

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

DETERMINACION DE DAÑO Y PERIODO CRITICO DEL VIRUS DEL
MOSAICO AMARILLO DEL FRIJOL (BYMV) EN CUATRO
VARIETADES DE FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris L.*) EN
NICARAGUA

AUTOR: MARTHA LORENA MUÑOZ VEGA
ASESOR: ING. ALDO ROJAS SOLIS

MANAGUA, DICIEMBRE 1993

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

DETERMINACION DE DAÑO Y PERIODO CRITICO DEL VIRUS DEL
MOSAICO AMARILLO DEL FRIJOL (BYMV) EN CUATRO
VARIETADES DE FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris L.*) EN
NICARAGUA

AUTOR: MARTHA LORENA MUÑOZ VEGA
ASESOR: ING. ALDO ROJAS SOLIS

MANAGUA, DICIEMBRE 1993

DEDICATORIA

A mis padres:

Lucrecia Felicita Vega Vasquez
Miguel Angel Muñoz Gómez

Quienes supieron darme todo su apoyo para coronar mi carrera, forjada a base de sacrificios. Ya que su aporte fue determinante para concluir mis estudios universitarios, por eso les dedico este trabajo con gran cariño y admiración.

A mis hermanos (as)

A mi esposo:

Gustavo Adolfo López Carrión

Quien en los momentos más difíciles me brindo su apoyo incondicional lo cual hizo posible salir siempre adelante para alcanzar el sueño deseado.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece a la Escuela de Sanidad Vegetal por haber facilitado el uso de las computadoras para la realización de este trabajo. A la Dra. Anderson por sus enseñanzas tan valiosas brindadas durante el desarrollo del trabajo y al Ing. Rojas por las correcciones y sugerencias realizadas al escrito.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAG.
I- INTRODUCCION.....	
II- MATERIALES Y METODOS.....	5
A - Diseño estadístico y tratamientos.....	5
B - Siembra y manejo del cultivo.....	6
C- Fase de invernadero y Laboratorio.....	7
D- Fase de inoculación en el campo.....	9
E- Toma de datos y análisis estadísticos.....	9
III- RESULTADOS.....	10
IV- DISCUSION.....	23
V- CONCLUSIONES.....	34
VI- RECOMENDACIONES.....	35
VII- BIBLIOGRAFIA.....	36

INDICE DE CUADROS

CUADROS	PAG.
1- Virus del frijol identificados en Centroamérica.....	4
2- Promedio de vainas cosechadas por planta.....	12
3- Promedio de semillas por vaina.....	13
4- Promedio de rendimiento en gramos por planta.....	17
5- Prueba de rango múltiple SNK al 5%, para los componentes de rendimiento.....	20
6- Estimación porcentual de daño en relación al testigo.....	21

INDICE DE TABLAS

TABLAS	PAG.
1- ANDEVA de promedio de vainas cosechadas por planta.....	12
2- ANDEVA de promedio de semillas por vainas.....	14
3- ANDEVA de promedio de rendimiento en gramos por planta.....	18

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PAG
1- Promedio de vainas por planta.....	15
2- Promedio de semillas por vaina.....	16
3- Promedio de rendimientos en gramos por planta.....	19
4- Porcentaje de daño causado por el BYNV en las diferentes etapas fenológica en cuatro variedades de frijol común.	22

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el daño y periodo crítico del BYMV en cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), utilizándose para dicho fin las variedades mejoradas DOR-364, REV-84 y las variedades Criollas-A-2343 y la Criolla-A-1923, las cuales fueron inoculadas en cuatro etapas fenológicas, siendo estas las etapas V2, V3, V4, R5 y un testigo sin inocular. De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio la variedad Criolla-A-1923 resultó la más afectada con reducciones que oscila entre 88.26% y 70.58% Resultando la variedad Criolla-A-2343 con daños que oscila entre 38.75 y 0%, la variedad Rev-84 con daños de 53.04% y 1.13% y la variedad Dor-364 con daños de 65.66% y 11.24%, lo cual indica que la variedad menos afectada es la Criolla-A-2343, seguido de la variedad Rev-84 y Dor-364. A pesar de que las variedades mejoradas presentan rendimientos superiores ocasionados por el BYMV.

El periodo crítico para las variedades evaluadas comprende hasta la etapa V4 de manera general o sea 18 días después de la siembra. Desde el punto de vista del comportamiento individual de las variedades se definió el periodo crítico para las variedades Criolla-A-2343 y Rev-34 hasta la etapa V2, osea 8 días después de la siembra, a las variedad Dor-364 se le determinó un periodo crítico hasta la etapa V3 equivalente a 13 días después de la siembra y a la variedad Criolla-A-1923 se le asignó hasta finales de la etapa V4 equivalente a 25 días después de siembra.

INTRODUCCION

El cultivo de frijol común en Nicaragua (*Phaseolus vulgaris* L.) ocupa el segundo lugar después del maíz, en la dieta de la población nicaraguense de escasos recursos económicos. La semilla de frijol presenta un alto contenido proteico (22.3%) y es una excelente fuente de hierro (7.9%) y vitamina B (2.2%). El consumo per cápita de la población se estima en 50g/día (MAG 1992).

El frijol es cultivado en todo el territorio nacional a alturas que fluctúan entre los 50 y 150 msnm y bajo condiciones lluviosas variables. Hasta 1992 el Ministerio De Agricultura y Ganadería reportó áreas de siembra entre 58,316-105,390ha de frijol distribuidos en tres épocas de siembra: primera, postrera y apante, reportandose rendimientos de 318.15-545.40 Kg/ha.

Entre los principales factores que limitan la producción de frijol común se encuentran las enfermedades virales. En Centro América se han identificado 8 virus que infectan al frijol (Cuadro 1). Hasta la fecha en las zonas frijoleras de Nicaragua solamente se han identificado el Virus del mosaico común del frijol (BCMV) (Gómez 1973), el Virus del mosaico sureño del frijol (SMBV) (Fuentes & Anderson 1990), el virus del mosaico amarillo del frijol (BYMV) (Rojas, A, datos no-public; 1991) y

el virus del mosaico dorado del frijol (Maxwell, datos no public;1992).

De los virus identificados en Nicaragua, la información que existe sobre el daño económico que causa al cultivo el virus del mosaico amarillo del frijol (BYMV) es escaso. Morales (1986) reportó que no existen estudios sobre el daño que causa el BYMV en Latino América, pero señala que en Chile existe más del 95% de germoplasma susceptible al BYMV y que existe una raza severa del BYMV que puede causar la muerte a las plantas susceptibles.

En Nicaragua se han colectado alrededor de 350 variedades de frijol criollo de crecimiento indeterminado. Estas variedades criollas se reportan ser susceptibles a enfermedades virales. Actualmente existen 9 variedades mejoradas rojas, las cuales están reportadas como resistentes al virus del mosaico común del frijol (BCMV) (Tapia & Camacho 1988). Pero en Nicaragua no se ha estudiado la respuesta de variedades de frijol a la infección del BYMV.

Los objetivos de esta investigación son a) Determinar el daño causado por el mosaico amarillo del frijol (BYMV) en variedades de frijol, Dor-364, Rev-84, Criolla-A-2343 y la variedad Criolla-A-1923, y b) Determinar el período crítico necesario para proteger al cultivo. Zadoks (1987) definió a daño

como cualquier reducción en cantidad y/o calidad de rendimiento. Anderson (1991) definió el periodo crítico como el tiempo (en días) requeridos para reducir el daño causado por la infección hasta un nivel aceptable.

Cuadro 1. Virus del frijol identificados en Centro América.

VIRUS	DISTRIBUCION	REFERENCIA
Virus del mosaico común del frijol (BCMV)	Guatemala Honduras El Salvador	Gálvez et.al 1977. Gálvez et.al 1977. Gálvez 1973.
Virus del mosaico suave del frijol (BMMV)	Nicaragua Costa Rica	Gálvez 1973. Moreno et.al. 1968.
Virus del mosaico rugoso del frijol (BRMV)	El Salvador Costa Rica	Gámez et.al.1974. Gámez et.al.1972a.
Virus del moteado clorótico del frijol (CCMV)	Costa Rica	Gámez 1972b
Virus del mosaico sureño del frijol (SBMV)	Nicaragua Costa Rica	Fuentes & Anderson 1990. Gámez 1977.
Virus del mosaico dorado del frijol (BGMV-II)	Guatemala Nicaragua	Gilberston et.al 1991. Maxwell, datos no-public.1992.
Virus del mosaico del arveja (QPMV)	El Salvador Costa Rica	Meiners et.al.1977. Hobbs 1981.
Virus del mosaico suave del frijol (BMMV)	El Salvador	Waterworth et.al. 1977. Hobbs 1981.
Virus del mosaico amarillo del frijol (BYMV)	Nicaragua	Rojas. A. datos no-public.1991.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en el vivero de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el Km 12.5 carretera norte, Managua, a una altitud de 56 msnm. La temperatura promedio máxima es de 30.8°C, con una temperatura promedio mínima de 22.5°C. La precipitación registrada es de 858mm anual, con una humedad promedio de 80.5%, siendo el tipo de suelo franco-arcilloso (Laguna 1989). El ensayo se realizó en la época de postrera (Oct-Dic) de 1992.

A. Diseño estadístico y tratamientos

El diseño experimental utilizado fue un bloque completo al azar en arreglo bifactorial. Los Factores en estudio fueron el Factor A: momentos de inoculación y el Factor B: variedades. Para el Factor A se contemplaron 5 niveles que son las etapas fenológicas del cultivo, siendo éstas según Tapia & Camacho, (1988): V2 que corresponde a las hojas primarias, V3 que corresponde al primer trifolio, V4 que corresponde al tercer trifolio y R5 que corresponde a prefloración, más un testigo sin inocular. Para el Factor B se contemplaron 4 niveles que son las variedades Dor-364, Rev-84, Criolla-A-2343, y la Criolla-A-1923.

El ensayo estuvo compuesto de 20 tratamientos en total con 3 repeticiones. Cada tratamiento estuvo compuesto de 10 plantas arregladas en surcos. El ensayo fue de un área de 84.84m², teniendo el área experimental 8.4m de largo x 10.1m de ancho, cada repetición tiene 8.4m de largo x 2.7m de ancho y un metro de distancia entre bloques.

B. Siembra y manejo del cultivo

La preparación del suelo fue convencional, la siembra se realizó el 9 de Octubre de 1992 y se utilizaron las variedades Dor-364, Rev-84, Criolla-A-2343 y la variedad Criolla-A-1923. Estas variedades fueron sembradas a una distancia de 0.3m entre plantas y 0.4m entre surco. Por golpe se sembraron 3 semillas o sea 30 semillas por surco. A los 12 días de germinada la semilla se hizo raleo dejando una planta por golpe.

El control de malezas fue realizado manualmente con intervalo de 8 días, se fertilizó con 10-48-0 al momento de la siembra a razón de 13 g/tratamiento. Para prevenir del ataque de enfermedades fungosas se hicieron aplicaciones de Benomyl más Mancozeb a razón de 1.5g de material comercial\1 de agua de cada uno de los productos desde la prefloración del cultivo hasta 15 días antes de cosecha con intervalos de 8 días. También se

hicieron aplicaciones de insecticidas con Endosulfan más Bifentrin a razón de 2.5cc + 1.25cc de material comercial\1 de agua respectivamente con intervalos de 3 días desde la germinación hasta la prefloración del cultivo con el objetivo de reducir las poblaciones de mosca blanca presente en el cultivo y la de otros insectos.

Adicionalmente se colocaron trampas amarillas para bajar las poblaciones de Bemisia tabaci Genn. así como la de evitar que especies de áfidos se posaran en las plantas de frijol, estas trampas se confeccionaron de plástico amarillo en forma de bolsita con una estaca o sosten en su interior, a la cual se le colocó aceite de motor # 40 y se colocaron alrededor de cada repetición, el número de trampas colocadas fue variada, a las trampas se les cambiaba el aceite cada 4-5 días.

El riego se aplicó por gravedad con intervalo de 8 días suspendiéndose 15 días antes de cosechar.

C. Fase de invernadero y Laboratorio

El virus del mosaico amarillo del frijol (BYMV) con el cual se hizo el estudio, fue encontrado en las zonas frijoleras de Matagalpa, San Dionisio, Nicaragua y aislado en Suecia por el Ing.Rojas (1991).

El procedimiento que se siguió para reproducir el BYMV fue el de sembrar semillas de plantas indicadoras de Phaseolus vulgaris CV. Bonita en el invernadero y una vez germinadas, las plántulas se transplantaban en maceteras pequeñas y se trasladaban al Laboratorio de Epidemiología de Virus, al día siguiente se procedía a la inoculación con el virus de forma mecánica para lo cual se utilizó un gramo de tejido enfermo (hojas), se le agregó 2ml de sustancia Buffer y luego se maceraron las hojas y se extrajo la savia, a las hojas a inocular se le agregó un abrasivo (Carborundum 600 mesh) e inmediatamente se procedió a inocular las plantas utilizando para esto el dedo índice con el cual se frotaban las hojas con la savia extraída. Una vez inoculadas las plantas se lavaban las hojas con agua de manera ligera para eliminar residuos de partículas de Carborundum. Al ser reproducido el virus en las primeras plantas indicadoras, las siguientes reproducciones se hicieron tomando material infectado con BYMV de estas mismas plantas. La reproducción del virus fue de manera constante con el objetivo de tener material nuevo para cada etapa a inocular en el campo. Las plantas indicadoras tardaban en manifestar el virus apróximadamente de 5-7 días.

D. Fase de inoculación en el campo

La inoculación de los tratamientos en las diferentes etapas fenológicas del cultivo se realizó de la misma forma que se hizo con las plantas indicadoras en el Laboratorio de Epidemiología de los virus con la excepción que la savia procedente de tejido enfermo se trasladó al campo en termos con hielo para evitar que el virus se inactivará.

E. Toma de datos y análisis estadísticos

Para la toma de datos se tomaron 3 plantas útiles por parcela, en cada repetición durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo. Se tomaron datos sobre los diferentes síntomas presentados por las plantas inoculadas.

Al momento de la cosecha se tomó el número de plantas cosechadas, el número de vainas cosechadas por planta, el número de semillas por vaina, así como el peso de 100 semillas ajustados a un 14% de humedad.

Los datos tomados durante las diferentes etapas de desarrollo del cultivo fueron sometidos a un análisis de varianza con transformación de Raíz cuadrada y prueba de rango múltiples SNK al 5%.

RESULTADOS

Durante el proceso de desarrollo fisiológico de las plantas inoculadas en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo con BYMV, se apreciaron claramente los síntomas en los diferentes momentos de inoculación y variedades. La sintomatología observada de forma general en las plantas fue arrugamiento de los trifolios, moteado, achaparramiento, puntos necróticos en las hojas, crecimiento retardado, aceleración de la floración, pústulas en las hojas, botones florales necróticos y deformación de las venas.

Las variedades Dor-364 presentó síntomas sistémicos a los 8-10 días de inoculadas la etapa V2, los síntomas observados fueron moteado, clorosis, claramiento entre las nervaduras, corrugamiento de los trifolios. Las plantas inoculadas en la etapa V3 presentaron síntomas como moteado, corrugamiento de los trifolios a los 13 días de inoculadas, las etapas V4 y R5 solamente presentaron un ligero moteado en los trifolios.

La variedad Rev-84 y Criolla-A-2343 en la etapa V2 presentaron síntomas locales a los 2 días de inoculadas, estos síntomas son puntos necróticos entre las nervaduras de las hojas, esta misma sintomatología se presentó en la etapa V3, V4 y R5 con

la diferencia que estos síntomas se presentaron a los 4-5 días de inoculadas las plantas.

La variedad Criolla-A-1923 manifestó síntomas sistémicos, siendo estos moteado, corrugamiento de los trifolios, clorosis, plantas totalmente achaparradas, amarillentas, aceleración de la floración, pústulas en las hojas, así como necrosamiento de los botones florales y aborto prematuro. Esta sintomatología se presentó en las diferentes etapas inoculadas, siendo más marcada en la etapa V2 y V3, las etapas V4 y R5 presentaron síntomas menos fuertes.

Al evaluar el número de vainas cosechadas por planta en las 4 variedades se encontró que el número de vainas cosechadas aumenta de un momento de inoculación a otro, o sea entre más tarde se inoculen las plantas con el virus el efecto es menor. Las variedades que produjeron un mayor número de vainas por planta fueron las variedades Rev-84, Dor-364, y La variedad Criolla-A-2343. La variedad Criolla-A-1923 presentó un menor rendimiento de vainas por planta, siendo la más afectada (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio de vainas cosechadas por planta.

MOMENTOS DE INOCUL.	VARIEDADES			
	DOR-364	REV-84	CR-A-2343	CR-A-1923
V2	9.73	12.06	12.53	1.33
V3	13.86	14.13	11.13	0
V4	14.26	17.06	11.66	5.04
R5	21.02	20.98	14.53	4.5
T	18.2	20.33	14.58	11.06

El promedio de vainas por planta al ser analizado estadísticamente muestra diferencias significativas entre momentos de inoculación y entre variedades. La interacción momentos de inoculación*variedades no fue significativo, indicando un comportamiento de los momentos de inoculación similar entre las variedades evaluadas (Tabla 1).

Tabla 1. Promedio de vainas cosechadas por planta.

F DE V	GL	CM	FC	ET
BLOQUE	2	5.25	7.11	3.25
VIRUS	4	3.55	4.28*	2.62
VAR	3	13.30	18.03*	2.85
VIRUS*VAR	12	0.63	0.87ns	2.02

Con un promedio general de 3.35 y un coeficiente de variación de 25.61%.

En el comportamiento de promedio de semillas por vaina se puede observar que todas las variedades son afectadas, encontrándose menor número de semillas en las plantas inoculadas en los diferentes momentos de inoculación con respecto al testigo, a excepción de la variedad Criolla-A-2343, donde se encontró mayor número de semillas en la etapa R5 inoculada con respecto al testigo. Cabe destacar además que la variedad Criolla-A-1923 fue la más afectada en este parámetro, siendo la variedad Dor-364 la que presentara mayores rendimientos de semillas por vaina. Se puede apreciar además que el número de semillas por vaina aumenta a medida que las plantas se inoculan más tarde (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio de semillas por vaina.

MOMENTOS DE INOCUL.	VARIETADES			
	DOR-364	REV-84	CR-A-2343	CR-A-1923
V2	3.22	2.96	2.69	1.73
V3	2.68	2.40	2.68	0
V4	3.97	3.72	2.57	2.2
R5	3.6	3.13	3.02	2.44
T	4.3	3.83	2.83	3.55

Al hacer un análisis estadístico de los promedios de semillas por vaina encontramos diferencias significativas entre los momentos de inoculación y entre variedades, pero en la interacción momentos de inoculación*variedades no se encontró diferencias significativas, indicando así un comportamiento similar entre ambas variables evaluadas (Tabla 2).

Tabla 2. ANDEVA de promedio de semillas por vaina.

F DE V	GL	CM	FC	FT
BLOQUE	2	.32	3.21	3.25
VIRUS	4	.54	5.37*	2.62
VAR	3	.70	6.96*	2.85
VIRUS*VAR	12	.12	1.25ne	2.02

Con un promedio general de 1.79 y un coeficiente de variación de 17.71%.

En la figura 1 y 2 se presenta el número de vainas cosechadas por planta, así como el número de semillas por vaina, en las cuales se puede observar la correspondencia que existe entre ambas variables. También podemos observar que la variedad Criolla-A-2343 presenta una mejor estabilidad en la producción

de vainas en las diferentes etapas inoculadas con respecto al testigo, presentando la variedad Criolla-A-1923 un comportamiento heterógeno en relación al testigo.

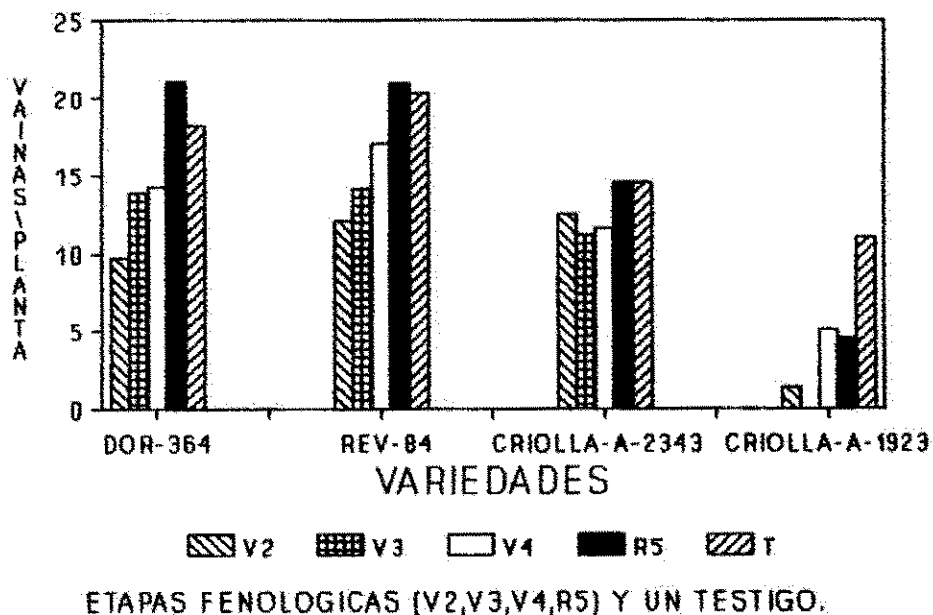


Figure 1. Promedio de vainas por planta.

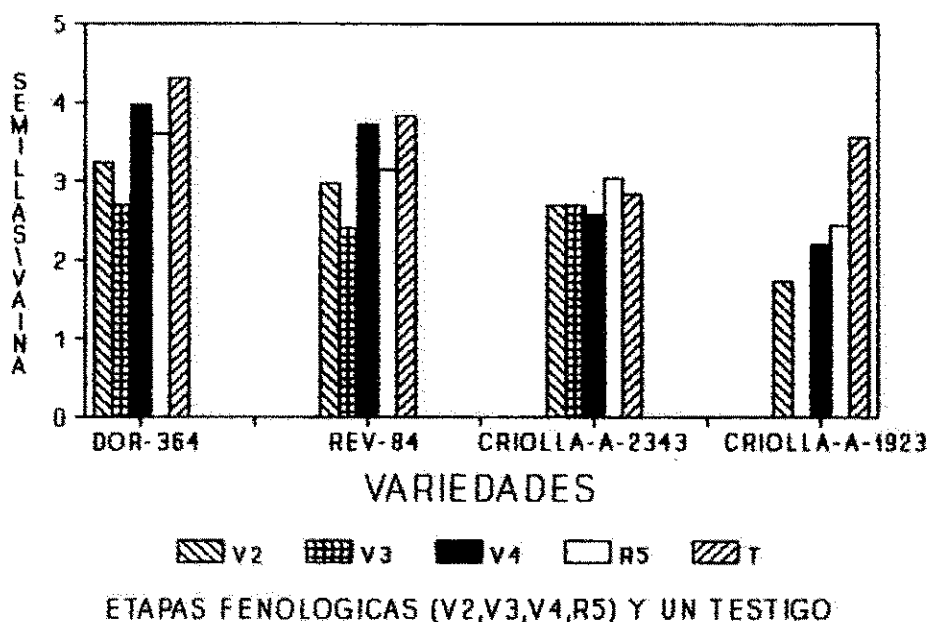


Figure 2. Promedio de semillas por vaina.

Al evaluar la variable rendimiento en gramos por planta de las variedades y los diferentes momentos de inoculación se refleja que la variedad Criolla-A-1923 tuvo un rendimiento en gramos por planta inferior al resto de variedades. Las variedades Dor-364 y Rev-84 presentan rendimientos similares en gramos por planta, seguido de la variedad Criolla-A-2343 que también presentaron buenos rendimientos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio de rendimientos en gramos por planta.

MOMENTOS DE INOCUL.	VARIEDADES			
	DOR-364	REV-84	CR-A-2343	CR-A-1923
V2	6.54	7.63	9.75	0.87
V3	8.55	11.19	7.35	0
V4	12.19	13.83	9.21	2.01
R5	16.93	16.04	12.69	2.18
T	19.06	16.23	12	7.40

Al realizar el análisis estadístico de los promedios de rendimientos en gramos por planta encontramos diferencias estadísticamente significativos entre momentos de inoculación y entre variedades, al comparar la interacción momentos de inoculación*variedades se encontró un comportamiento similar entre ambas variables estudiadas (Tabla 3)

Tabla 3. ANDEVA de promedio de rendimientos en gramos por planta.

F DE V	GL	CM	FC	FT
BLOQUE	2	6.64	8.25	3.25
VIRUS	4	3.89	5.05*	2.62
VAR	3	12.83	16.64*	2.85
VIRUS*VAR	12	0.41	0.53ns	2.02

Promedio general de 2.89 y un coeficiente de variación de 30.28%.

En la figura 3 se observa que la variedad Rev-84 presenta rendimientos en gramos por planta más diferenciado entre una etapa y otra, estabilizandose los rendimientos en la etapa R5 en relación al testigo, seguido de la variedad Dor-364 que también muestra un mayor aumento de un momento de inoculación a otro con la diferencia que el testigo tiene el más alto rendimiento.

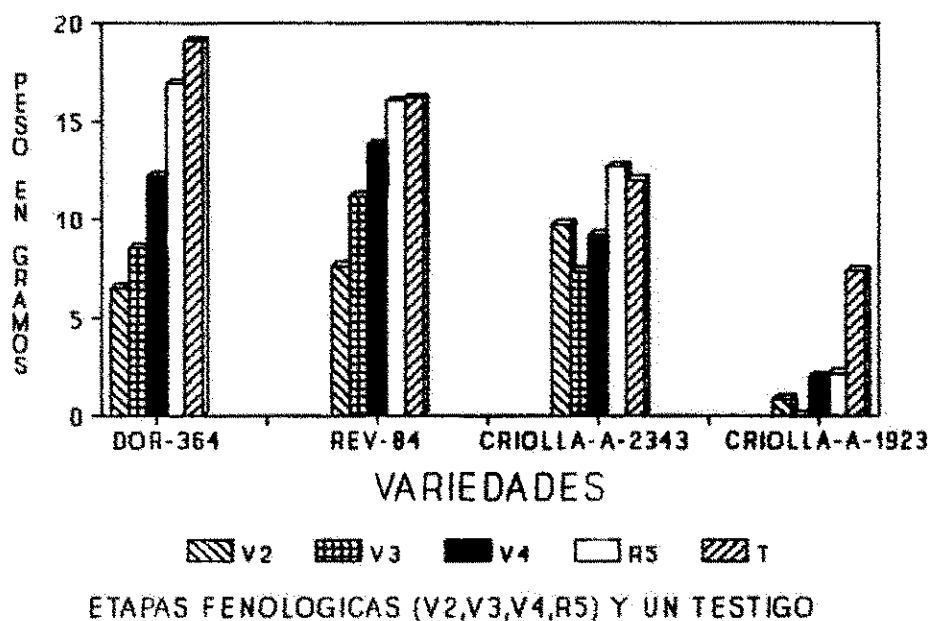


Figure 3. Promedio de rendimientos en gramos por planta.

En la prueba de rango múltiple de SNK al 5% para virus y variedad para las variables número de vainas por planta, número de semillas por vaina y gramos por planta se encontró al realizar las comparaciones de las medias con su respectivo testigo diferencias estadísticamente significativos para todas las variables evaluadas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de rango múltiple SNK al 5%, para los componentes de rendimientos.

VARIABLE	VIRUS	PROMEDIO	SNK
VAINAS	V3	2.79	a
	V2	2.80	a
	V4	3.39	ab
	R5	3.81	b
	T	3.95	b
	VARIEDAD		
	CR-A-1923	1.96	b
	CR-A-2343	3.59	a
	DOR-364	3.85	a
	REV-84	3.99	a
SEMILLAS\VAINA	VIRUS	PROMEDIO	SNK
	V3	1.46	b
	V2	1.73	a
	R5	1.86	a
	V4	1.88	a
	T	2.02	a
	VARIEDAD		
	CR-A-1923	1.49	b
	CR-A-2343	1.80	a
	REV-84	1.89	a
	DOR-364	1.99	a
GRAMOS\PLANTA	VIRUS	PROMEDIO	SNK
	V3	2.33	a
	V2	2.34	a
	V4	2.89	ab
	R5	3.31	b
	T	3.60	b
	VARIEDAD		
	CR-A-1923	1.52	b
	CR-A-2343	3.16	a
	DOR-364	3.40	a
	REV-84	3.49	a

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa, letras distintas indican que hay diferencia significativa.

Al estimar el porcentaje de daño ocasionados por el BYMV, comparando las diferentes variedades y momentos de inoculación con el testigo, se encontró que todas las variedades evaluadas sufrieron diferentes grados de reducción en cada uno de los componentes de rendimientos en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, observandose una mayor reducción en las etapas inoculadas más tempranas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Estimación porcentual de daño en relación al testigo.

VARIETADES	MOMENTOS DE INOC.	% VAINA\PTA	% SEMILLAS\VA	% GRAMOS\PTA
DOR-364	V2	46.53	25.12	65.68
	V3	23.85	37.67	55.14
	V4	21.65	7.67	36.04
	R5	+5.49	16.28	11.17
REV-84	V2	40.68	22.72	52.98
	V3	30.5	37.33	31.05
	V4	16.08	2.87	14.78
	R5	+3.19	18.28	1.17
CR-A-2343	V2	14.07	4.95	18.75
	V3	23.67	5.30	38.75
	V4	20.02	9.19	23.25
	R5	0.35	+6.71	0
CR-A-1923	V2	87.98	51.28	88.26
	V3	100	100	100
	V4	54.44	38.02	72.87
	R5	59.32	31.26	70.58

En la figura 4 se muestra la curva de daño en porcentaje causado por el virus del mosaico amarillo del frijol en las diferentes variedades evaluadas y etapas de inoculación.

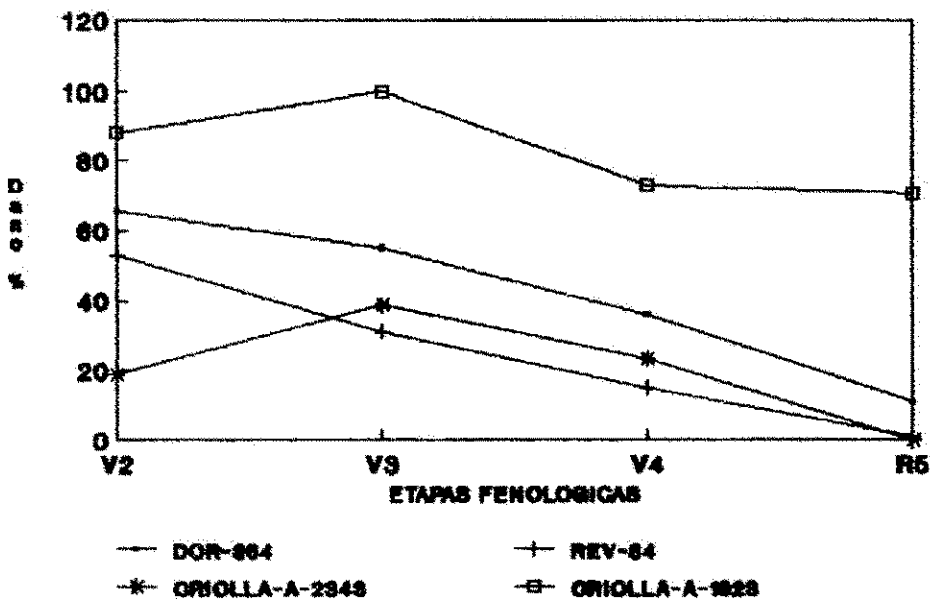


Figura 4. Porcentaje de daño causado por el BYDV en las diferentes etapas fenológicas en cuatro variedades de frijol común.

DISCUSION

Los síntomas observados en el experimento coinciden de forma general con la sintomatología descrita por Baéz y Gómez 1983, para la variedad Refugee Geen afectada por BYMV, en el cual los foliolos se rizan hacia abajo partiendo desde el peciolo. La superficie de los foliolos son suavemente irregulares y sobre ellos se desarrollan pequeñas manchas amarillas brillantes en el fondo verde oscuro. La dispersión gradual de la amarillez en la superficie hace que los foliolos se tornen más o menos cloróticos. En los estados tempranos hay una tendencia a que esta amarillez tome un aspecto brillante. Sobre la tercera y cuarta hoja trifoliada hay un moteado distintivo de áreas verde amarillo y verde oscuro, apreciándose un claro contraste. El rizado hacia abajo no es una característica constante del mosaico amarillo del frijol en los estados tardíos de desarrollo. Las plantas achaparradas a consecuencia de un acortamiento de los entrenudos y la proliferación de las ramas. La madurez es retardada y la producción de vainas grandemente reducidas. En ciertas variedades es un síntoma la presencia de necrosis en las hojas jóvenes, mientras que en otras hay una tendencia a la malformación. Gálvez 1980, reporta para el BYMV algunos síntomas que coinciden con los síntomas observados en las variedades estudiadas, los síntomas reportados son manchas cloróticas,

moteado verde y amarillo, raquitismo y necrosis. Esta sintomatología varía fundamentalmente de la raza del virus, la variedad de Phaseolus vulgaris L, edad de la planta y en algunos casos estan influenciados por el medio ambiente.

Según Castaño [1978] dice que en los hospedantes con lesiones locales, los síntomas generalmente aparecen entre 3-7 días o más días después de la inoculación y que el número de lesiones locales es proporcional a la concentración del virus en la savia. En hospedantes que se infectan sistémicamente los síntomas generalmente aparecen entre los 10-14 o más días después de la inoculación.

Gamez 1972a, reporta que en experimentos realizado en Costa Rica con BRMV en plantas indicadoras de Top crop, Bountifull, Senilac, Sure crop wax y Full measure, las plantas infectadas sistémicamente, manifestaron síntomas 6-8 días después de la inoculación en hojas trifoliadas y que las plantas que reaccionaron en forma local, las lesiones aparecieron en hojas cotiledonares entre 3-4 días después de la inoculación y fueron necróticas. Pinto Cortez 1981, también reporta que los síntomas locales se manifiestan entre 3-4 días en árboles frutales y las lesiones sistémicas de 2-3 semanas en plantas herbáceas. Los diferentes intervalos de tiempo en el cual se manifestaron los

síntomas de las plantas inoculadas con virus planteada por los estudiosos anteriormente mencionados coinciden de manera general con el tiempo en que se manifestaron los síntomas provocados por el virus del mosaico amarillo del frijol en las diferentes variedades evaluadas. La diferencia específica que existe en el intervalo de tiempo presentado por las etapas fenológicas se debe al tipo de virus con el que inoculamos las plantas, a la edad de las plantas en que fueron inoculadas y a las variedades específicas.

Los momentos de inoculación ejercieron influencia significativa en el promedio de vainas por planta en las variedades evaluadas, esto posiblemente se debió a las condiciones ambientales en que fueron inoculadas las plantas, a la edad en que fueron inoculadas las planta, a la virulencia del virus y a la susceptibilidad de las plantas a ese virus. Además las plantas infectadas con virus generalmente reducen el período fotosintético debido a la disminución en el contenido de clorófila, usualmente también reducen la cantidad de sustancias reguladoras del crecimiento en las plantas, así como muchos sistemas funcionales de la planta son afectados directa o indirectamente. Como resultado de las comparaciones de medias los momentos de inoculación V4 y R5 arrojaron ser estadísticamente iguales con respecto al testigo sin inocular y

superiores a los momentos de inoculación V2 y V3, esta diferencia estadística se atribuye a que en las plantas inoculadas más tempranamente el efecto del virus fue mayor y que en plantas inoculadas con mayor madurez fisiológica el virus causó un efecto menor o no hubo efecto significativo. Al hacer las comparaciones de las variedades evaluadas tenemos que las variedades Criolla-A-2343, Dor-364 y Rev-84 son estadísticamente iguales, pero superiores a la variedad Criolla-A-1923 según el SNK al 5%, lo que sugiere que las variedades mejoradas evaluadas y la Criolla-A-2343 son variedades más tolerantes al ataque del virus en las diferentes etapas fisiológicas y que la Criolla-A-1923 es una variedad susceptible al ataque del virus en todas sus etapas fisiológicas en que fue inoculada.

Según el análisis de varianza para rendimiento de semillas por vaina indica que los efectos de los momentos de inoculación sobre este parámetro en las diferentes variedades evaluadas son estadísticamente significativas tanto para momentos de inoculación como variedades, este efecto es consecuencia de la infección del virus en las plantas inoculadas en las diferentes etapas fisiológicas que al afectar la producción de vainas consecuentemente afecta la producción de semillas tanto en número como calidad de las mismas. Al realizar la comparación de medias SNK al 5% tanto para momentos de inoculación y variedades

encontramos que los momentos de inoculación V2, V4, R5 y testigo son iguales entre sí, pero diferente al momento de inoculación V3 lo cual nos indica que el momento de inoculación V3 fue el más afectado teóricamente en este caso, mientras que los demás momentos de inoculación fueron menos afectados por el grado de madurez fisiológica en que se encontraban las plantas al momento en que fueron infectadas por el virus. En el caso de las variedades tenemos que la variedad Criolla-A-1923 es inferior al resto de variedades evaluadas por el grado de susceptibilidad que presentó al virus en las diferentes etapas en que fue atacado. En relación al parámetro rendimiento gramos por planta la varianza nos sugiere que los momentos de inoculación ejercieron un efecto significativo sobre el rendimiento en las diferentes variedades evaluadas, esto de hecho es una consecuencia directa de la infección viral en las plantas inoculadas que al afectar tanto la producción de vainas como la cantidad de semilla por vaina viene a afectar directamente la cantidad de gramos producidos por las variedades en cada etapa fenológica. Al comparar los momentos de inoculación en las diferentes variedades tenemos que los momentos de inoculación V4, R5 y el testigo son iguales estadísticamente, pero diferente a los momentos de inoculación V2 y V3, esto se debió a que las plantas inoculadas más tempranamente son afectadas mayormente por el virus que las plantas inoculadas en etapas superiores indicando un

comportamiento superior las plantas inoculadas más tardíamente en cuanto a rendimiento en gramos por planta. Las variedades Criolla-A-2343, Dor-364 y Rev-84 son similares entre si lo cual nos indica que estas tres variedades son un poco más tolerantes al ataque del virus ya que sus rendimientos fueron menos afectados que los rendimientos de la variedad Criolla-A-1923.

Según los resultados agronómicos obtenidos en cuanto al número de vainas por planta estos fueron influenciados significativamente por los diferentes momentos de inoculación encontrando diferentes grados de reducción de los momentos de inoculación en las diferentes variedades estudiadas (Cuadro 6) Los porcentajes de reducción obtenidos para las diferentes variables de rendimiento de las variedades estudiadas en cada etapa fenológica nos muestra que a medida en que las plantas alcanzaron mayor madurez fisiológica el efecto del virus disminuye significativamente con respecto a las plantas inoculadas en etapas fenológicas más tempranamente. El promedio de reducción de vainas equivale a 33.69%, lo cual coincide con lo reportado por Hampton 1975, el cual reporta para el BYMV reducción de 33% en el número de vainas por planta y 41% en semilla para frijol rojo Mexicano, U. I. 34 y RM34 en plantas seleccionadas con síntomas tropicales del BRYMV y BCMV Para el BCMV reporta reducción en el número de vainas por planta entre.

el rango de 5-64% y 53-68% reducción en el número de semillas. Estos resultados coinciden con los presentados para nuestras variedades evaluadas de forma general con la reducción causada por el BYMV. También coinciden con los reportados por Gálvez 1980, el cual atribuye un 33% de reducción de vainas por planta y 41% de reducción de semillas causados por el BYMV en general.

Cabe señalar que en la etapa R5 de la variedad Dor-364 y Rev-84 se presentó un incremento en la producción de vainas de +5.49% y +3.19% con respecto al testigo (cuadro 2), esto no está correlacionado con el número de semillas producidas por vaina en esa etapa, debido a que se presentó una reducción del número de semillas de 16.28% y 18.28% con respecto al testigo (cuadro 6). Morales y Castaño 1985, reporta en plantas de frijol Diacol Calima infectadas con SBMV en condiciones de casa de malla menciona que el número de vainas por planta fue a menudo mayor en plantas infectadas sistemáticamente que en los testigos sin inocular y que un promedio de 17.4% de las vainas producidas por las plantas infectadas con SBMV no produjeron semillas, manifestando una reducción en el número y peso de semillas producidas por planta ($P=0.01$) significativamente de 47.5 y 56.3% respectivamente. Aunque Morales y Castaño no mencionan las causas específicas sobre el aumento de vainas por planta en

Diacol Calima, ni tampoco se encuentra reportada en otra literatura este fenómeno, en nuestro caso se lo atribuimos a un posible efecto del virus sobre la producción de vainas de tamaño pequeño con la formación de muy pocas semillas o ausencia total de las mismas cuando el virus ataca en la etapa de prefloración. La ausencia de correlación entre el número de vainas por planta y el número de semillas por vaina se debe a que cierta cantidad de vainas producidas en la etapa R5 no produjeron semillas en el experimento realizado en nuestras condiciones y aunque no se contabilizó exactamente el porcentaje de vainas sin semillas estamos seguros que a eso se debe la reducción del número de semillas por vainas presentados por la variedad DOr-364 y Rev-84 en la etapa R5, lo cual de una u otra forma coincide con lo reportado por Morales y Castaño 1985.

Caso contrario ocurrió con la variedad Criolla-A-2343 la cual en la etapa R5 presentó 0.35% de reducción de vainas, pero con un incremento de +6.71% de semillas por vaina con respecto al testigo (cuadro 6), lo cual se cree que el efecto del virus sobre la formación de semillas por vaina no se ve afectada en esta variedad. En la etapa V2 esta variedad presentó 4.95% de reducción de semillas por vaina, en la etapa V3 5.30%, en la etapa V4 9.19% con respecto al testigo (cuadro 6), demostrando esta variedad una mejor correlación entre el número de vainas por

planta y número de semillas por vaina. La variedad Criolla-A-1923 resultó ser la más afectada tanto en el número de vainas por planta como el número de semillas por vaina (cuadro 6), esta reducción se debió al efecto del virus sobre la formación de vainas y consecuentemente sobre la formación de semillas a excepción de la etapa V3 de la variedad CR-A-1923 la cual se perdió por ataque de hongo. A continuación describimos algunos datos sobre daños causados por otros virus a cultivares de frijol. Robert Hall 1991, reporta para el BCMV reducción de rendimiento que puede ser según muchas veces un 80%. También reporta pérdidas para el BGMV de 100% de rendimiento cuando la infección ocurre en etapas tempranas y que las dimensiones de las pérdidas en el campo es relativo al tiempo y eficiencia de la transmisión de la mosca blanca, cuando la infección ocurre cerca de tres semanas de plantación las pérdidas pueden ser de 50% o más alto y si ocurre después de 5 semanas las pérdidas pueden ser menor o menos a de 25%, estos datos reportados de pérdidas en los rendimientos para estos virus no coinciden con los resultados obtenidos en el experimento debido a que se trata de virus diferente al nuestro y evaluadas bajo otras condiciones y en distintas variedades a las nuestras. Costa y Cupertino 1976, reporta disminución del peso total de semillas debido al BGMV fue mayor en plantas inoculadas a los 15 días (85%) que en las inoculadas a los 30 días (48%), y la reducción en el número de

semillas fue de 75 y 0% respectivamente. Este ensayo se realizó con la variedad Rico 23 en condiciones de invernadero en la universidad de Brasilia. De manera general podemos decir que hay cierta relación entre el grado de reducción causado por el BGMV y la reducción causada por el BYMV en el peso total de las semillas en las variedades estudiadas. El Centro Internacional de Agricultura Tropical 1985, reporta reducciones en el número y peso total de las semillas de 47.5 y 56.3% respectivamente ($P=0.01$) para la variedad tipo Calima inoculadas con BSMV a los 10 días después de siembra bajo condiciones de invernadero. Almeida y Pereira 1984, reporta reducción en el rendimiento promedio de 73 y 43% para infecciones tempranas y tardía causadas por el BGMV en Brasil en ensayo de campo en 12 Cv de frijol.

Otro aspecto importante a discutir en este trabajo es sobre la determinación del período crítico para proteger al cultivo del ataque de los virus. Desde el punto de vista de los resultados obtenidos en el ensayo, las variedades mejoradas difieren de las variedades criollas en cuanto al período crítico. Según las prueba de rango múltiple SNK al 5% realizada a la variable rendimiento en gramos por planta nos sugiere que las variedades evaluadas deben protegerse en general hasta la etapa V4 (tercer trifolio). De manera específica a cada variedad se le determinó el período crítico tomando como marco de referencia la reducción

de los rendimientos en gramos por planta para cada variedad y etapa fenológica causado por el BYMV. En base a eso se determinó que las variedades Criollas-A-2343 y Rev-84 necesitan un periodo de protección hasta la etapa V2, ya que ambas variedades presentan daño similar. La variedad Dor-364 un periodo de protección hasta la etapa V3 y la variedad Criolla-A-1923 se le determinó un periodo de protección hasta finales de la etapa V4, debido a que dicha variedad resultó altamente susceptible a la infección del BYMV, teniendo aún en la etapa R5 una reducción de rendimiento de 70.59%. Hasta la fecha no se han realizado estudios sobre el periodo crítico de las principales variedades de frijol que se cultivan en la región al ataque del mosaico amarillo del frijol.

CONCLUSIONES

Tanto las variedades mejoradas como las variedades criollas evaluadas resultaron susceptibles al ataque del BYMV con diferentes grados de susceptibilidad.

Las variedades Rev-84 y Criolla-A-2343 presentaron síntomas locales en forma de puntos necróticos, los cuales permitieron un desarrollo bastante normal de las plantas, mientras que la variedad Dor-364 presentó síntomas sistémicos, pero menos marcado que la variedad Criolla-A-1923.

La variedad más susceptible a la infección causada por el BYMV fue la variedad Criolla-A-1923. Las etapas V2 y V3 mostraron los síntomas más severos de la enfermedad y el mayor porcentaje de reducción de los rendimientos en relación al testigo.

Se determinó el período crítico para las diferentes variedades, llegando a concluir que existen diferentes períodos críticos específicos para cada variedad evaluada, correspondiendo a las variedades Criolla-A-2343 y Rev-84 un período de protección hasta la etapa V2, a la variedad Dor-364 hasta la etapa V3 y a la variedad Criolla-A-1923 hasta finales de la etapa V4.

RECOMENDACIONES

Emprender investigaciones que con lleven a la búsqueda de genotipos de frijol tolerantes al ataque del virus del mosaico amarillo del frijol.

Determinar el período crítico para las principales variedades de frijol que se cultivan en la región al ataque del virus del mosaico amarillo del frijol.

Proteger a la variedades Criollas-A-2343 y Rev-84 hasta la etapa V2, la variedad Dor-364 hasta la etapa V3 y la variedad Criolla-A-1923 hasta finales de la etapa V4 con prácticas culturales.

Dar un distanciamiento de por lo menos 50cm entre planta para facilitar la toma de datos durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo y la cosecha del mismo.

Hacer desinfección de suelo con productos fungicidas para reducir el ataque de hongos al cultivo.

BIBLIOGRAFIA

- ABAWI, G.S. et.al. 1991. Compendium of bean diseases. Robert Hall (ed), Aps Press. St. Paul, Minn. 46p.
- ALMEIDA L, D.A De.; PEREIRA, J.C.N.A.; RONZELLI, P.Jr.; COSTA, A.S. 1984. Avaliação de perdas causadas pelo mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L) em condições de campo. *Fitopatologia Brasileira*, 9(2):213-219.
Tomado de: Resúmenes analíticos sobre frijol (Colombia) 11:p103.
- ANDERSON, F.K. 1991. Epidemiology of insect-transmitted plant pathogens. Tesis doctoral, Harvard University, Boston, U.S.A. 304p
- BAEZ E, M.; GOMEZ P, J. 1983. Manual de virología general. Ministerio de educación superior, la Habana, Cuba. 123p.
- CASTANO, Z. [1978]. Principios básicos de fitopatología. Tegucigalpa, Honduras, escuela agrícola panamericana el Zamorano. 263-267p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1992. Guía tecnológica para la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). Managua, Nic. 2p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1985. Informe anual. 1984. Cali, Colombia. 55p.
- COSTA, C.L.; CUPERTINO, F.P.A. 1976. Avaliação das perdas na produção do feijoeiro causadas pelo virus do mosaico dourado. *Fitopatologia Brasileira*:1:18-25.
Tomado de: Resúmenes Analíticos sobre Frijol (Serie H-S32) (Colombia) 2:p.246.
- FERNANDEZ V, M.V. 1969. Introducción a la fitopatología. 3a ed. Buenos Aires, Arg, INTA. Pte 7, VI. p623-626.
- FUENTES, L.A.; P.K. ANDERSON. 1990. First report of southern bean mosaic virus in Nicaragua. *Plant disease an international journal of applied plant pathology*. St. Paul, Min, The american phytopathological society. V74(11):938.

- GALVEZ, G.E. Virus transmitido por áfidos. In Schwartz, H.F. and GALVEZ, G.C. eds. Problemas de producción de frijol, enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. P211-238. Tomado de: Resúmenes analíticos sobre frijol (Colombia)5: P148.
- GAMEZ, R. 1972a. Los virus del frijol en Centro américa.II. Algunas propiedades y transmisión por crisomélidos del virus del mosaico rugoso del frijol. Turrialba (Costa Rica) 22(3):249-256.
- GAMEZ, R. 1972b. Some properties and beetle transmission of bean yellow stipple virus. *Phytopathology* 62:759.
- GAMEZ, R. 1973. Los virus del frijol en Centroamérica.III. Razas del virus del mosaico común del frijol de El Salvador y Nicaragua. Turrialba (Costa Rica) 22(4):475-476.
- GILBERTSON, R.L.; S.H. HIDAYAT; MARTINEZ, R.T.; LEONG, S.A.; FARIA, J.C.; MORALES, F.; MAXWELL, D.F. 1991. Differentiation of bean-infecting geminiviruses by nucleic acid hybridization probes and aspects of bean golden mosaic in Brazil. *Plant disease (U.S.A.)* 75(4):336-342.
- HAMPTON, R.O. 1975. The nature of bean yellow and bean common mosaic viruses. *Phytopathology an international journal (U.S.A)* 65(12):1342-1346.
- HOBBS, H.A. 1981. Transmission of bean curly dwarf mosaic virus and bean mild mosaic virus by beetles in Costa Rica. *Plant diseases (U.S.A)* 65(6):491-492.
- LAGUNA M, R. 1989. Efecto de tratamiento de semillas sobre la incidencia de tizón común (*Xanthomonas campestris* p.v. *Phaseoli*) en frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, ISCA, ESAVE. 24p.
- MEINERS, J.P.; WATERWORTH, H.E.; LAWSON, R.H.; SMITH, F.F. 1977. Curly dwarf mosaic disease of beans from El Salvador. *Phytopathology (U.S.A)* 67(2):163-168.

- MEINERS, J.P.; WATERWORTH, H.E.; LAWSON, R.H.; SMITH, F.F. 1977. Curly dwarf mosaic disease of beans from El Salvador. *Phytopathology* (U.S.A) 67(2):163-168.
- MILLER, P.R.; POLLARD, H.L. 1977. Multilingual compendium of plant disease: Virus and Nematodes. St. Paul, Minn, The American phytopathological society. V2. p83.
- MORALES, F.J.; CASTANO, M. 1985. Effect of a colombian isolate of bean southern mosaic virus on selected yields components of *Phaseolus vulgaris*. *Plant disease* (U.S.A.) 69(9):803-804.
- MORALES, F. 1986. Viruses diseases of bean in the Tropics. *Rev. Trop. Pl. Paht* (U.S.A.) 3:405-419.
- MORENO, R.; GAMEZ, R.; GONZALEZ, C.L. 1968. El virus del mosaico común del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Turrialba (Costa Rica) 18:257-263.
- PINTO C, B. 1981. *Virología agrícola*. Chapingo México Universidad Autónoma Chapingo. 175p.
- TAPIA, B.H.; CAMACHO H,A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. Alemania, Eschorn, GTZ. 35-83p.
- WATERWORTH, H.E.; MEINERS, J.P.; LAWSON, R.H.; SMITH. 1977. Purification and properties of a virus from El Salvador that causes mild mosaic in bean cultivares. *Phytopathology* (U.S.A.) 67(2):169-173.
- ZADOCKS, J.C. 1987. The concept of tresholds warnings, action and damage tresholds, En: P.S. Teng. ed, *Crop loss assesment and fest management*. St. Faul, Minn. 168-175p.