 80 y XAN 131. La resistencia a los síntomas foliares y en las vainas varía con algunos genotipos, por ejemplo la línea ICA L 24, generalmente muestra buenos niveles de resistencia bajo condiciones de campo. Sin embargo bajo alta presión de la enfermedad, las vainas a veces muestran síntomas severos de la enfermedad (7).

En 1984, los resultados del Vivero Internacional del añublo bacteriano común (VIB), reportan como las entradas más resistentes las siguientes líneas: A 193, BAT 1272, BAT 1582, Cornell-793776-1, G-6615 (Constanza 1), G-139922 (ICA L 24), G 40016 (PI 311897), G-400200 (PI 319443), G-40034 (Nayarit 138), MITA 235-1-1-1-M, PAD 22, XAN 30, XAN 87, XAN 137, XAN 156, XAN 159 (inetrespecifico), XAN 160 (interesp.), XAN 164, XAN 170, XAN 1127 (9).

2.3 La experimentación en fitomejoramiento

Debido a que en las generaciones tempranas en segregación hay que decidir entre centenares de individuos la mayoría de las decisiones deben basarse en una rápida valoración visual más que en mediciones exactas o estadísticas y, por lo tanto, el mejorador debe conocer los caracteres de las variedades (2, 18). Para practicar una selección efectiva por caracteres específicos, el mejorador se ve forzado, con frecuencia, a idear técnicas especiales que le permitan separar las plantas buscadas de las que se desecharán (19).

2.3.1 Evaluación simultánea

Esta evaluación puede estar dirigida a estudiar dos o más factores en un sólo vivero, o un sólo factor en viveros o localidades diferentes. Este proceso implica medir uno o más factores en el tiempo y registrar los datos según una escala convencional que haga posible separar unas plantas o variedades de otras, teniendo en cuenta el grado de susceptibilidades a un factor determinado. Los factores generalmente están relacionados con la incidencia de enfermedades y plagas importantes (13).

2.3.2 Evaluación de resistencia a enfermedades

Es conveniente establecer criterios de evaluación para las enfermedades más importantes de la región.

Se miden las reacciones de los materiales según escalas convencionales. Estas escalas podrían ser del 1 al 5 o del 1 al 9; el grado 3 de la primera escala y los grados 4, 5, y 6 de la segunda, representarían un grado de daño normal o promedio y que se supone afectarían levemente el rendimiento. Los grados superiores de las escalas (5 y 9, respectivamente), indicarían ataque severo con fuerte reducción del rendimiento (14).

Por su parte los grados inferiores (1) indicarían ausencia total de la enfermedad y los grados 2 y 4 (escalas de 1 al 5) así como 2 y 3; y 7 y 8 (escala del 1 al 9) indicarían las reacciones intermedias entre cada uno de los extremos (Fig. 1).

Figura 1. Escalas convencionales para medir la reacciones de los materiales a las enfermedades.
Fuente: (14)

1	2	3	4	5
Sin Enfermedad		Normal		Severo

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Cuando se selecciona por resistencia a enfermedades es necesario el uso de técnicas especiales, porque no aparecen regularmente infecciones naturales que permitan distinguir las plantas resistentes de las susceptibles. Cuando no aparecen infecciones se solucionan, inoculando artificialmente las plantas, lo que aumenta la probabilidad de que se presente una fuerte infección en las parcelas de ensayo (17). Otra solución son los ensayos fuera de estación, esto tiene varias ventajas, las cuales se citan a continuación:

1. Se desarrollan epidemias uniformes que permiten identificar plantas susceptibles
2. Se puede controlar el inóculo, sin contaminación de otros patógenos
3. La selección es eficaz
4. La siembra fuera de estación sirve, además, para adelantar una generación.

2.3.3 Toma de datos y selección

Los datos de cada característica se deben tomar en la etapa de crecimiento apropiada. Por ejemplo, la evaluación de enfermedades y plagas foliares (mosaico común, mosaico amarillo, mosaico rugoso,

mosaico dorado, achaparramiento, roya y Empoasca) se debe hacer antes o durante la floración. La evaluación por añublo bacteriano común, antracnosis, mancha angular, Ascochyta, etc., debe hacerse antes o durante la floración y después que las vainas estén bien desarrolladas.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación y características generales del área experimental

Para la conducción del presente estudio se instalaron tres lotes experimentales durante el primer ciclo de siembra de 1986. Estos se ubicaron de la siguiente manera: dos en departamento de Jutiapa y uno en el municipio de Monjas, departamento de Jalapa.

La localización y condiciones ecológicas de los municipios y los sistios experimentales son:

Jutiapa

El sitio experimental se localizó en el Centro de Producción del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), ubicado en el km 118, de la carretera CA-1, que conduce a San Cristóbal frontera.

Jurisdiccionalmente el centro pertenece a la aldea Río de la Virgen, del municipio de Jutiapa. El centro se encuentra a 895 msnm, y su localización geográfica a $14^{\circ} 78' 30''$ latitud Norte y $89^{\circ} 53' 50''$ longitud Oeste.

La precipitación puvial anual, es de aproximadamente 1000 mm, con una temperatura promedio de 27 grados centígrados, según la clasificación de Thorntwaite, el clima en el centro de producción, es cálido sin estación fría definida, con invierno seco.

Asunción Mita

El ensayo se ubicó en terrenos de la planta procesadora de productos lácteos (PROLAC), que dista del municipio de Asunción Mita aproximadamente medio km y a 29 km de la cabecera departamental.

Este municipio tiene una extensión aproximada de 476 km cuadrados, el banco de marca ubicado en el parque de la cabecera municipal esta a 470 msnm con coordenadas geográficas, latitud $14^{\circ} 20' 00''$ Norte y longitud $89^{\circ} 42' 34''$ Oeste. El promedio de precipitación pluvial durante diez años de registro (1970-1979) es de 1253 mm, la

temperatura media anual es de 31 grados centígrados.

De acuerdo al mapa climatológico preliminar de Guatemala, según el sistema de Thorntwaite, A. Mita se clasifica como de clima cálido, sin estación fría definida, semiseco con invierno seco.

Monjas

El lote experimental, que se sembró en Monjas, se ubicó en la escuela Normal de Oriente, situada en el km 146, sobre la carretera que conduce a la cabecera departamental de Jalapa.

El municipio de Monjas tiene una extensión aproximada de 256 km cuadrados. El banco de marca esta situado a 961 msnm con coordenadas geográficas latitud 14° 30' 20" Norte y longitud 89° 51' 30" Oeste.

Segun la clasificación de Thorntwaite el clima de Monjas es semicálido, con invierno benigno semiseco. El promedio de precipitación pluvial, durante diez años de registro (1970-1979) es de 957 mm, con una temperatura media máxima anual de 35 grados centígrados y

una media mínima anual de 7 grados centígrados, del año 1980 a 1985.

3.2 Material genético

Para el estudio, se utilizaron 176 líneas experimentales, de frijol y cuatro variedades comerciales como testigos, de las cuales dos son mejoradas y dos criollas. Las variedades comerciales son: ICTA-Quetzal e ICTA-Tamazulapa (variedades mejoradas) y Chichicaste y Pecho Amarillo (variedades criollas).

El pedigree de las 108 líneas que originaron las líneas experimentales, que fueron evaluadas, se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Pedigree de 108 líneas de frijol usadas como progenitores.

1. XH 1161-1-(PL-1)	2. XAN-112-DOR-60	3. DOR-44
4. PORRILLO SINTETICO	3. BAT-304	6. F4-DOR-44
7. ICA PIJAO	8. DOR-60	9. XAN-4
10. BAT-48	11. DOR-42	12. XAN-112
13. DOR-15	14. XAN-119	15. F4-XAN-112
16. XAN-87	17. DOR-60	18. F4-BAT-58
19. F4-BAT-304	20. NX DO 10810-4-(PL2)	21. NXDO 10810-9-2

.Cont.. cuadro 1

22. NxVI-9933-6(PL)	23. XH-11618-3-(PL6)
24. XH 11618-12(PL9) -	25. XH 11618-14-(PL9)
26. NxDG 9428-104-(PL2)	28. DOR-60 x XAN 1
27. NxDO 10885-5-(PL1)	29. NxDO 10885-12-(PL4)
30. XAN-112 x DOR44	31. NxDG 9490-2-(PL7)
32. NxJB 10806-5-(PL12)	37. NxJB 10806-3
33. XH11618-15-(PL10)	35. NxJB 10806-6(PL8)
36. NxVI 9933-2(PL6)	34. NxDO 10885-15-(PL4)
39. NxVI 9933-4-(PL12)	41. NxDO 10855-10
38. XH 11618-17-(PL5)	40. BAT-58xXAN 112-(PL8)
42. XAN-112xDOR44	43. BAT58xXAN112(PL6)
44. DOR44xXAN87-(PL11)	45. NxDO10855-12
46. NxDG 9490-4(PL10)	47. BAT304xXAN112
48. Nx VI 9933-5-(PL)	49. NxDO 10855-161(PL3)
50. XH 11618-15(PL10)	51. DOR-44xXAN 112(PL4)
52. NxDO 10810-3-(PL1)	53. NxDO 10810-8-(PL-4)
54. XH 11618-10-(PL9)	55. NxVI 9933-5-(PL-)
56. XH 11618-16-(PL4)	57. XH 11618-20-(PL2)
58. NxVI 9933-4-(PL12)	59. NxDG 9487-111(PL1)
60. NxDO 10885-11(PL8)	61. NxDO 10855-14(PL10)

.Cont.. cuadro 1

62. NxDG 9490-1	63. NxJB 10806-1
64. NxVI 9932-4-(PL)	65. DOR-41xXAN-91-(PL5)
66. BAT-58xXAN112	67. NxJB 10805
68. NxVI 1949-2-(PL8)	69. XH 11617-7-(PL3)
70. BAT304xBAT304xXAN40(PL5)	71. XH 11617-4-(PL10)
72. XAN 14	73. NxDO 10815-3
74. NxDO 10813-7(PL5)	75.XAN-112 X DOR-15-(PL-9)
76.N X DO 10813-8(PL10)	77.N X VI 9949-1
78. N X VI 9944-5-(PL-10)	79. X 1711612-2
80.P. SINTETICO X XAN112	81. DOR42 X XAN-112(PL5)
82.N X DO 10813-4-(PL-7)	83. N X DG 9498
84. N X VI 9949-9-(PL-8)	85.MODO 10813-1
86. N X DO 1081-5	87. N X DO 10815-10(PL8)
88. XAN87 X ICA PIJAO(PL-)	89. XAN-112 X ICA PIJAO(PL5)
90.N X VI 9932-(PL-)	91.N X VI 9949-8
92. N X VI 9933-1	93. N X DO 10813-1
94. P. SINTETICO X XAN112	95. BAT-304 X XAN-112-(PL8)
96. PIJAO X XAN 87-(PL3)	97. N X VI 9933-10-(PL-4)
98. N X DO 10813-16-(PL-8)	99. N X DO 10813-3(PL-4)
100. N X DG 9498-1	101. N X VI 99332-1

.Cont.. cuadro 1

102. NX VI 9932-5-(PL10)	103. DOR-41 X XAN-87-(PL6)
104. BAT-304	105. NX VI 1949-3-(PL-8)
106. NX DO 10815-7	107. XH 11617-5-(PL-2)
108. NX VI 9933-113-(PL)	109. NX VI 9933-109-(PL-1)
110. NX DO 10813-5(PL11)	111. NX DO 10814-3
112. NX DO 10813-18-(PL-4)	113. NX DO 10813-13-(PL1)
114. XAN 192 X I. PIJAO (PL5)	115. XAN-112 X DOR 15-(PL-14)
116. NX DG 9498-2-(PL-10)	117. NXD 10813-13-(PL-11)
118. NX VI 9932-7-(PL-10)	

3.3

Metodologia experimental

El diseño experimental, utilizado en este estudio, consistió en un arreglo de bloques al azar. En el análisis estadístico, para rendimiento se utilizaron seis repeticiones. El efecto de enfermedad se analizó, utilizando dos repeticiones.

3.4

Especificaciones generales sobre siembra y manejo de los lotes experimentales.

En todas las unidades experimentales, se dió un paso de arado y rastra, para dar al terreno condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo. El trazo de curvas a nivel, se realizó con nivel de tripode y el surqueado con tractor; quedando una distancia uniforme entre surcos de 0.4 metros. El área experimental de cada ensayo, incluyendo calles, fué de 432 metros cuadrados. El área total de la sub-unidad experimental fué de 1.2 metros cuadrados. Cada sub-unidad experimental estuvo formada de un surco de tres metros de largo y una población de 30 plantas por surco. La siembra se realizó con una sembradora manual, corn planter, dejando 0.3 m entre posturas, colocando tres granos por postura; para hacer una densidad de 250000 plantas por hectárea. Las fechas de siembra, de los lotes experimentales, son las siguientes: en Asunción Mita el tres de febrero de 1986; en Jutiapa, el siete de febrero de 1986 y en Monjas, Jalapa el 21 de febrero de 1986. Previo a la siembra, para que el grano dispusiese de humedad para su germinación, se realizó un riego. La fertilización en todas las unidades experimentales se realizó a los diez días luego de la germinación, con 16-20-0, a razón de veinte kilogramos/hectárea de Nitrogeno y Fosforo.

En las unidades experimentales, preparadas en Jutiapa y Monjas, Jalapa; se realizaron dos limpiezas manuales, una a los quince días y otra entre los treinta y treinta y cinco días después de la siembra. En Asunción Mita, se procedió a realizar una aplicación de gramoxone, al siguiente día de la siembra, para el control de Cyperus rotundus.

(coyolillo) y luego se realizaron tres limpiezas manuales, a intervalos de doce días cada una. Este lote tuvo una incidencia muy alta de esta maleza.

A los diez, catorce y veintinueve días luego de la germinación, se realizó una aplicación general de Benlate, para el control de enfermedades del suelo. A los diez y diecinueve días se realizaron aplicaciones de Tamarón, en Jutiapa y Asunción Mita, para el control de insectos.

Para incrementar la incidencia de virus, en el vivero de mosaico dorado se sembraron, con un mes de anticipación, esparcidores de virus y moscas blancas. Los esparcidores son plantas hospederas del virus y tienen como función incrementar la fuente de inóculo y facilitar su diseminación, por medio del vector (Ver anexo No. 1). Las plantas utilizadas como esparcidores fueron: Tabaco, N. tabacum; frijol lima, P. lunatus; frijol común, P. vulgaris, Rabia de gato (variedad de frijol susceptible) y Quetzal (variedad de frijol tolerante).

Al mismo tiempo para incrementar la incidencia de bacteria, se sembró, con un mes de anticipación, una parcela, cerca del vivero de bacteriosis con semilla de frijol proveniente de un campo infectado con bacteriosis. El objetivo de sembrar esta fue el de producir

inóculo, que se utilizó posteriormente para distribuir la bacteria, sobre las líneas evaluadas. La inoculación de la bacteria, para evaluar resistencia, se realizó con bomba de motor y para aumentar la incidencia, el salpique de hojas, provocar la abertura de estomas y elevar la humedad relativa, se aplicó, a intervalos de dos días, riego por aspersión. El total de inoculaciones, de suspensión bacteriana, fue de siete.

La cosecha se realizó cuando las líneas alcanzaron su madurez. Se cosecharon todas las plantas presentes en la sub-unidad experimental.

3.5 Variables

Las variables consideradas para la discusión del presente estudio son las siguientes:

a. Rendimiento kg/ha: El rendimiento de las 176 líneas experimentales y los cuatro testigos, se determinó con la cosecha de todas las plantas presentes en las seis repeticiones, que conformaron el estudio.

b. Número de plantas enfermas con BGMV/surco: La incidencia de plantas enfermas con BGMV, se cuantificó a través de cuatro lecturas, marcándose las plantas que mostraban síntomas de la enfermedad, éstas se iniciaron a los veintisiete días después de la siembra

y se realizaron cada quince días. El objetivo de los conteos fue el de medir la dinámica de incidencia, producida por este virus.

c. Número de plantas enfermas con bacteriosis/
surco: El número de plantas enfermas con bacteriosis, se cuantificó mediante una sola lectura, debido a que la incidencia, de esta enfermedad fue muy baja.

d. Número de vainas/planta, número de granos/
vaina y peso promedio del grano: El número de vainas/planta, granos/vaina y peso promedio del grano, se cuantificó al momento de la cosecha.

3.6

Análisis estadístico

Para determinar, usando rendimiento, diferencias significativas entre los tratamientos y las localidades, se recurrió al análisis de varianza combinado con niveles de significancia del 5 y 1% y las diferencias entre medias utilizando la diferencia mínima significativa (DMS) al 5% de probabilidad.

Para seleccionar las líneas más resistentes utilice como base el rendimiento, la adaptación, curvas progresivas de infección, el rango aparente de infección (r) y la estabilidad genética, ésta median-

te un nuevo método, de análisis no paramétrico, el cual propongo y describo en el anexo 2.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Con base en los resultados, de rendimiento, obtenidos en las tres localidades, se calcularon los rendimientos promedio de las 176 líneas experimentales y los testigos. En las Figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7; se observan los rendimientos promedio, obtenidos en las tres localidades, por las 176 líneas experimentales y los testigos. Como se puede observar en éstas figuras, 33 líneas promisorias superaron a la variedad Quetzal y 57 a la variedad Tamazulapa. Estas figuras, también, nos muestran claramente que las líneas evaluadas, en este estudio, constituyen una buena alternativa, para el agricultor frijolero del Suroriente, debido a que además de poseer un buen potencial de rendimiento y un alto grado de estabilidad genética, poseen resistencia, a las dos enfermedades más importantes del cultivo del frijol, en el Suroriente.

En el cuadro 2, se incluye el análisis de varianza combinado, para las principales fuentes de variación al 5 y 1 % de probabilidad. Al efectuar este análisis se encontró doble significancia entre bloques y tratamientos.

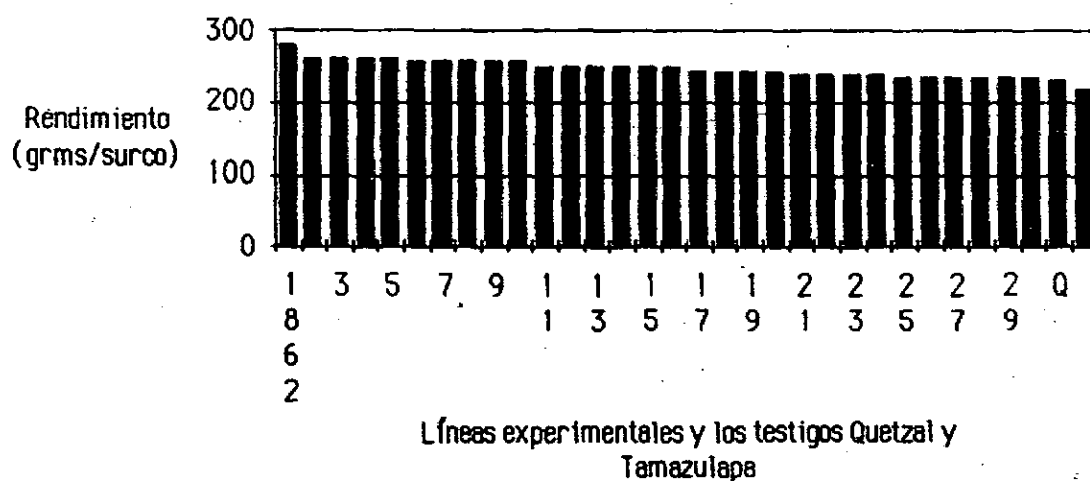
La comparación múltiple de medias, utilizando la diferencia mínima significativa (DMS), se muestra en el cuadro 3.

D.M.S. = 43.75

$S^2 = 90.33$

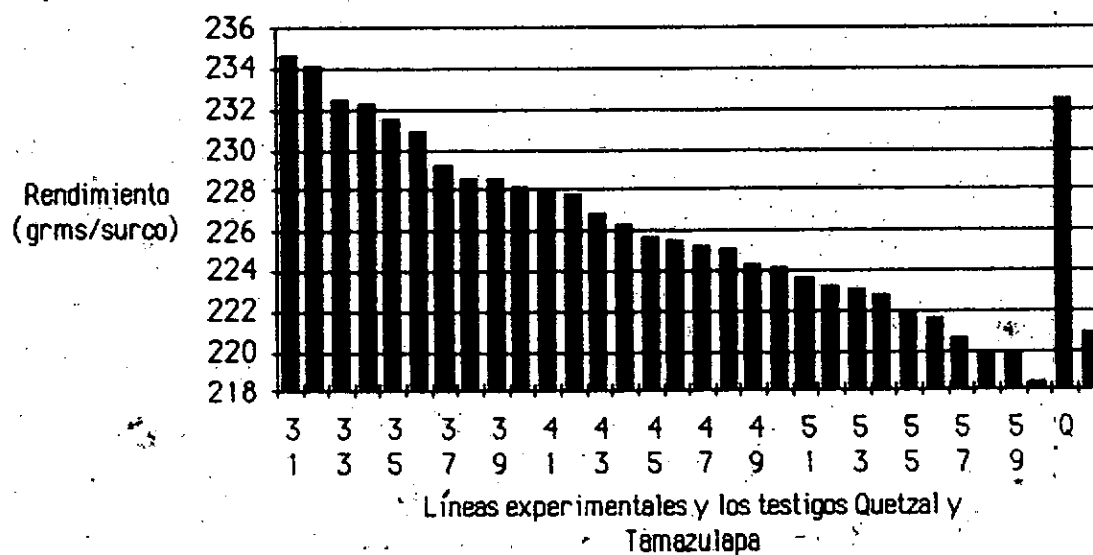
N total = 176

Figura 2. Rendimiento promedio de treinta líneas experimentales y las variedades Quetzal y Tamazulapa



D.M.S.=43.75
 $S^2=90.33$
 N total=176

Figura 3. Rendimiento promedio de treinta
 líneas experimentales y las variedades Quetzal y
 Tamazulapa

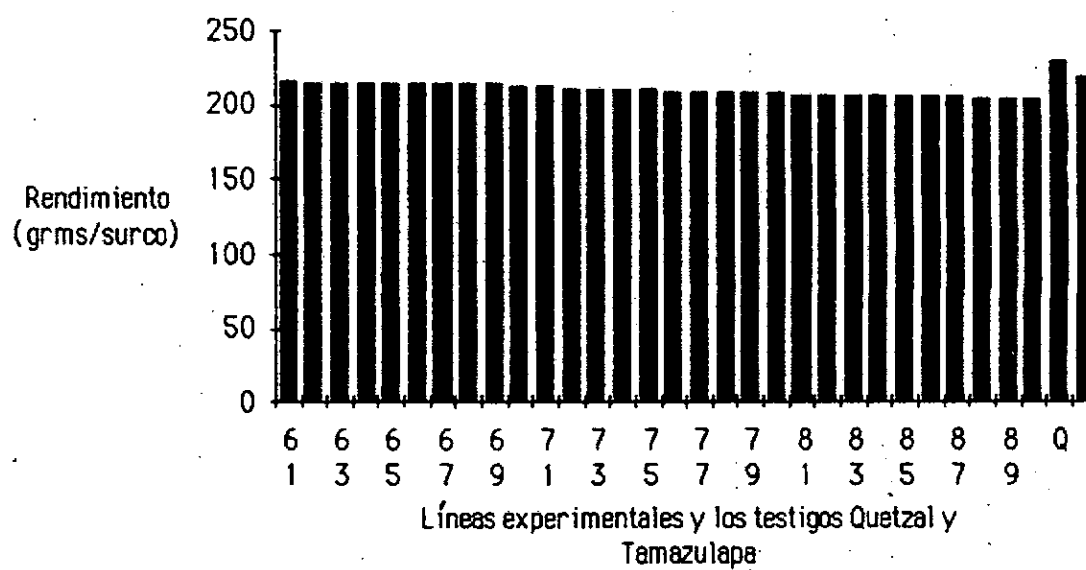


D.M.S. = 43.75

 $S^2 = 90.33$

N total = 176

Figura 4. Rendimiento promedio de treinta
líneas experimentales y las variedades Quetzal y
Tamazulapa

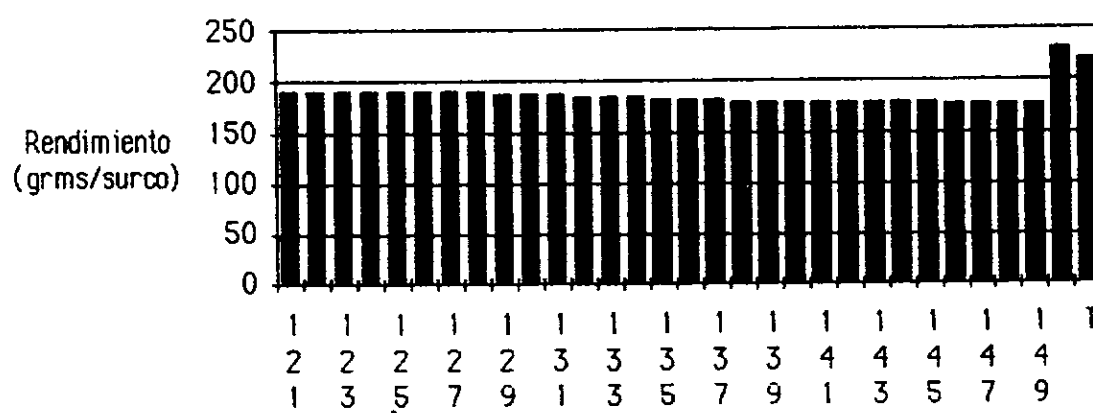


D.M.S. = 43.75

$S^2 = 90.33$

N total = 176

Figura 6. Rendimiento promedio de veintiocho líneas y las variedades Chichicaste, Quetzal y Tamazulapa



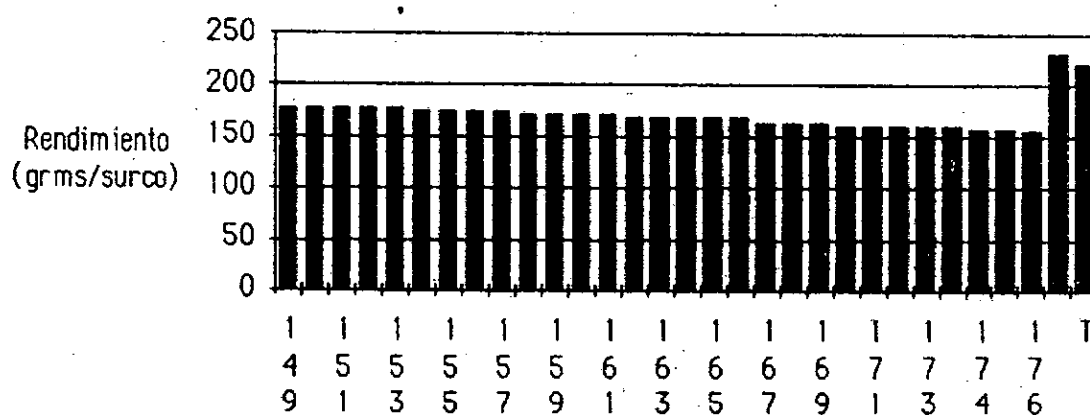
Líneas experimentales y los testigos
Chichicaste, Quetzal y Tamazulapa

D.M.S. = 43.75

$S^2 = 90.33$

N total = 176

Figura 7. Rendimiento promedio de veintiocho
líneas y las variedades P. A., Quetzal y
Tamazulapa



Líneas experimentales y los testigos P.
Amarillo, Quetzal y Tamazulapa

Cuadro 2. Análisis varianza del rendimiento de 176 líneas experimentales de frijol y cuatro testigos evaluados para el mejoramiento de la resistencia al BGMV y al añublo bacteriano, en tres localidades del suroriente.

F.V.	G.L.	S. C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.01 / 0.05
TOTAL	1079	6005072			
BLOQUES	5	1021936	204387.20	46.25	**
TRATAMIENTOS	179	1028192	5744.10	1.30	**
ERROR	895	3954944	4418.90		

Cuadro 3. Prueba de significancia de líneas y testigos, en grms./surco

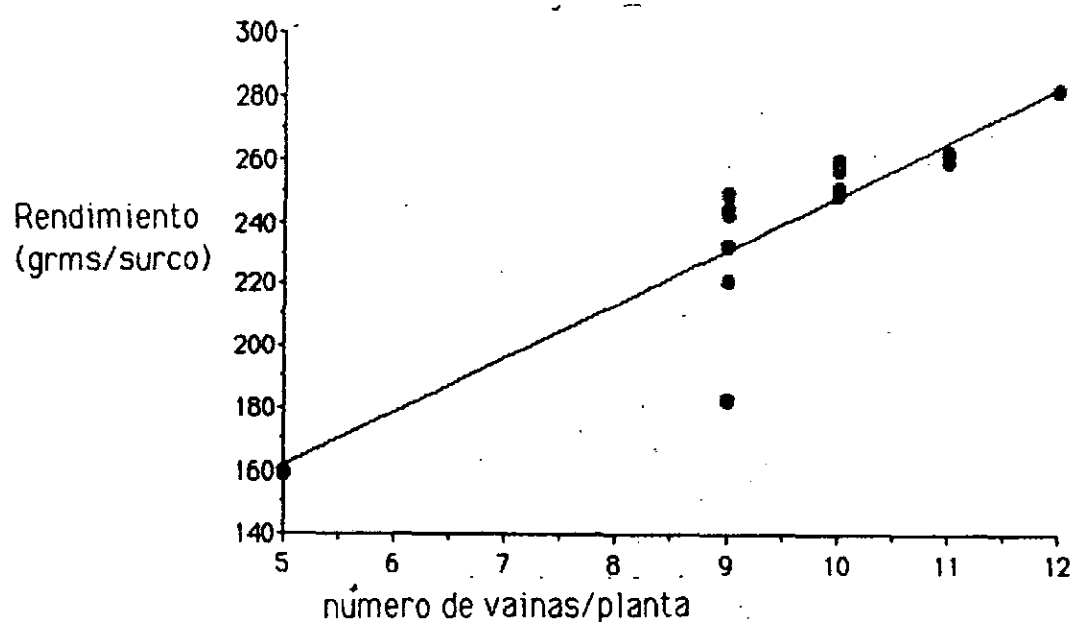
Línea	Rendimiento
1862	282.20 a
1811	262.80 ab
1873	262.48 ab
1840	261.47 ab
1858	261.32 ab
1865	259.32 ab
1839	259.85 ab
1838	257.82 ab
1831	256.98 ab
1810	256.78 ab
1792	250.13 ab
1827	249.88 ab
1843	249.40 ab
1828	249.27 ab
1815	249.02 ab
1771	244.30 ab
1868	242.93 ab
1826	242.90 ab
Quetzal	232.47 b
Tamazulapa	220.90 bc
Chichicaste	182.57 bc
Pecho Amarillo	159.42 c

En el cuadro 3 se puede observar que se formaron tres grupos, en donde la línea 1862, superó significativamente a los testigos Quetzal, en 49.73 grms/ surco y a Tamazulapa, en 61.30 grms/surco, que equivalen a 414.42 y 510.83 kg/ha, respectivamente. Entre las 17 líneas restantes y los testigos, Quetzal y Tamazulapa, no se encontraron diferencias significativas, pero su rendimiento es aceptable. Los resultados de rendimiento, expresados en kg/ha, y el pedigree de las líneas, se presentan en el anexo 3.

Para determinar la relación entre los componentes de rendimiento, se correlacionó este, con el número de vainas/planta, granos/vaina y peso promedio del grano. Al efectuar este análisis, se encontró que la correlación existente, entre rendimiento y los factores ya mencionados, fue de 0.878**, 0.861** y 0.764** respectivamente. Esto nos indica que los componentes; vainas/planta, granos/vaina y el peso promedio del grano, de estas líneas, se encuentran altamente correlacionados. En las figuras 8, 9 y 10, se presentan las curvas de regresión lineal, para los valores de todas las variables, (v/p, g/v y peso promedio del grano). El cuadro 4, resume las principales características de los componentes de rendimiento, de las 18 líneas, seleccionadas en este estudio. En este cuadro se puede observar, que la línea 1862 y 1811, poseen los componentes de rendimiento más altos.

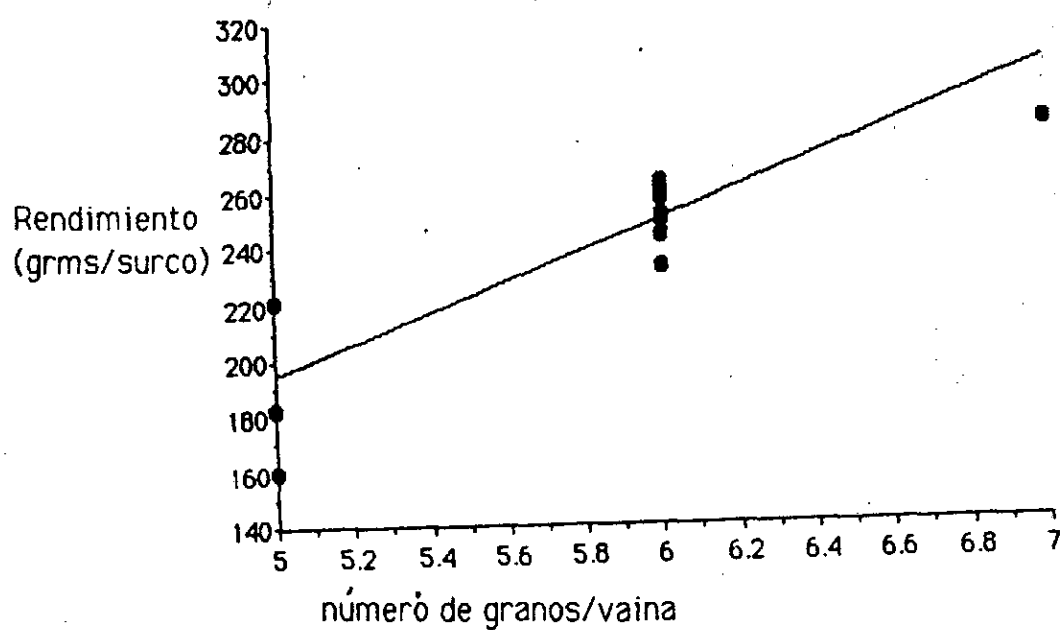
Para determinar la estabilidad genética, de las líneas experimentales y los testigos, en las tres localidades; se recurrió a realizar un análisis no paramétrico.

Figura 8. Curva de regresión y correlación de la comparación entre rendimiento y número de vainas/planta, de 176 líneas de frijol, evaluadas para determinar la resistencia al BGMV y al añublo bacteriano común, en tres localidades.



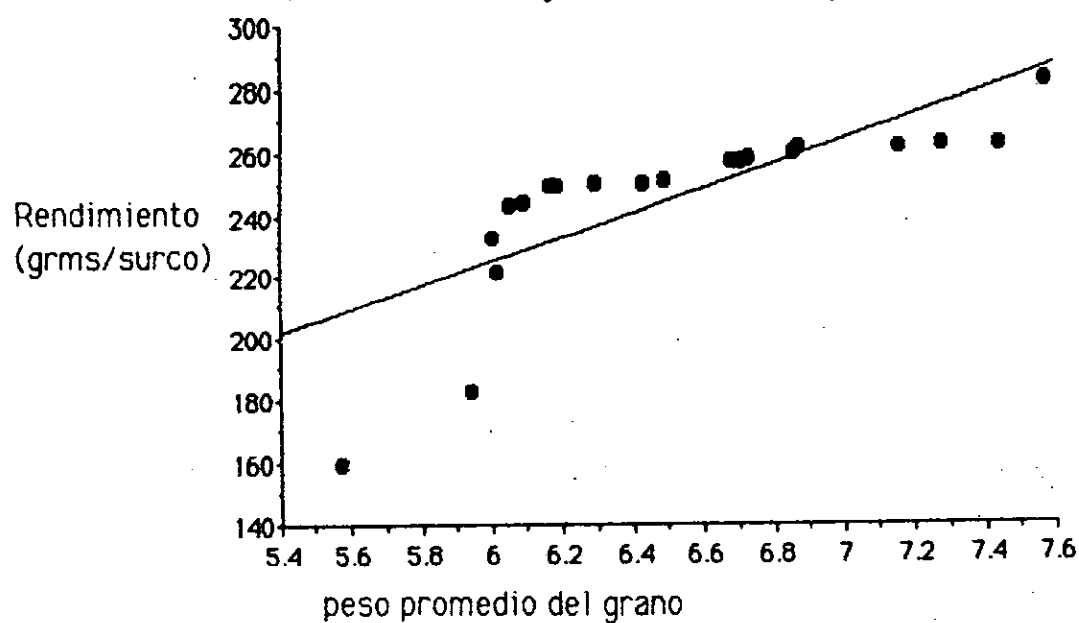
$r^2 = 0.77$
 $n = 176$ líneas

Figura 9. Curva de regresión y correlación de la comparación entre rendimiento y número de granos/vaina, de 176 líneas de frijol, evaluadas para determinar la resistencia al BGMV y al añublo bacteriano común, en tres localidades.



$r^2 = 0.741$
 $n = 176$ líneas

Figura 10. Curva de regresión y correlación de la comparación entre rendimiento y peso promedio del grano, de 176 líneas de frijol, evaluadas para determinar la resistencia al BGMV y al añublo bacteriano común, en tres localidades.



$r^2 = 0.584$
 $n = 176$ líneas

Cuadro 4. Resumen de las variables vainas/planta, granos/vaina y peso promedio del grano, en las tres localidades evaluadas.

Línea	V/P	G/V	Peso promedio grano (gramos)
1862	12	6	7.57
1811	11	6	7.44
1873	11	6	7.28
1840	11	6	7.16
1858	11	6	6.87
1865	11	6	6.86
1839	10	6	6.86
1838	10	6	6.73
1831	10	6	6.71
1810	10	6	6.68
1792	10	6	6.49
1827	10	6	6.43
1843	10	6	6.29
1828	10	6	6.18
1815	10	6	6.17
1771	10	6	6.16
1868	9	6	6.09
1826	9	6	6.05
QUET.	9	6	6.01
TAM.	9	5	6.00
CHIC.	9	5	5.94
P. A.	5	5	5.57

Para esto se utilizó el rendimiento y se calcularon las pendientes de la comparación entre localidades. Los cuadros 5, 6 y 7; muestran las pendientes de estabilidad, en los tres ambientes estudiados. Las líneas 1792, Quetzal, 1811, 1771, 1873, 1827, 1826, 1810 y Tamazulapa, aunque no presentan los rendimientos más altos, su estabilidad en los tres ambientes las hace promisorias, para el mejoramiento del frijol. Esto debido que para el Instituto de Investigaciones y las compañías productoras de semillas, es impráctico, producir líneas para determinados ambientes. La línea 1862, aunque en rendimiento fue mas alta, que las demás líneas, su estabilidad genética fue baja. La línea 1811, aunque presentó la mejor estabilidad, no superó a Quetzal.

A partir de las cuatro semanas de germinado el frijol, se observó la aparición de síntomas del BGMV. La dinámica de incidencia de la enfermedad se analizó mediante curvas progresivas de infección y rango aparente de infección, el cálculo de este último parámetro se presenta en el anexo 4. La figura 11 y el cuadro 8, muestran la incidencia del BGMV y el rango de infección aparente, respectivamente, en las líneas y testigos. En estos se puede observar que las líneas 1862, 1811, 1865, 1831, 1839 y 1826, presentan la menor incidencia y por lo tanto el menor rango de infección aparente y que las variedades Pecho Amarillo y Chichicate, presentaron la mayor. Sin embargo la falta de un nivel de correlación más alto, entre plantas enfermas y rendimiento (-0.559), nos indica el bajo nivel de infección, que normalmente ocurre en los meses fríos, debido a las bajas temperaturas y falta de precipitación pluvial, que se presentaron en estos meses.

Cuadro 5. Relación de estabilidad, de las líneas evaluadas y los testigos, en las localidades de Asunción Mita y Jutiapa.

VARIEDAD	A MITA Kg/ha	JUTIAPA Kg/ha	X Kg/ha	S	1/S	F(X 1/S)
1862	3162.50	2376.67	2769.59	3.11	0.32	890.54
1811	2833.33	1874.58	2353.96	3.79	0.26	612.02
1873	2708.33	1994.17	2351.25	2.82	0.35	833.78
1840	2526.67	2125.83	2326.25	1.59	0.63	1465.54
1858	2591.67	2131.67	2361.67	1.82	0.55	1298.92
1865	3216.66	2020.42	2618.54	4.73	0.21	549.89
1839	2737.92	2283.33	2510.63	1.79	0.56	1405.95
1838	2483.75	1842.50	2163.13	2.54	0.39	843.62
1831	3200.00	2007.08	2603.54	4.72	0.21	546.74
1810	2399.58	2213.33	2306.46	0.74	1.35	3113.72
1792	1654.17	2978.33	2316.25	5.24	0.19	440.09
1827	2554.17	2505.00	2529.59	0.19	5.26	13305.64
1843	2836.25	2343.33	2589.79	1.95	0.51	1320.79
1828	2795.83	2238.33	2517.08	2.21	0.45	1138.95
1815	2460.00	2057.50	2258.75	1.62	0.62	1400.43
1771	1481.25	2320.83	1901.04	3.32	0.30	570.31
1868	2554.17	2071.25	2312.71	1.91	0.52	1202.61
1826	2241.67	2125.00	2183.34	0.46	2.17	4737.85
Tamazulapa	1570.83	2381.67	1976.25	3.20	0.31	612.64
Quetzal	2132.50	1767.50	1950.00	1.44	0.69	1345.50
Chichicaste	1700.00	2042.5	1871.25	1.36	0.74	1384.73
Pecho amarillo	1205.00	1788.75	1496.88	2.31	0.43	643.66
Σ TOTAL	2411.21	2158.62				

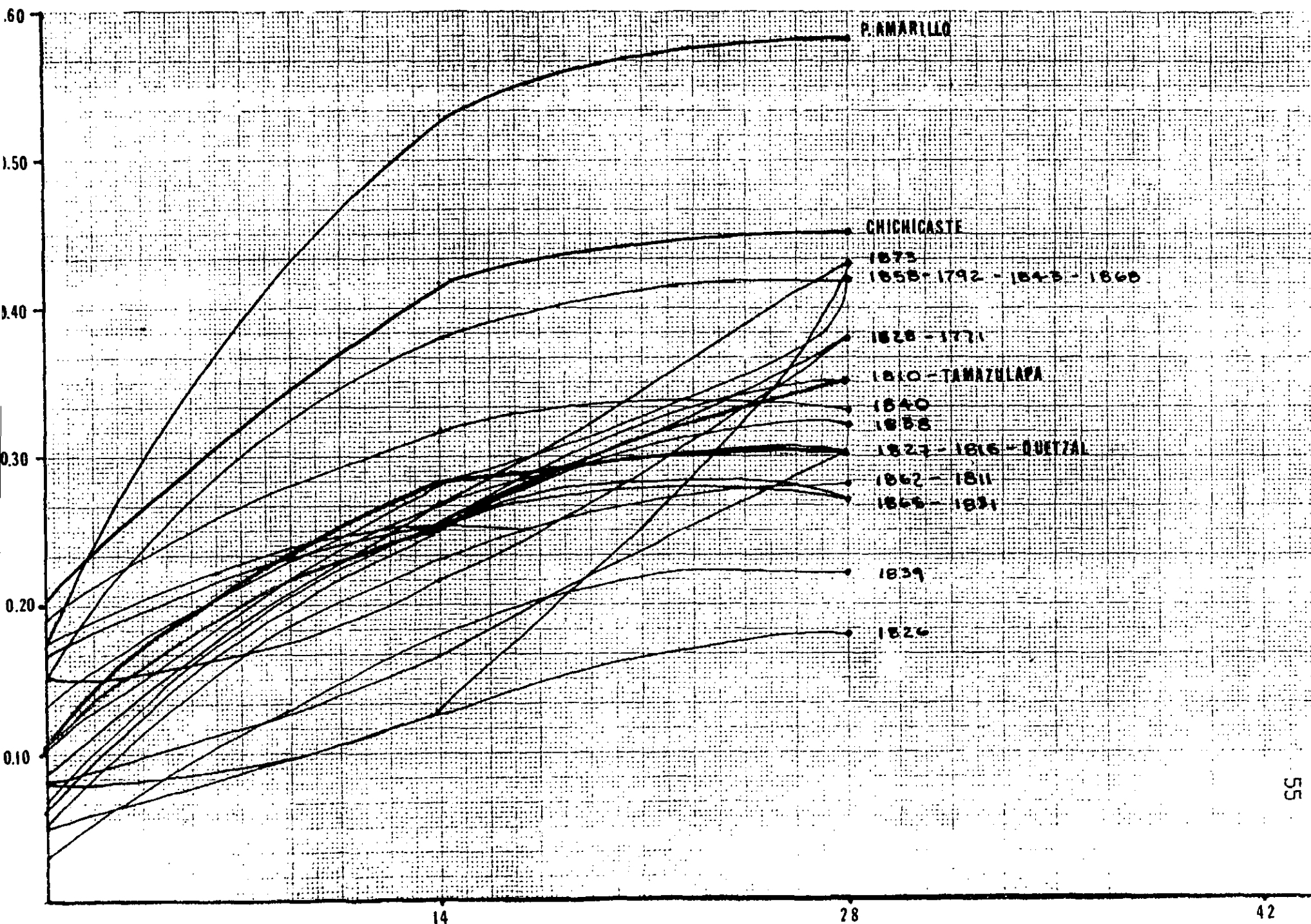


FIGURA 11 INCIDENCIA DEL BGMV, EXPRESADA EN PORCENTAJE

Cuadro 8. Valores del rango aparente de infección (r) y su comparación con la incidencia del BGMV, expresada en porcentaje, de las líneas experimentales y los testigos.

Línea	% de infección	(r)
P. Amarillo	58	0.085
Chichicaste	45	0.082
1873	43	0.077
1858-1792-1843-1868	42	0.075
1828-1771	37	0.067
1810-Tamazulapa	35	0.065
1840	33	0.050
1838	32	0.045
1827-1815-Quetzal	30	0.036
1862-1811	28	0.020
1865-1831	27	0.018
1839	22	0.016
1826	18	0.008

Aunque se trató de dar un ambiente artificial, para el desarrollo de las enfermedad, el grado de infección del añublo bacteriano, fué muy bajo y los síntomas se presentaron tarde, con una dispersión heterogénea. A pesar de esta dificultad se realizó una lectura, de número de plantas enfermas, de cada línea y los testigos. El número de plantas enfermas, por línea se presenta en el cuadro 9. Las variedades Chichicaste y Pecho Amarillo presentaron el mayor número de plantas enfermas, 14 y 20 respectivamente. Al correlacionar plantas enfermas versus vainas por planta, granos/vaina y peso promedio del grano, se determinó que no existió correlación, (-0.597) , (-0.134) y (-0.195) , respectivamente. Las figuras 12, 13 y 14 presentan la relación lineal de regresión de éstas variables. También se comparó el número de plantas enfermas con el rendimiento, determinandose que no existió correlación (-0.667) .

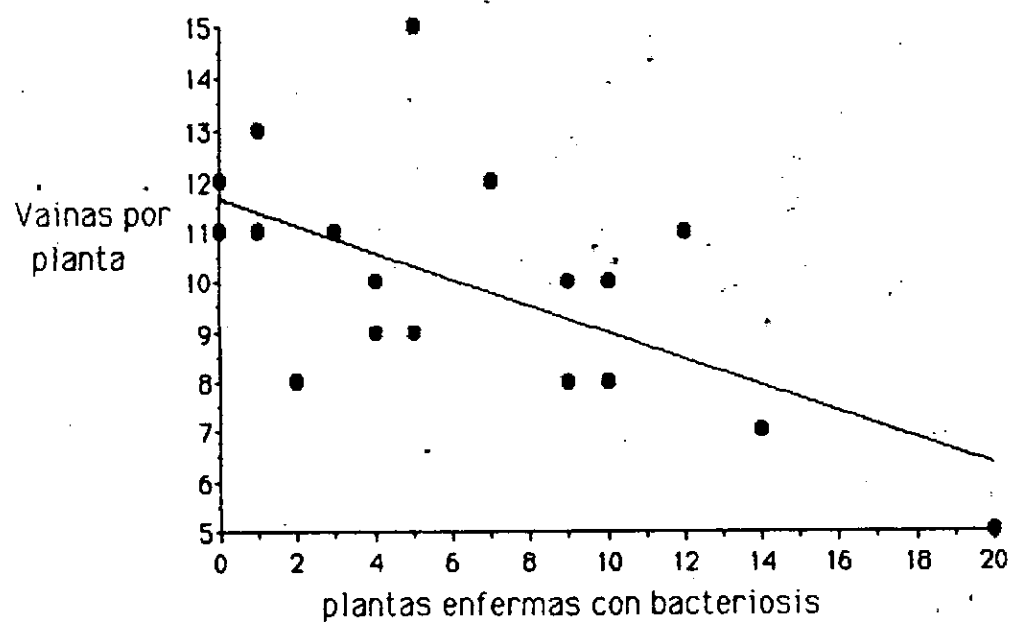
Los análisis de incidencia y severidad, no se realizaron debido a que la presión de la enfermedad fue muy baja. Creemos que la baja incidencia de esta enfermedad, al igual que la del BGMV, estuvo ligada a las bajas temperaturas y falta de precipitación, que se presentaron durante este ciclo de siembra.

En resumen, las líneas 1862, 1811, 1826 y 1792 presentan: el mejor potencial de rendimiento, mayor estabilidad genética, mayor tolerancia al virus y las líneas 1862 y 1811, mayor tolerancia a bacteriosis.

Cuadro 9. Número de Plantas enfermas, presentes en el vivero de bacteriosis.

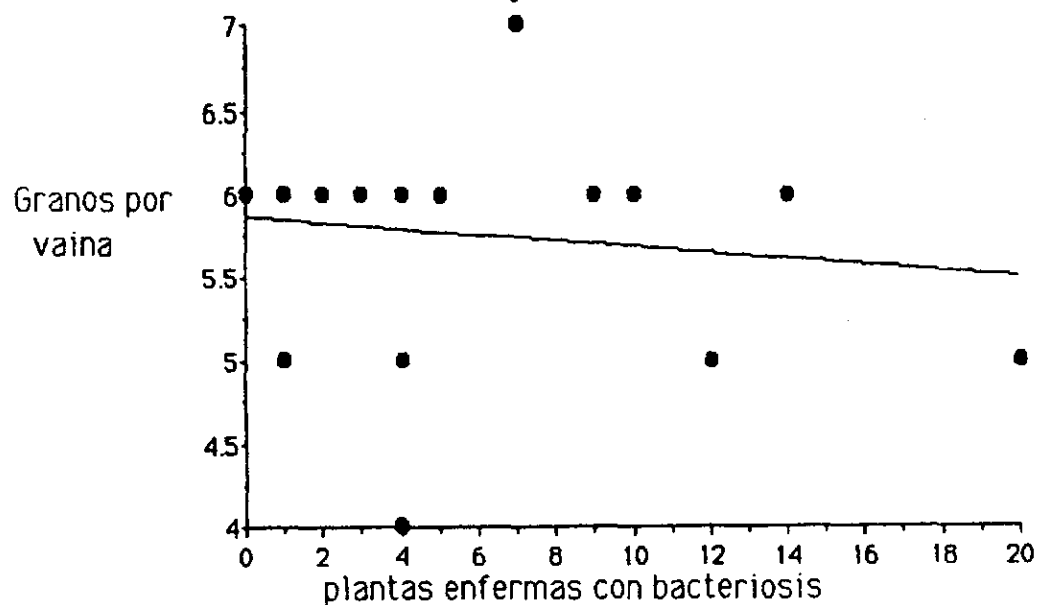
VARIEDAD	PLANTAS ENFERMAS CON BACTERIOSIS/SURCO
1862	0
1811	0
1873	1
1840	0
1858	5
1865	5
1839	10
1838	7
1831	4
1810	1
1792	3
1827	4
1843	12
1828	1
1815	9
1771	4
1868	9
1826	10
TAMAZULAPA	4
QUETZAL	2
CHICHICASTE	14
P. AMARILLO	20

Figura 12. Curva de regresión y correlación de la comparación entre plantas enfermas con bacteriosis y número de vainas/planta, de 176 líneas de frijol, evaluadas para determinar la resistencia al BGMV y al añublo bacteriano común, en tres localidades.



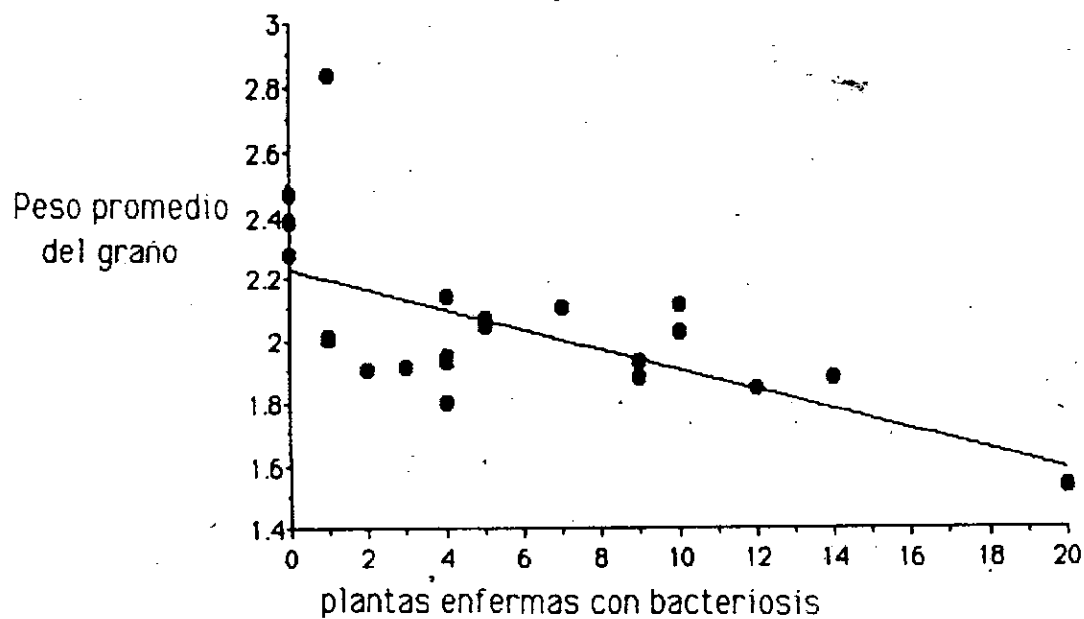
$r^2 = 0.356$
 $n = 176$ líneas

Figura 13. Curva de regresión y correlación de la comparación entre plantas enfermas con bacteriosis y número de granos/vaina, de 176 líneas de frijol, evaluadas para determinar la resistencia al BGMV y al añublo bacteriano común, en tres localidades.



$r^2 = 0.018$
 $n = 176$ líneas

Figura 14. Curva de regresión y correlación de la comparación entre plantas enfermas con bacteriosis y peso promedio del grano, de 176 líneas de frijol, evaluadas para determinar la resistencia al BGMV y al añublo bacteriano común, en tres localidades.



$r^2 = 0.0380$
 $n = 176$ líneas

5. CONCLUSIONES

1. La línea 1862 superó, significativamente, a las variedades Quetzal y Tamazulapa, en rendimiento.
2. Se observaron diferencias altamente significativas, entre variedades y ambientes.
3. Existió una alta correlación entre rendimiento, y sus componentes vainas/planta, granos/vaina y peso promedio del grano.
4. En el cálculo de estabilidad genética, las líneas 1792, 1811, 1771, 1873, 1827, 1826, 1810 y las variedades Quetzal y Tamazulapa, presentaron la mejor estabilidad.
5. El cálculo de estabilidad genética, mediante el análisis de las pendientes, es un método no paramétrico, eficaz y preciso para determinar estabilidad entre ambientes no contrastantes.
6. Las líneas 1862, 1811, 1865, 1831, 1839 y 1826, presentaron mayor tolerancia, al mosaico dorado del frijol, que las variedades tolerantes Quetzal y Tamazulapa.

7. La baja presión de enfermedad, causada por el añublo bacteriano, esta ligada a las bajas temperaturas y a la falta de precipitación pluvial, durante la fase experimental de campo.
8. Las líneas mas promisorias, 1862, 1811, 1792 y 1826, fueron seleccionadas tomando como base el rendimiento, la estabilidad genética, adaptación y el rango aparente de infección.

6. RECOMENDACIONES

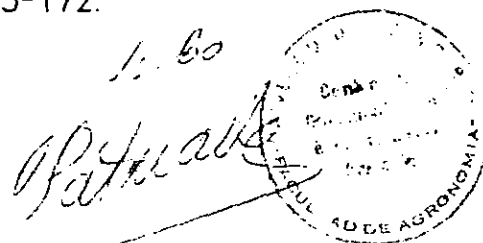
1. Utilizar las líneas 1862, 1811, 1792 y 1826, en ensayos de evaluación a un nivel más amplio de ambientes y comparar su rendimiento con las variedades comerciales: Ostúa, Quetzal y Tamazulapa.
2. Por su simplicidad y precisión, el método de cálculo y análisis de estabilidad genética, que propongo en este estudio, puede ser un comparador útil, del cual los mejoradores de plantas, pueden hacer uso.
3. Realizar este tipo de evaluación, únicamente en la época de invierno, debido a que aunque, se trate de manejar artificialmente el ambiente, la epidemia no es lo suficientemente alta, para producir una presión de selección adecuada.
4. Es necesario, para el análisis de incidencia, utilizar curvas progresivas y el rango aparente de infección; para tener una mayor visión de la naturaleza de la epidemia y el nivel de resistencia.

7. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, N. G. 1978. Plant pathology. 2nd ed. U.S.A., Academic Press Inc. 703 p.
3. ALDANA, L. F. 1981. Estudio comparativo del efecto de la resistencia genética y el control químico del vector, sobre la incidencia del mosaico dorado del frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 76 p.
2. ALLARD, R. W. 1960. Principles to plant breeding. New York, U.S.A., John Wiley and Sons Inc. 498 p.
4. ANDERSEN, A. L. 1951. Observation of beans diseases in Michigan during 1949 and 1950. Plant disease reptr. (U.S.A). 35: 89-90.
5. CARDONA, C. et al. 1982. Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. 2a. ed. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 100 p.
6. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1981. Enfermedades bacterianas del frijol: identificación y control. Cali, Colombia, FERIVA. 42 p.
7. ——— 1980. Informe anual del programa de frijol, 1979. Cali, Colombia, p. 20-21.
8. ——— 1983. Informe anual del programa de frijol, 1983. Cali, Colombia, p. 38-54.
9. ——— 1984. Informe anual del programa de frijol, 1984. Cali, Colombia, p. 30-63.

10. COYNE, D. P. ; SCHUSTER, M. L. ; AL-YASIRI, S. 1963. Reaction studies of beans species and varieties to common blights and bacterial wilt. Plant Dis. reptr. (U.S.A.) 74: 534-537.
11. DIAZ CABRERA, J. M. 1984. Principales enfermedades del frijol en Guatemala. In Investigación y producción de frijol. Guatemala. ICTA-CIAT. pp. 156-162.
12. FRENCH, E. R. ; HEBERT, T. T. 1982. Métodos de investigación fitopatológica. San José, Costa Rica, IICA. p. 212-235.
13. LAURENCE, J. A. ; REYNOLDS, K. L. 1984. Growth and lesion development of Xantomonas campestris pv. phaseoli on leaves of red kidney beans plants exposed to hydrogen fluoride. Phytopathology. (U.S.A) 74(5): 578-580.
14. LOPEZ, M. ; FERNANDEZ, F. ; SCHOONHOVEN, A. V. 1985. Frijol: investigación y producción. Cali, Colombia, CIAT. 417 p.
15. MATHEWS, R. E. F. 1970. Plant virology. New York, U. S. A., Academic Press. 778 p.
16. MONTERROSO SALVATIERRA, D. 1984. Tizón común del frijol; curso de fitopatología. Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 6 p.
17. NELSON, R. R. 1977. Breeding plants for disease resistance (concepts and applications). U. S. A., The Pennsylvania state University Press. 315 p.
18. NICARAGUA. MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA. 1983. Dos años de cooperativas para el mejoramiento del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en Nicaragua. Managua, Nicaragua, 185 p.

19. _____ 1983. Manual de producción de frijol común. Managua, Nicaragua, p. 121-168.
20. SIDNEY, P. 1971. Inheritance of resistance of Phaseolus vulgaris L. (Dry beans) to Xantomonas phaseoli Dows. (Common blight). Thesis of Doctor in Philosophy. Cornell, U. S. A. Cornell University. 138 p.
21. _____ ; CROWDER, L. V. 1972. Inheritance of Phaseolus vulgaris L. (Dry beans) to Xantomonas phaseoli Dows. (Common blight). Ciencia e Cultura (BRASIL) 24(11): 1055-1063.
22. WALKER, J. CH. 1973. Patología vegetal. 2a. ed. Barcelona, España, Omega. p.143-149.
23. WEBSTER, D. M. et al. 1983. Expression of resistance to Xantomonas campestris pv. phaseoli under tropical conditions. Plant Dis. (U. S. A.) 67(4): 394-396.
24. YOSHII, K. 1980. Common and Fuscous blights. In Bean production problems. Edited by: H. P. Schwartz and G. E. Galvez. Cali, Colombia, CIAT. p. 155-172.



ANEXOS

ANEXO I

				Rabia de gato y Quetzal				
cada cinco surcos tomate, tabaco y frijol lima	1	2	1		1	2	1	
				lineas experimentales				

1: Rabia de gato

2: Quetzal

ANEXO 2

Para el cálculo de la estabilidad genética de las líneas experimentales evaluadas y seleccionadas, se utilizó la fórmula de la pendiente $S: Y_2 - Y_1 / X_2 - X_1$, adecuando los rendimientos obtenidos en tres localidades y transformandolos a logaritmos para obtener datos más exactos. La ecuación anterior se transformó a su forma logarítmica, quedando de la siguiente manera: $S = \ln \text{rendimiento } Y_2 - \ln \text{rendimiento } Y_1 / \ln \text{rendimiento medio } X_2 - \ln \text{rendimiento medio } X_1$; factorizando algebraicamente quedo así: $\ln S = \ln (\text{rendimiento } Y_2 - \text{rendimiento } Y_1) / \ln (\text{rendimiento } X_2 - \text{rendimiento } X_1)$ y para determinar la pendiente y adecuarla a datos reales se calculó el antilogaritmo del resultado final.

Para estabilizar los resultados totales, obtenidos del cálculo de la pendiente en forma logarítmica, se recurrió al cálculo del inverso de la pendiente y este resultado se multiplicó por la media de las localidades comparadas.

Como corolario de este cálculo se determina que mientras más baja es la pendiente, entre dos localidades comparadas, para la variable rendimiento, más estabilidad genética existe; debido a que las diferencias de esta variable son menores.

Se cree que la fórmula anteriormente descrita se adecúa muy bien para el análisis de resultados, en donde se comparen ambientes no contrastantes. A continuación se detalla el cálculo de estabilidad genética efectuado a las 18 líneas experimentales seleccionadas y los cuatro testigos, ejemplificando con las localidades de Asunción Mita y Monjas.

Cuadro 10. Relación de estabilidad, de las líneas evaluadas y los testigos, en las localidades de Asunción Mita y Jutiapa.

LINEA	A. MITA Kg/ha	JUTIAPA Kg/ha	X Kg/ha	S	1/S	F(X 1/S)
1862	3162.50	2376.67	2769.59	3.11	0.32	890.54
1811	2833.33	1874.58	2353.96	3.79	0.26	612.02
1873	2708.33	1994.17	2351.25	2.82	0.35	833.78
1840	2526.67	2125.83	2326.25	1.59	0.63	1465.54
1858	2591.67	2131.67	2361.67	1.82	0.55	1298.92
1865	3216.66	2020.42	2618.54	4.73	0.21	549.89
1839	2737.92	2283.33	2510.63	1.79	0.56	1405.95
1838	2483.75	1842.50	2163.13	2.54	0.39	843.62
1831	3200.00	2007.08	2603.54	4.72	0.21	546.74
1810	2399.58	2213.33	2306.46	0.74	1.35	3113.72
1792	1654.17	2978.33	2316.25	5.24	0.19	440.09
1827	2554.17	2505.00	2529.59	0.19	5.26	13305.64
1843	2836.25	2343.33	2589.79	1.95	0.51	1320.79
1828	2795.83	2238.33	2517.08	2.21	0.45	1138.95
1815	2460.00	2057.50	2258.75	1.62	0.62	1400.43
1771	1481.25	2320.83	1901.04	3.32	0.30	570.31
1868	2554.17	2071.25	2312.71	1.91	0.52	1202.61
1826	2241.67	2125.00	2183.34	0.46	2.17	4737.85
Tamazulapa	1570.83	2381.67	1976.25	3.20	0.31	612.64
Quetzal	2132.50	1767.50	1950.00	1.44	0.69	1345.50
Chichicaste	1700.00	2042.5	1871.25	1.36	0.74	1384.73
Pecho amarillo	1205.00	1788.75	1496.88	2.31	0.43	643.66
Σ TOTAL	2411.21	2158.62				

ANEXO 3

El pedigree y los rendimientos expresados en kg/ha, se expresan a continuación:

Cuadro 11. Rendimiento promedio de 18 líneas seleccionadas en Kg/ha. obtenidas en tres localidades.

Línea	Pedigree	Rend. kg/ha
1862	(DOR 41 X DOR 41 X XAN 87 (PL6) X NXDG 9498-1)	2351.67
1811	(XAN 112 X XAN 112 X DOR 15 (PL4) X NXDO 10815-3)	2190.00
1873	(BAT 304 X NXVI 9932-3-PL)	2187.33
1840	(BAT 304 X NXVI 9933-110 (PL4))	2178.92
1858	(XAN 14 X XAN 19 X ICA PIJAO (PL5) X NXDO 10814-3)	2177.67
1865	(DOR 41 X NXDG 9498-3 (PL8))	2166.25
1839	(F4 BAT. 304 X BAT 304 X XAN 112 (PL 11) X NXVI 9933)	2165.42
1838	(F4 BAT 304 X BAT 304 X XAN 112 (PL 11) X NXVI 9933)	2148.50
1831	(DOR 42 X XH 11617-7 (PL3))	2139.83
1810	(BAT 304 X BAT 304 X XAN 40 (PL9) X NXJB 10805)	2091.42
1792	(DOR 44 X NXDO 108010-3 (PL1))	2084.42
1827	(DOR 44 X DOR 42 X XAN 112 (PL5) X HX17 1161-2)	2082.33
1843	(ICA PIJAO X PIJAO X XAN 87 (PL3) X NXDO 10813-11)	2078.83
1828	(DOR 42 X XH 11617-4 (PL10))	2077.25
1815	(P. SINTETICO X P. SINTETICO X XAN 112 X NXVI 9949-1)	2075.17
1771	(DOR 44 X NXDO 10855-16 (PL3))	2035.83
1868	(DOR 41 X NXDG 9498-4 (PL4))	2024.42
1826	(DOR 42 X DOR 42 X XAN 112 (PL5) X XH 1161-2)	2024.17
QUETZAL		1937.25
TAMAZULAPA		1840.83
CHICHICASTE		1521.42
PECHO AMARILLO		1328.50

ANEXO 4

Para el cálculo del rango aparente de infección (r), se utilizó la metodología siguiente, la que se ejemplifica con la dinámica de incidencia de la línea 1862. La dinámica de incidencia, de esta línea, fue la siguiente:

1ra. lectura	-----	0 % de infección
2da. lectura	-----	5 % de infección
3ra. lectura	-----	23 % de infección
4ta. lectura	-----	28 % de infección

Estos datos, expresados en porcentaje, se transformaron a su forma decimal:

1ra. lectura	-----	0.00
2da. lectura	-----	0.05
3ra. lectura	-----	0.23
4ta. lectura	-----	0.28

Luego, estos se introdujeron en la siguiente fórmula LN

$(X/1-X)$, la razón de transformarlos a su forma logarítmica, es la de trans--

formar, a línea recta y darle una mayor precisión al cálculo. Una vez efectuado el cálculo, se determinó la pendiente, la cual se forma de la curva de incidencia. $r = S: -0.94 - (0.00) / 42 = 0.020$. La pendiente es igual al rango aparente de infección, expresado en plantas enfermas/día.

El siguiente cuadro resume las operaciones anteriores:

Cuadro 12. Resultados del cálculo del rango infección aparente, de la línea 1862.

DIAS	$X = x / 1 - x$	$\ln X$	$(r) = S = -0.94 - (0.00) / 42$
0	0.00	0.000	
14	0.05	-2.990	0.020
28	0.30	-1.200	
42	0.39	-0.940	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

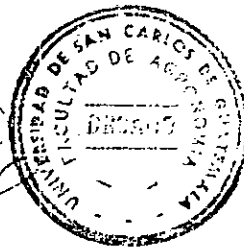
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"

A large, stylized handwritten signature in dark ink, likely belonging to the Dean, Cesar A. Castaneda S.



ING. AGR. CESAR A. CASTANEDA S.
D E C A N O