

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

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

**AUTOR: CARMEN ELIZABETH PORTILLO PORTILLO
ASESOR: ING. ALDO ROJAS SOLIS**

MANAGUA, DICIEMBRE 1993

DEDICATORIA

- A mis hijos : Gustavo, Piero y Marcelo.
A mi esposo : Martín.
A mis Padres : Gustavo Portillo y Blanca de Portillo,
a mis hermanos, y de manera muy especial
a Conchita: mi suegra.

AGRADECIMIENTO

Manifiesto mi agradecimiento a la Dirección de la Escuela de Sanidad Vegetal por haber facilitado el uso del equipo de computación y por haber brindado la asesoría; de manera especial a mi asesor Ing. Aldo Rojas , a la Dra. Pamela Anderson y a todas aquellas personas que de manera directa e indirecta contribuyeron a la realización de éste trabajo.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCION	1
1.1 Importancia	2
1.2 Justificación y objetivos	3
II. MATERIALES Y METODOS	4
2.1 Reproducción del virus	5
2.2 Justificación de variedades	6
2.3 Establecimiento del cultivo	7
2.3.1 Preparación del suelo	8
2.4 Labores de manejo	10
2.4.1 Fertilización	10
2.4.2 Riego	10
2.4.3 Control de plagas y enfermedades	10
2.4.4 Control de malezas	11
2.4.5 Condiciones ambientales	12
2.5 Inoculación y efectividad del virus	12
2.6 Toma de datos	13
2.7 Análisis estadísticos	14
III. RESULTADOS	15
3.1 Efecto del virus sobre las plantas	15
3.2 Efecto del virus sobre el rendimiento	17
3.3 Efecto de daño del virus	23
3.4 Determinación del período crítico	26
IV. DISCUSION	27
V. CONCLUSIONES	34
VI. RECOMENDACIONES	35
VII. BIBLIOGRAFIA	36
VIII. ANEXOS	39

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

<u>Figuras</u>	Página
Figura 1. Plano de campo	9
Figura 2. Promedio del número de vainas por planta	21
Figura 3. Promedio del número de semillas por vainas	22
Figura 4. Peso promedio en gramos por planta	23
Figura 5. % de daño causado por el BCMV en 4 variedades variedades de frijol común	25
 <u>Cuadros</u>	
Cuadro 1. Virus identificados del frijol en Centro América.	4
Cuadro 2. Variedades de frijol común evaluadas para la determinación de daño y período crítico del BCMV.	7
Cuadro 3. Condiciones climáticas de la zona de estudio durante el período de estudio (Sept-Dic.1992)	12
Cuadro 4. Reacción de las variedades de frijol común al BCMV inoculadas en diferentes etapas del cultivo.	16
Cuadro 5a. Lista de variables que fueron sometidas a prueba de "F" <u>0.05-GL-38</u>	17
Cuadro 5b. Comparaciones múltiples de medias usando SNK.	18
Cuadro 6. Resultados de promedios de las variables de rendimiento.	20
Cuadro 7. Resultados de daño causados por el BCMV en variedades de frijol común.	24

RESUMEN

Este ensayo experimental se realizó en época de postrera de 1992, en los terrenos del vivero de la Universidad Nacional Agraria, con el objetivo de determinar el daño causado por el virus del mosaico común del frijol BCMV y determinar el período crítico necesario para proteger el cultivo. Las variedades que se utilizaron durante la investigación fueron DOR-364, REV-84, (Variedades mejoradas) CA-2343 y CA-1923 (Variedades criollas). La metodología usada fue inocular el virus mecánicamente, realizada en 4 momentos (Etapas fenológicas V2, V3, V4, R5), y un testigo sin inocular. Se realizaron observaciones de sintomatología desde la primera inoculación hasta la etapa de maduración fisiológica del cultivo. A partir de la cosecha se tomaron datos del número de vainas por planta, número de semillas por vainas y el peso de semillas por planta (gramos). Los resultados indican que la inoculación del BCMV efectuada en las diferentes etapas influye sobre el daño en las plantas. Las plantas que fueron inoculadas en la primera etapa mostraron daños más severos y aquellas que se inocularon en la etapa R5 con daños menos severos. La variedad DOR-364 presentó daños por 7.5-36.1%, la variedad REV-84 de 6-37.5% , la variedad CA-2343 de 8-35.1% y la variedad CA-1923 resultó con daños más severos siendo de 48.9-97.4% . En relación al período crítico las variedades DOR-364, REV-84 y CA-2343, el tiempo de protección requerido para reducir el daño fue de 13 días (ETAPA V3) y para la variedad CA-1923 de 25 días (ETAPAS V2-R5).

I INTRODUCCIÓN.

En Nicaragua el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es considerado de vital importancia dado los niveles de consumo de este producto por parte de la población. Se ha ubicado después del maíz el principal alimento básico ya que constituye la fuente de proteínas de mayor importancia en la dieta nicaragüense. Las semillas del frijol contienen 22.3% de proteínas, 7.9% en hierro y 2.2% en vitamina B . El consumo percapita de frijol en Nicaragua se estima en 50 g/día. (MAG 1992).

El frijol se cultiva en todo el territorio nacional a alturas que fluctúan entre 50 y 1500 msnm, y sobre condiciones variables de lluvia . El area destinada para la producción de frijol en los últimos años ha sido inestable, fluctuando entre 58,350 y 104,821 ha y los rendimientos han permanecido bajos variando entre 317,52 a 544.32 kg/ha (MAG 1992).

La producción de frijol esta limitada por daños causados por enfermedades fungosas, enfermedades de origen bacterial y las ocasionadas por los virus. En Centro América se han identificado ocho virus infectando al frijol (cuadro 1). De estos se han identificado en Nicaragua al virus del mosaico común del frijol (BCMV) (Gómez 1973), virus del mosaico amarillo del frijol

(BYMV) (A,Rojas, datos no pub.,1991), virus del mosaico sureño del frijol (SBMV) (Fuentes & Anderson 1990), y el virus del mosaico dorado del frijol (BGMV II) (D. Maxwell, datos no pub.,1992).

De los virus que afectan al frijol, el BCMV está considerado uno de los factores limitantes en la producción (Gálvez 1980). Ensayos realizados en Colombia y México reflejan el daño ocasionado por el BCMV. En Colombia se realizó un ensayo en el campo, en el cual evaluaron dos variedades susceptibles y dos variedades tolerantes al virus (Gálvez & Cárdenas 1974). Ambas fueron inoculadas con el BCMV con intervalos de ocho días después de germinación. Las plantas inoculadas en las primeras semanas resultaron más dañadas. Para el caso de las variedades susceptibles el daño fue bien significativo y para las variedades tolerantes el daño fue menos severo. En México en experimento de invernadero, usando el cultivar pinto-III y la cepa del virus YV-I los daños ocasionados por el BCMV fueron de gran significancia, (Jimenes & Nelson 1986). Con la cepa del virus NY-15 el daño fue menos severo , En nicaragua no se conoce el daño ocasionado por el virus del mosaico común.

El daño causado por el mosaico común depende de la patogenicidad de la cepa del virus, la edad de la planta al momento de la infección y de la susceptibilidad de la variedad.

En Nicaragua se han colectado aproximadamente 350 variedades criollas de frijol común. Aunque las variedades son reportadas ser susceptibles a los virus , incluyendo al BCMV, ellas representan un germoplasma de mucho valor para el mejoramiento de variedades. A partir de 1942 se da inicio al mejoramiento de variedades dando como resultado 18 variedades mejoradas, 10 rojas y 8 negras. (Tapia & Camacho 1988).

El presente trabajo tiene como objetivos a) determinar el daño causado por el mosaico común en cuatro variedades de frijol Dor-364, Rev-84, CA-2343 y CA-1923. y b) determinar el período crítico necesario para proteger al cultivo Para fines de ese estudio se define daño como cualquier reducción en cantidad y/o calidad de rendimiento (Zadoks 1987) y período crítico es el tiempo (en días) requerido para reducir el daño causado por la infección hasta un nivel aceptable (Anderson 1991).

CUADRO 1 . VIRUS IDENTIFICADOS DEL FRIJOL EN CENTRO AMERICA

VIRUS	DISTRIBUCIÓN	REFERENCIA
Virus del mosaico común del frijol (BCMV)	Guatemala Honduras El Salvador Nicaragua Costa Rica	Gálvez et al. 1977 Gálvez et al. 1977 Gámez 1973 Gámez 1973 Moreno et al. 1968
Virus del mosaico suave del frijol (BMMV)	El Salvador Costa Rica Nicaragua	Waterwrth et al. 1977 Hobbs 1981 Gálvez 1973
Virus del mosaico rugoso del frijol (BBMV).	El Salvador Costa Rica	Gámez et al. 1977 Gámez 1972a
Virus del moteado clorótico del frijol (CCMV)	Costa Rica	Gámez 1972b
Virus del mosaico sureño del frijol (SBMV)	Costa Rica Nicaragua	Gámez 1977 Fuentes & Anderson 1990.
Virus del mosaico del arveja (QPMV)	El Salvador Costa Rica	Meiners et al. 1977 Hobbs 1981
Virus del mosaico dorado del frijol (BGMV-II)	Guatemala Nicaragua	Gilbertson et al. 1991 Maswell datos no pub. 1992.
Virus del mosaico amarillo del frijol (BYMV)	Nicaragua	Rojas datos no pub. 1991.

azaII. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Reproducción del virus

El material enfermo para la reproducción del virus fue colectado en zonas frijoleras de Nicaragua, y posteriormente se realizó el aislamiento del virus en el Department of plant protection and forestry sweden de Suecia, por el Ing. Aldo Rojas.

Para efecto de reproducción del virus se utilizaron plantas reproductivas de la variedad *Phaseolus vulgaris* cv **Bonita** . Las plantas fueron sembradas en bandejas en el Invernadero de la UNA. Cuando las hojas primarias estaban casi totalmente expandidas (6DDS) fueron trasplantadas en maceteras y trasladadas al laboratorio de Epidemiología de los virus efectuando la inoculación del virus. Para éste propósito se uso material enfermo procedente del aislamiento, el cual fue triturado en mortero y posteriormente fue frotado con el dedo índice sobre la superficie de las hojas previamente espolvoreadas con caraborundum (600 mesh). Después de la inoculación las plantas fueron lavadas con agua corriente. Los síntomas aparecieron 6 días después de la inoculación y 10 días después era colectado el material enfermo seleccionando los trifolios tiernos, para ser utilizado en la fase de campo.

Este procedimiento de reproducción del virus se realizó para cada una de las etapas de inoculación con el propósito de contar siempre con material nuevo.

2.2 Justificación de variedades.

Para la realización de éste trabajo fueron utilizadas 2 variedades mejoradas y 2 variedades criollas de frijol común (cuadro 3). Las variedades mejoradas fueron obtenidas por el Programa Nacional del frijol. La variedad DOR-364 presenta resistencia al BGMV, pero no hay estudios realizados acerca de resistencia al BCMV, razón por la cual fue evaluada. La variedad REV-84, muestra cualidades agronómicas excelentes y resistencia múltiple (Tapia & Camacho 1988) y fue evaluada dada a la gran aceptación por parte de los productores. En relación a las variedades criollas CA-2343 y CA1923, fueron facilitadas por el programa de Recursos Genéticos (REGEN) Estas variedades todavía no han sido caracterizadas por el programa.

CUADRO 2. VARIEDADES DE FRIJOL COMÚN EVALUADAS PARA LA DETERMINACIÓN DE DAÑO DEL BCNV.

VARIEDAD	ORIGEN	LOCALIDAD	NOMBRE LOCAL	No. DE FICHA	COLOR
MEJORADAS					
DOR-364	GUATEMALA	-	-	-	ROJO
REV-84	CIAT	-	-	-	OSCURO ROJO
CRIOLLAS					
CA-2343	-	RIVAS	TICO	2446	ROJO
CA-1923	-	ESTELI	CUARENTENO	2442	ROJO

2.3 Establecimiento del cultivo.

El trabajo de campo fue realizado en época de postrera (Septiembre-Diciembre 1992), en los terrenos del vivero de la universidad Nacional Agraria, ubicado en el km 12.5 carretera norte, Managua a una altitud de 56 msnm. La temperatura promedio máxima es de 30.8°C, y mínima de 22.5°C. La precipitación registrada es de 858 mm anual, con una humedad promedio de 80.5%, siendo el tipo de suelo franco arcilloso (Laguna 1988).

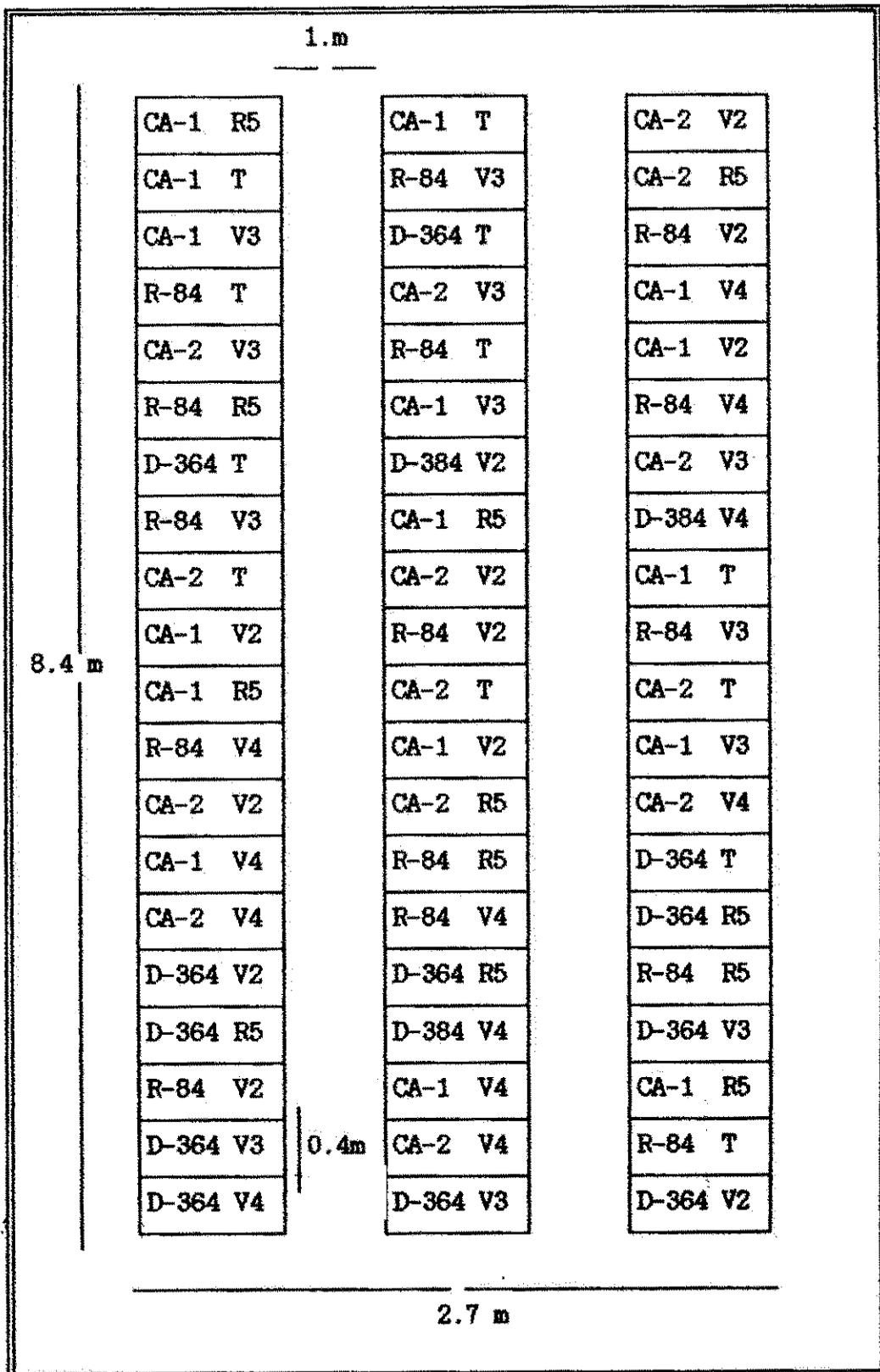
Se utilizó un BCA con tres repeticiones y 20 tratamientos (Fig.1). Cada unidad experimental (60 en total) consistió de 10 plantas (5 a inocular) con distancias de 0.4 m entre surco y 0.3m entre planta. El área utilizada fue de 84.8 m. La

inoculación del virus fue realizada en la etapa fenológica V2.V3,V4 y R5 (Tapia & Camacho 1988) con un testigo sin inocular.

2.3.1 Preparación del suelo.

La preparación del suelo consistió en las labores fundamentales del cultivo, chapoda, dos pases de grada, realizado con ; intervalos de 3 días, con el objetivo de voltear el suelo y dejar al descubierto las plagas del suelo. Luego se realizo un pase de arado con profundidad de 30 cm y posteriormente se realizo la cuadrícula del terreno para sembrar las diferentes variedades.

FLANO DE CAMPO



2.4 Labores de manejo

2.4.1 Fertilización

La aplicación del fertilizante se realizó al momento de la siembra, utilizando NPK (18-46-0) a razón de 12.83 g por tratamiento.

2.4.2 Riego

Dado que la plantación del ensayo coincidió con la época lluviosa del año, en las primeras etapas del frijol no hubo necesidad de aplicar riego. Es a partir de la etapa R5 que se implementó el riego por gravedad. La frecuencia con que este se aplicó fue cada 8 días, suspendiéndose 15 días antes de cosecha.

2.4.3. Control de plagas y enfermedades

A partir de la etapa V2 hubo ataque de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (Genn.) y de áfidos. Para efecto de control se hizo uso de trampas amarillas fabricadas artesanalmente, dando excelentes resultados. También se hicieron aplicaciones de Endosulfan + Bifentrin, para garantizar que

el cultivo quedara libre de insectos ya que estos se comportan como vectores de virus. La dosis fue de 2.5cc/por litro de agua + 1.25cc/por litro de agua respectivamente suspendiéndose las aplicaciones en la etapa R5. (floración)

En las primeras etapas no hubo problemas de enfermedades. Sin embargo en la etapa R5 el cultivo resultó dañado por el ataque de hongos, causando la enfermedad conocida como pudrición radicular ocasionada por *Rhizoctonia*, además hubo presencia de *Fusarium* y *Macrophomina phaseolina*. Aunque hubo daño y muerte a varias plantas se logró controlar la enfermedad realizando aplicaciones de Benomyl + Mancozeb con dosis de 1.5 g/por litro de agua + 1.0g/por litro de agua respectivamente, con intervalos de ocho días.

2.4.4 Control de malezas.

Este se realizó cuando la plantación tenía dos semanas de germinación, lo que corresponde a la etapa V3. La limpia se efectuó manualmente .

2.4.5 Condiciones ambientales.

En cuanto a las condiciones ambientales de la zona se hicieron registros de promedio de lluvia y temperatura.

CUADRO 2. CONDICIONES CLIMATICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO DURANTE EL PERÍODO DE ESTUDIO (SEPT-DIC. 1992)

MESES	TEMPERATURA* MÁXIMA	TEMPERATURA* MÍNIMA	PRECIPITACIÓN TOTAL m.**
Octubre	32.4	22.4	27.5
Noviembre	32.8	22.7	1.3
Diciembre	32.6	21.4	5.3

FUENTE: Estación meteorológica del aeropuerto A.C.S

* Promedio durante el mes en base a observaciones diarias.

** Acumulada durante el mes.

2.5 Inoculación y efectividad del virus.

El virus fue transmitido de forma mecánica, utilizando el material de las plantas reproductivas. El inóculo fue preparado macerando en un mortero 1 g. de tejido enfermo con 2ml. de buffer(ph 7). La inoculación del virus se realizó en horas tempranas (6-8 am), el material fue trasladado al campo en termos para proteger el inóculo, el cuál se aplicaba con carborundum (600 mesh) previamente espolvoreado en las hojas seleccionadas para cada etapa vegetativa del

cultivo. En el caso de la etapa V2 se aplicó en las hojas primarias, en la etapa V3 el primer trifolio, en V4 la tercera hoja trifoliada y en R5 se aplicó en el trifolio mas joven.

Con el fin de comprobar la efectividad del virus (tejido enfermo) fueron cultivadas plantas indicadoras de *Phaseolus vulgaris* CA-1936, realizando el mismo procedimiento de las plantas reproductivas, con la diferencia que éstas plantas eran inoculadas con el mismo inóculo que se utilizaba en el campo. Este procedimiento fue repetido en los cuatro momentos de inoculación. Los síntomas mostrados por ésta variedad aparecieron 2 días después de inoculadas, reflejando manchas necróticas bien definidas en los puntos de entrada.

2.6 Toma de datos.

Para poder evaluar el daño ocasionado por el virus inoculado en las diferentes etapas del frijol y además para determinar el tiempo requerido para reducir el daño, se dio seguimiento al cultivo desde la siembra hasta la maduración

fisiológica del cultivo. La toma de datos se realizó a partir de las observaciones previas realizadas en las etapas de inoculación específicamente sintomatología, y a partir de la cosecha se contemplo la toma de datos del número de vainas por planta, número de semillas por vaina y el total de gramos por planta.

2.7 Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de varianza, para las variables: número de vainas por planta, número de semillas por vaina y gramos por planta. Además se realizó comparaciones múltiples de medias, usando SNK.

III. RESULTADOS

3.1 Efecto del virus sobre las plantas.

Los síntomas ocasionados por el BCMV se presentaron en dos momentos. El primero fue observado dos días después de inoculación (DDI), mostrando las hojas, pequeñas lesiones necróticas solo a nivel de los puntos de entrada (síntomas locales). Estos síntomas solo se presentaron en las variedades REV-84 Y CA-2343 . El segundo síntoma fue observado a los ocho y diez DDI, reflejando las plantas síntomas más evidentes sobre el follaje, siendo una coloración verde claro y amarillo distribuido irregularmente sobre la hoja, típico mosaico (síntomas sistémicos), éstos síntomas fueron comunes para las cuatro variedades. (Cuadro 4)

**CUADRO 4 . REACCIÓN DE LAS VARIETADES DE FRIJOL COMÚN AL BCMV
INOCULADAS EN DIFERENTES MOMENTOS DE INOCULACIÓN.**

VARIETADES	SINTOMATOLOGIA			
	V2	V3	V4	R5
DOR-364	Ss, Dh, Dv, Dg.	Ss, Dh, Dv.	Ss	Ss
REV-84	Sl, Ss, Dh, Dv, Dg.	Sl, Ss, Dh, Dv.	Sl, Ss	Sl, Ss.
CA-2343	Sl, Ss, Dh, Dv.	Sl, Ss, Dh, Dv.	Sl, Ss, Dh.	Sl, Ss.
CA-1923	Ss, Dh, Dv, Dg, E, Af.	Ss, Dh, Dv, Dg, E, Af.	Ss, Dh, Dv.	Ss, Dh, Dv.

Ss= síntomas sistémicos
 Dh= deformación de hojas
 Dg= deformación de granos
 Af= aborción de flores.

Sl= síntomas locales
 Dv= deformación de vainas
 E= enanismo

Posteriormente las plantas mostraron malformaciones en hojas, siendo mas angostas y mas largas que las normales, en la nervadura principal se observó un color verde oscuro y los bordes enrollados hacia abajo. Enanismo, sin embargo éste síntoma no se manifestó en todas las 4 variedades, solamente en la variedad CA-1923. al igual que la proliferación de yemas, aborción de flores, malformación de vainas, granos pequeños y resacos, resultando la variedad CA-1923 con daños mas severos, reflejándose mas en la etapa V2, reduciéndose considerablemente en las etapas V4 y R5. Estos síntomas fueron poco notables para las otras variedades, apareciendo unicamente y menos severo en la etapa V2.

3.2 Efectos del virus sobre el rendimiento.

Los diferentes momentos de inoculación del virus presentaron diferencias significativas, éstos tuvieron efecto sobre el rendimiento del número de vainas por planta, número de semillas por vaina. Para el factor variedad hubo diferencias significativas, las variedades tuvieron diferentes comportamientos ante el virus.

[Cuadro 5a] LISTA DE VARIABLES QUE FUERON SOMETIDAS A PRUEBA DE "F" 0.05 - 61-38.

VARIABLE	VARIANZA		CV%
	VIRUS	VARIEDAD	
Vainas por planta	28.4 (*)	138.08 (*)	9.22
Semillas por vainas	2.93 (*)	38.7 (*)	10.7
Gramos por planta	32.89 (*)	241.0 (*)	8.09

[Cuadro 5b] COMPARACIONES MULTIPLES DE MEDIAS USANDO SNK

VARIABLE	SNK			
	VIRUS	PROMEDIO	VARIEDAD	PROMEDIO
Vainas por planta	V2	3.30	CA-1923	2.39
	V3	3.68	CA-2343	4.37a
	V4	4.16a	REV-84	4.59a
	R5	4.42a	DOR-364	4.91
	T	4.75		
Semillas por vainas	V2	1.82a	CA-1923	1.48
	V3	1.96ab	CA-2343	2.12a
	V4	2.01ab	REV-84	2.12a
	R5	2.07 b	DOR-364	2.23a
	T	2.08 b		
Gramos por planta	V2	3.27	CA-1923	2.05
	V3	3.75a	CA-2343	4.49a
	V4	3.93a	REV-84	4.71a
	R5	4.31	DOR-364	4.7 a
	T	4.67		

Los siguientes resultados corresponden a promedios de las variables cuantitativas, número de vainas por planta, semillas por vainas y el peso en gramos por planta. En la producción de vainas por planta la variedad REV-84 presentó los promdios mas altos, seguido de la variedad DOR-364 y CA-2343, resultando la variedad CA-1923 con los promedios mas bajos. En los promedios de semillas por vainas, la variedad DOR- muestra mayor número de semillas por vainas, seguido de la variedad CA-2343 y REV-84, manteniendo siempre la variedad CA-1923 los promedios mas bajos. En la variable peso de semillas por planta las variedades DOR-364 y REV84 mostraron promedios similares, mientras que la variedad CA-2343 mantuvo mayor peso que la variedad CA-1923, ya que ésta resultó con los pesos mas bajos entre las variedades. [Cuadro 6]. Hay que hacer notar que los promedios aumentan a medida que aumenta la etapa de inoculación del virus.

[Cuadro 6]. RESULTADOS DE PROMEDIOS DE LAS VARIABLES DE RENDIMIENTO.

VARIETADES	MOMENTOS DE INOCULACION	No. VAINAS POR PLANTA	No. SEMILLAS POR VAINA	GRAMOS POR PLANTA
DOR-364	V2	15.8	4.0	16.9
	V3	18.1	4.6	18.9
	V4	21.4	4.6	22.3
	R5	23.4	4.5	24.5
	T	25.1	4.8	26.5
REV-84	V2	17.4	3.7	16.2
	V3	21.9	3.9	20.0
	V4	23.4	3.8	22.5
	R5	27.7	3.8	24.4
	T	28.8	4.0	26.0
CA-2343	V2	14.2	4.0	15.3
	V3	17.0	4.0	18.8
	V4	19.2	3.5	19.4
	R5	20.6	4.0	21.8
	T	22.8	4.1	23.6
CA-1923	V2	1.1	0.6	0.3
	V3	1.8	1.1	2.7
	V4	6.6	1.7	3.2
	R5	8.1	2.7	5.9
	T	13.6	2.8	11.7

En las figuras 2,3 y 4 se presentan los promedios obtenidos en las variables de rendimiento. En el caso de promedios de vainas por planta, el mayor rendimiento corresponde para la variedad REV-84, siendo mayor en la etapa R5 que en la V2.

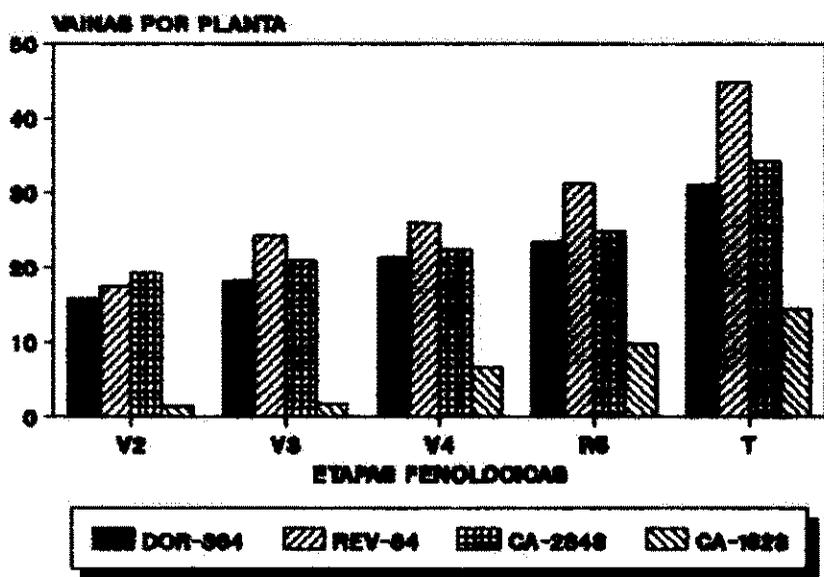


Figura 2. Promedio del número de vainas por planta.

La variedad DOR-364 se comportó con mas estabilidad en todas las etapas, obteniendo altos rendimientos, así como también la variedad CA-2343, mientras que la CA-1923 fue la que presentó los promedios mas bajos.

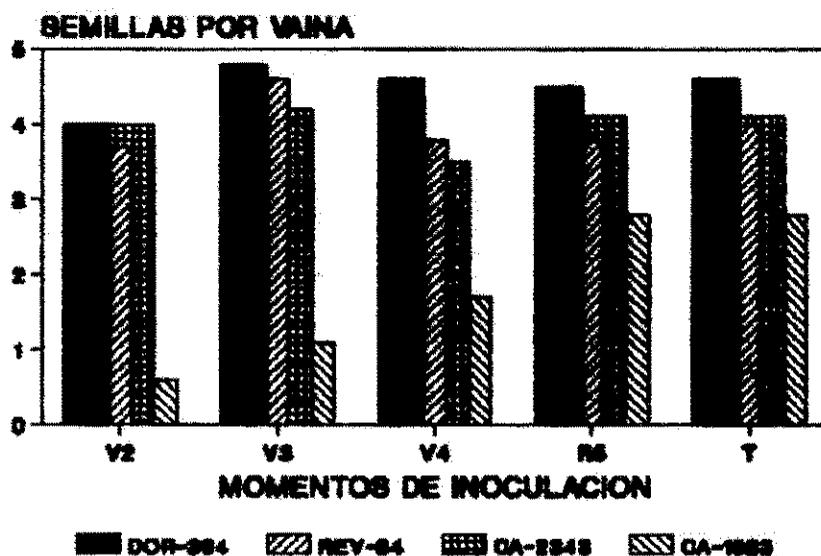


Figura 3. Promedio del número de semillas por vaina.

Los promedios mas altos en semillas por vaina corresponden para la variedad DOR-364, seguido de la variedad REV-84 y CA-2343, manteniéndose siempre la variedad CA-1923 con los promedios más bajos.

La figura 4 presenta los promedios del peso en gramos de las semillas, resultando las variedades DOR-364, REV-84 y CA-2343 con mayor peso y la variedad CA-1923 presentó menor peso en semillas.

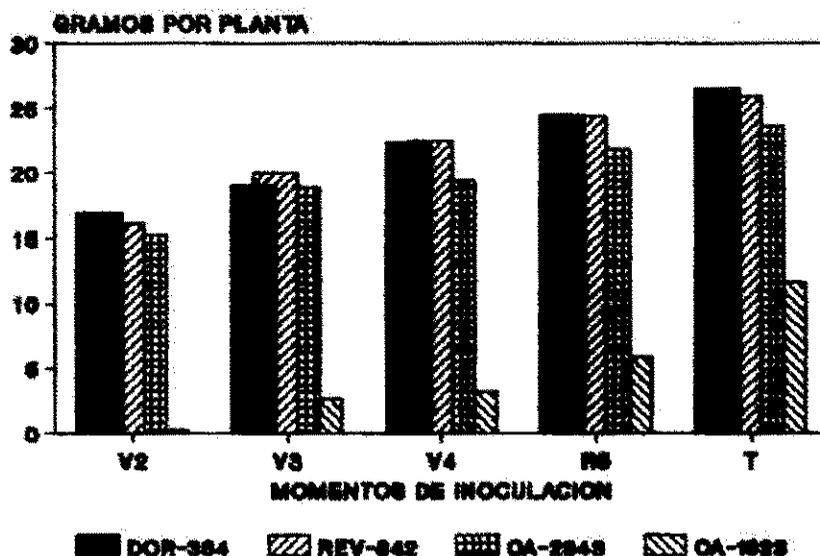


Figura 4. Peso de semillas expresadas en gramos

3.3. Efecto de daño del virus

Dado los resultados, el daño del virus resultó más severo en aquellas plantas que fueron inoculadas más temprano (V2) y menos severo en las inoculadas con mayor edad (R5). En relación a las variedades, éstas mostraron efectos diferentes, ya que la variedad CA-1923 resultó más dañada que el resto de las variedades. [Cuadro 7]

[CUADRO 7] RESULTADOS DE DAÑO CAUSADOS POR EL BCNV EN 4 VARIEDADES DE FRIJOL COMÚN.

VARIEDAD	ETAPAS DE INOCULACION	DANO EN %		
		VARIABLES DE RENDIMIENTO		
		Vainas por planta	granos por planta	granos por planta
DOR-364	V2	37.0	16.0	36.1
	V3	27.8	4.1	28.5
	V4	14.7	4.1	15.6
	R5	6.7	6.2	7.5
REV-84	V2	39.5	7.5	37.0
	V3	23.9	2.5	22.9
	V4	18.7	5.0	13.4
	R5	3.8	5.0	6.0
CA-2343	V2	37.7	2.4	35.1
	V3	25.4	2.4	20.5
	V4	15.7	14.6	17.8
	R5	9.6	2.4	8.0
CA-1923	V2	91.9	78.5	97.4
	V3	86.7	60.7	76.8
	V4	51.4	37.2	71.7
	R5	40.4	3.5	48.

La figura 5 muestra los resultados de daño causadas por el virus en las diferentes etapas de inoculación, en la variable de rendimiento gramos por planta; reflejando la primera etapa (V2) con mayor daño el cuál va disminuyendo considerablemente a medida que aumenta la etapa fenológica del cultivo. La variedad DOR-364 obtuvo daño de un 7.5-36.1% ,la variedad REV-84 resistente al virus; presentó daños de 6.8-37.5.%

En el caso de las variedades criollas consideradas susceptibles al virus, la variedad CA-2343 mostró daños de un 8-35.1, mientras que la CA-1923 obtuvo daños más severos siendo de 48.9-97.4% .

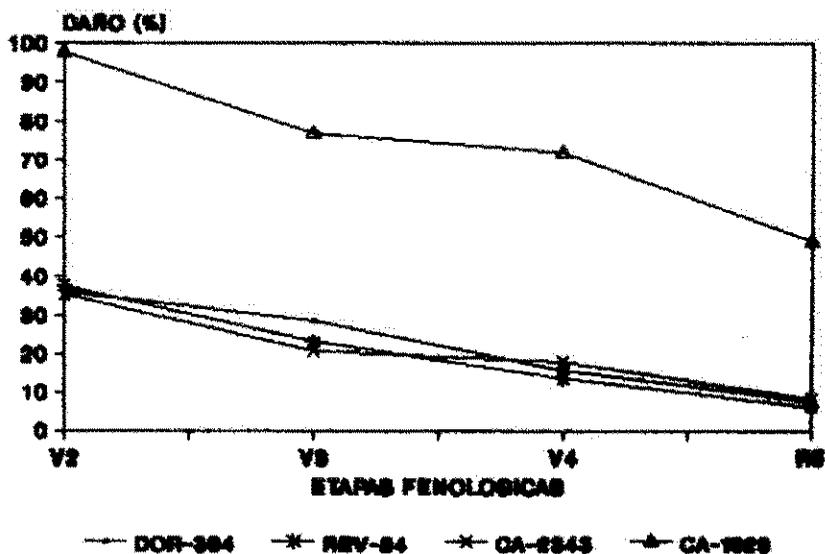


Figura 5. % de daño causado por el BSNV en 4 variedades de frijol común.

3.4 Determinación del período crítico.

El resultado del período crítico varía de acuerdo a la resistencia de la variedad y está íntimamente relacionado con el período vegetativo y de pre-floración del cultivo. El período crítico de daño causado por el BCMV, en las variedades de frijol común es relativamente corto. Para el caso de tres variedades DOR-364, REV-84, CA-2343 el tiempo de protección requerido para reducir el daño fue de 13 días (ETAPA V3), para la variedad CA-1923 necesita un período más largo, ya que habrá que proteger desde la emergencia hasta pre-floración (R5) comprendido en 25 días.

III. DISCUSION

Los síntomas obtenidos en este estudio fueron parecidos con la sintomatología presentada en la transmisión mecánica del BCMV en otros ensayos. Nuestros resultados claramente demuestran la resistencia al BCMV de las variedades DOR-364, REV-84 y CA-2343, y la susceptibilidad al virus de CA-1923.

Los síntomas observados en las variedades se manifestaron en dos periodos. Los síntomas locales que aparecieron de 2 a 3 días después de la inoculación, en las variedades REV-84 y CA-1923, y los síntomas sistémicos que fueron común para las cuatro variedades, apareciendo éstos a los 8 y 10 DDI. Datos publicados por Cortez en 1981, indican que los síntomas locales pueden aparecer de 3 a 4 DDI, en plantas frutales y de 2 a 3 DDI en plantas herbáceas, mientras que Castaño (SF), argumenta que dichos síntomas aparecen de 3 a 7 DDI y que el número de lesiones locales es directamente proporcional a la concentración del virus de la savia. Sin embargo también puede ser debido al grado de susceptibilidad de infección local por parte de la planta. Lo confirmado por Castaño (SF) coincide con nuestras observaciones realizadas, las plantas pueden mostrar primero lesiones locales y luego lesiones sistémicas y que estos últimos pueden aparecer

de 10 a 14 DDI. Estudios realizados en Tanzania por Meketo y Keswani en 1984 también afirman estos datos, ya que plantas inoculadas presentaron síntomas sistémicos 2 semanas después de la inoculación.

Los resultados obtenidos también nos ayudan a identificar las variedades que muestran resistencia y susceptibilidad al BCMV. La variedad CA-1923 mostró síntomas característicos de mosaico, con áreas verdes a lo largo de las venas principales de las hojas superiores y un encrespamiento en hojas inferiores, así como también deformaciones de vainas, éstos síntomas coinciden con los síntomas típicos presentados en variedades susceptibles al virus presentado por Drijfhout et al. en 1978. Mientras que las variedades DOR-364, REV-84 y CA-2343, presentaron síntomas menos severos, mostrando alta resistencia al BCMV.

Trabajos de campo efectuados en Colombia por Gálvez & Cárdenas en 1974, indican que las plantas que habían sido inoculadas en las primeras semanas resultaron más dañadas por el virus, siendo el daño hasta de 96% en variedades susceptibles al virus y de 39% en variedades resistentes al virus, y las plantas que fueron inoculadas 7 semanas después, presentaron daños de 6% y 8% en variedades resistentes y susceptibles respectivamente.

Estos datos coinciden con los obtenidos en nuestro trabajo, ya que las plantas inoculadas en la etapa V2 para las variedades que mostraron resistencia al virus presentaron danos de 7.1% y 36.2% en la etapa R5. La variedad CA-1923 que mostró susceptibilidad al virus presento en la etapa V2 danos por 97.4% y en la etapa R5 danos por 48.9%. Como puede apreciarse las tres primeras variedades tuvieron un comportamiento similar, resultando menos afectadas por el virus, mientras que la variedad CA-1923 mostró un comportamiento diferente, resultando con danos mas fuertes.

Estudios realizados en Guatemala por Morales y Niessen en 1988 efectuaron inoculaciones mecánica con el BGMV en condiciones de invernadero, resultando aquellas plantas que fueron inoculadas en la primera etapa (V2) severamente afectadas. Aunque los trabajos anteriormente descritos fueron realizados en distintas condiciones a las nuestras, coincide sí, en que las plantas inoculadas en estado temprano de su período de crecimiento vegetativo, el daño se manifestó mas severo, mientras cuando se inoculan con mas tiempo en desarrollo (R5) resultan menos afectadas.

Los resultados con respecto a la disminución del rendimiento tanto en vainas por planta como granos por vaina y peso de las semillas viene a corroborar la influencia que tiene el momento de inoculación del virus en las plantas. Las plantas produjeron mas en la etapa R5 y menos en las que fueron inoculadas en la V2. Las variedades DOR-364, REV-84 y CA-2343 presentaron una reducción de 7% en la etapa R5 y de 38.2% en la etapa V2. La variedad CA-1923 fue la que obtuvo menor producción, en la etapa V2 hubo una reducción de 91.9% y 40% en la R5. Datos publicados por Hampton en 1977 indican una disminución de vainas entre 50 y 64% y el rendimiento de semillas por planta entre 55 y 68%, él atribuye la disminución a la cepa del virus, para nuestro caso atribuimos la disminución al momento de la infección en la planta y a la susceptibilidad de la variedad, ya que no conocemos el tipo de cepa del virus utilizada en el ensayo. Datos presentados por Dango y Sotomayor en 1964, afirman que la disminución del rendimiento se debe por la esterilización de las flores. Esto es posible si la inoculación del virus se efectúa en las primeras etapas del cultivo (V2 y V3) y si la variedad es susceptible al virus como lo muestra la variedad criolla CA-1923, que presento aborción de flores, reduciéndose considerablemente el rendimiento.

En relación al Número de granos por vainas, se mantuvo casi estable para las variedades DOR-364, REV-84 y CA-2343, mostrando una disminución en la etapa V2, mientras que la variedad CA-1923 resultó mas afectada tanto en la etapa V2 como V3 recuperándose en la etapa V4 y R5.

Al analizar los resultados del rendimiento gramos por planta la variedad CA-1923 fue la que presento los menores rendimientos, en la etapa V2 presento 2.5 gramos y en la etapa R5 51 gramos, obteniendo pérdidas de 48.9-97.4%. Las otras variedades presentaron rendimientos promedios en la etapa V2 de 63.6 gramos y en la etapa R5 de 92.7 grs, con pérdidas de 7.1 - 36.2%. Resultados obtenidos por Gálvez y Cárdenas (1964) reportan daño en el rendimiento de 6-98% dependiendo de la variedad y el momento de la infección de la planta, lo que viene a corroborar nuestros resultados. Investigaciones realizadas por Morales y Castaño en 1987 reportan también que plantas inoculadas en estado temprano la reducción del rendimiento era estadísticamente significativa.

Los resultados en porcentaje correspondiente al daño causado por el BCMV en la variables de rendimiento, las variedades DOR-364 ,REV-84 y CA-2343 presentaron daños similares , resultando

con daños menores , comportamiento diferente mostró la variedad CA-1923 ya que obtuvo los mayores daños ; al comparar los rendimientos en los diferentes momentos de inoculación, puede notarse que aquellas plantas que fueron inoculadas en la etapa V2 presentan los menores rendimientos y las inoculadas en la etapa R5 resultó con los mayores rendimientos, presentando la variedad Dor-364 mayor producción, seguida de la variedad REV-84 y la variedad criolla CA-2343 que presento buenos rendimientos tanto en vainas como en granos y peso, mientras que la CA-1923 obtuvo los menores rendimientos.

Al realizar una comparacion de los resultados de las variables de rendimiento expresadas en porcentajes entre las variedades y los diferentes momentos de inoculación , la variedad DOR-364 es la que presenta mayor estabilidad, en la etapa V2 en la producción de vainas presenta 62.9% en producción de semillas por vainas de 63.7% y en peso de semillas en gramos de 63.7%, como puede verse en las etapas siguientes los porcentajes en las 3 variables mantienen la misma tendencia aumentando en la etapa R5. La variedad REV-84 muestra porcentajes diferentes, en la etapa V2 en la producción de vainas es de 60.4, 95.5% en la producción de semillas por vainas y 62.3%

en peso de semillas, como puede verse la producción de semillas siempre se mantiene en porcentaje similar con el testigo en todas las etapas, mientras que la producción de semillas y el peso de semillas aumenta ascendentemente en cada etapa subsiguiente. Comportamiento similar muestra la variedad CA-2343. Este comportamiento puede atribuirse a que el daño del BCMV , reduce la producción de vainas, no así la producción de semillas en todas las etapas del virus, sin embargo éstas en las primeras etapas muestran menor peso aumentado en las siguientes etapas.

Las diferencias encontradas en algunos casos podrían explicarse en parte, por el hecho de que las variedades usadas en nuestro estudio y las condiciones en que se realizó fueron diferentes con otros ensayos citados en este trabajo, pero si deja claro que el momento de la infección del virus en la planta y el tipo de variedad influye para que se dé una reducción en el rendimiento.

V.- CONCLUSIONES

Existen relaciones significativas entre el momento de inoculación del virus en la planta y el daño causado por éste, a medida que el virus se inocula a la planta a temprana edad (V2), el daño se manifiesta mayor, mientras si se inocula a la planta con mayor edad (R5) el daño disminuye considerablemente.

La incidencia del BCMV es significativamente diferente en las 4 variedades. Las variedades DOR-364, REV-84 y CA-2343, resultaron con menor daño, mientras la variedad CA-1923 resultó ser la más dañada.

Las variedades DOR-364, REV-84 y CA-2343 necesitan un periodo de protección que comprende desde la siembra hasta la etapa V3, (13 días) , mientras que la variedad CA-1923 el tiempo requerido para reducir el daño está comprendido desde la siembra hasta la etapa de pre-floración R5 (25 días).

VI.- RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en este estudio no son definitivos ya que este cultivo al igual que todo fenómeno biológico esta expuesto a las variaciones producidas por el ambiente; por lo tanto se hace necesario seguir profundizando en este estudio. En base a ello se recomienda.

Al realizar este tipo de ensayo, usar una distancia de 0.6 entre surco y 0.4 entre planta, para que no se dificulte la toma de datos.

En cualquier estudio que se realice, con frijol independientemente los objetivos que se persigan, deben incluirse variedades criollas ya que estas pueden presentar resistencia a patógenos y ser buenas rendidoras.

Es necesario tomar medidas preventivas para la presencia de agentes fitopatógenos como hongos del suelo , por los que se recomienda realizar aplicaciones fungicidas

Finalmente es importante señalar que los productores de frijol deben conocer el periodo crítico en las variedades utilizadas para las siembra ,por lo que es necesario intensificar estudios en este respecto.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, P.K. 1991. Epidemiology of insect transmitted plant pathogens., Tesis doctoral, Harward Univrsity Boston, EE.UU. p 304.
- BAEZ, GOMEZ. 1983. Manual de virologia general Ministerio de Educación Superior, La Habana, Cuba. p()
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1985 Informe anual 1984. Programa de frijol, Cali, Colombia. 55 p.
- CASTANO, Z. 1978 Principios básicos de Fitopatología; Tegucigalpa, Honduras, Escuela Agricola Panamericana El Zamorano. 263-267 p.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION DE GRANOS BASICOS. 1992 Guía tecnológica para la producción de frijol común (Phaseolus vulgaris L.), Managua, Nicaragua, MAG. 2p.
- 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, Minn. The American Phytopatological Society. V 74 (11) 938.
- GALVEZ, G. & M. CARDENAS. 1974. Pérdidas económicas causadas por el virus del mosaico común (BCMV) en cuatro variedades de frijol. Proceedings of the American Phytopathological Society 1:121-122
- GAMEZ, R. 1972a. Los virus del frijol en centro América II; Algunas propiedades y transmisión por crisomelidos 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 Centro América. III Razas del virus del mosaico común del frijol de el El Salvador y Nicaragua. Turrialba (Costa Rica) 23 (4) 475-476.

- GILBERTSON, R.L., S.H. HIDAYAT, R. T. MARTINEZ, S.A. Leong, J. C. Faria, F. Morales & D.P. Maxwell. 1991. Differentiation of bean-infecting geminiviruses by nucleic acid hybridization probes and aspects of bean golden mosaic in Brazil. *Plant Disease* 75:336-342.
- HAMPTON, R.O. 1975. The nature of been yield reduction by bean yellow and bean common mosaic viruses; *Phytopathology an in International journal (EE UU)* 65 (12) 1342-1342.
- HOBBS, H.A. 1991. Transmission of bean curly dwarf mosaic virus and bean mild mosaic virus by beetles in Costa Rica . *Plant Disease* 65:491-169.
- JIMENEZ, G.E. & M.R. NELSON. 1986. Effects of viruses on common bean yield. *Phytopathology* 76:374.
- LAGUNA, M.R. 1989. Efecto de tratamiento de semillas sobre la incidencia del tizón común (Xanthomonas campestris pv phaseoli) en frijol (Phaseolus vulgaris L.) Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, ISCA, ESAVE. 2 p.
- MEINERS, J.P., H.E. WATERWORTH, R.H. LAWSON, & F.F. SMITH. 1977. Curly dwarf mosaic disease of beans from El Salvador. *Phytopathology* 67:163-168.
- MORALES, F.J.; CASTANO, M. 1985. Effect of a Colombian isolate of bean souther mosaic virus on selected yields components of *Phaseolus vulgaris*. *Plant disease (EE.UU)* 69 (9): 803-804.
- MORALES, F. 1986. Viruses diseases of beans in the tropics. *Rev.trop. pl.path. (EE.UU)* 3() : 405-419
- MORALES, F.J., AND CASTANO, M. 1987. Seed Transmission Characteristics of Selected Bean Common Mosaic Virus Strains in Differential Bean Cultivares
- MORALES, F.J., NIESSON, A.L. 1988. Comparative responses of selected *Phaseolus vulgaris* germplasma inoculated artificially and naturally with bean golden mosaic virus. *Plant Disease (Colombia)* 72(12):1020-1023.
- MORENO, R; GÁMEZ, R.; GONZÁLES, 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, Mexico. Universidad Autonoma Chapingo. 175 p.
- TAPIA B.H. 1987. Mejoramiento varietal del frijol en Nicaragua. Managua, Nicaragua; Ediciones culturales. ISCA. 6-19 p.
- TAPIA, B.H.; CAMACHO H, A. 1988. Manejo Integrado de la la producción del frijol basado en Labranza cero. Alemania, Eschorn, GTZ. 35-83 p.
- WATERWORTH, H.E., J.P. MEINERS, R.H. LAWSON & R.F. SMITH. 1977. Purification and properties of a virus from El Salvador that causes mild mosaic in bean cultivars. Phytopathology 67:169-173.
- ZADOKS, J.C. 1987. The concept of treshold warnings; Action and damage threshold, enP.S. teng. Ed crop loss assesment and fest management. St. Foul Minn. 168-175 p.

ANEXOS

ANEXOS

- Figura 1. Diseño de campo con tres repeticiones (BCA), establecido en el vivero de la Universidad Nacional Agraria (UNA).
- Figura 2. Semillas de Phaseolus vulgaris de 2 variedades mejoradas, dañadas por el BCMV, inoculadas en diferentes etapas del cultivo y comparadas con un testigo sin inocular.
- Figura 3. Semillas de Phaseolus vulgaris de dos variedades criollas, dañadas por el BCMV, inoculadas en diferentes etapas del cultivo y comparadas con un testigo sin inocular.
- Figura 4. Comparación entre 2 variedades mejoradas y 2 variedades criollas ante el daño del BCMV, inoculado en las etapas V2 y V3.
- Figura 5. Comparación entre 2 variedades mejoradas y 2 variedades criollas ante el daño del BCMV, inoculado en las etapas V4 y R5.
- Figura 6. Comportamiento de las 4 variedades ante el testigo sin inocular.



Figura 1. Diseño de campo con tres repeticiones (BCA), establecido en el vivero de la Universidad Nacional Agraria.

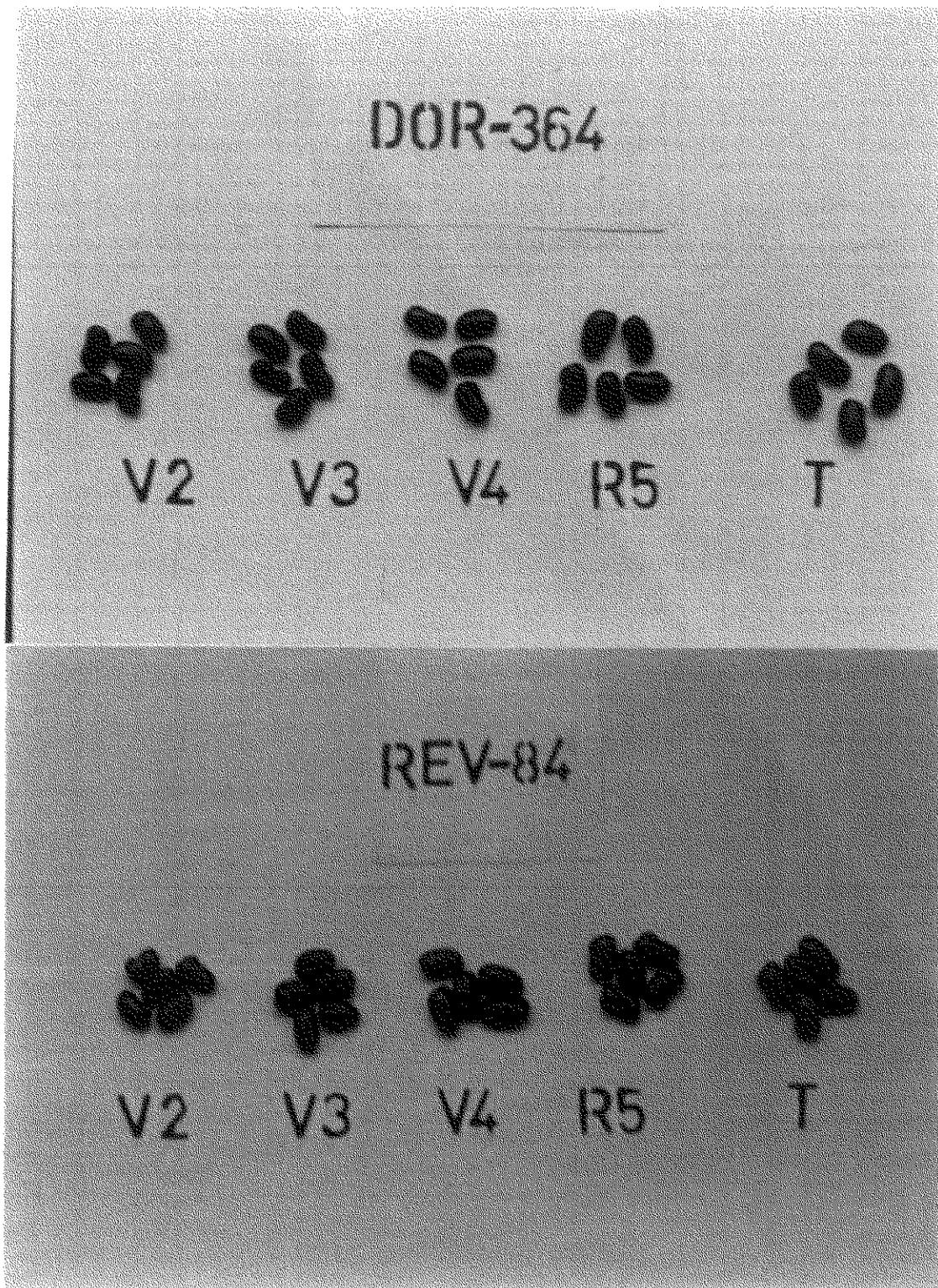


Figura 2. Semillas de *Phaseolus vulgaris* de dos variedades mejoradas, dañadas por el BCMV, inoculadas en diferentes momentos de inoculación y comparadas con un testigo sin inocular.

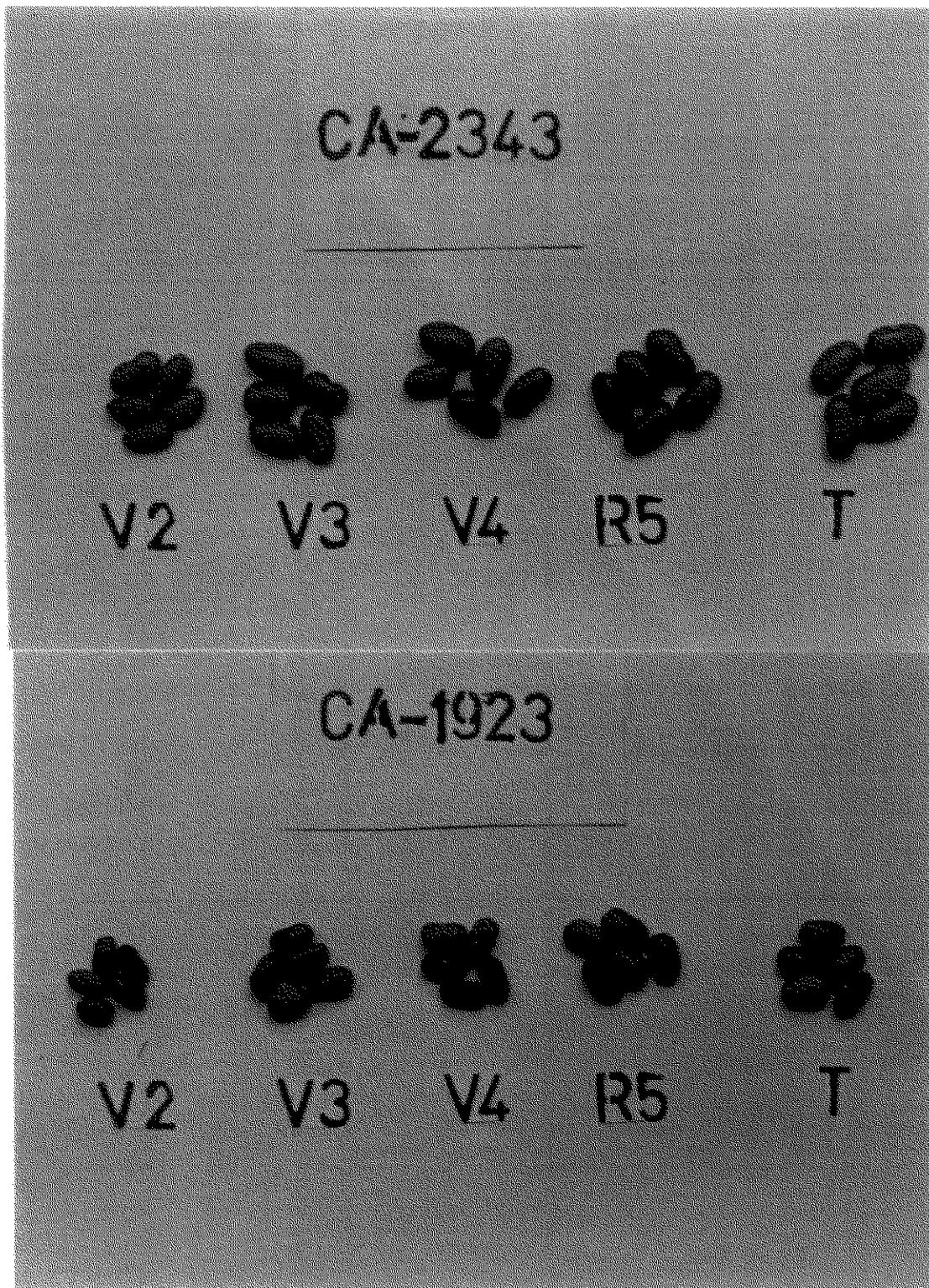


Figura 3. Semillas de *Phaseolus vulgaris* de 2 variedades criollas dañadas por el BCMV, inoculadas en diferentes etapas del cultivo y comparadas con un testigo sin inocular.

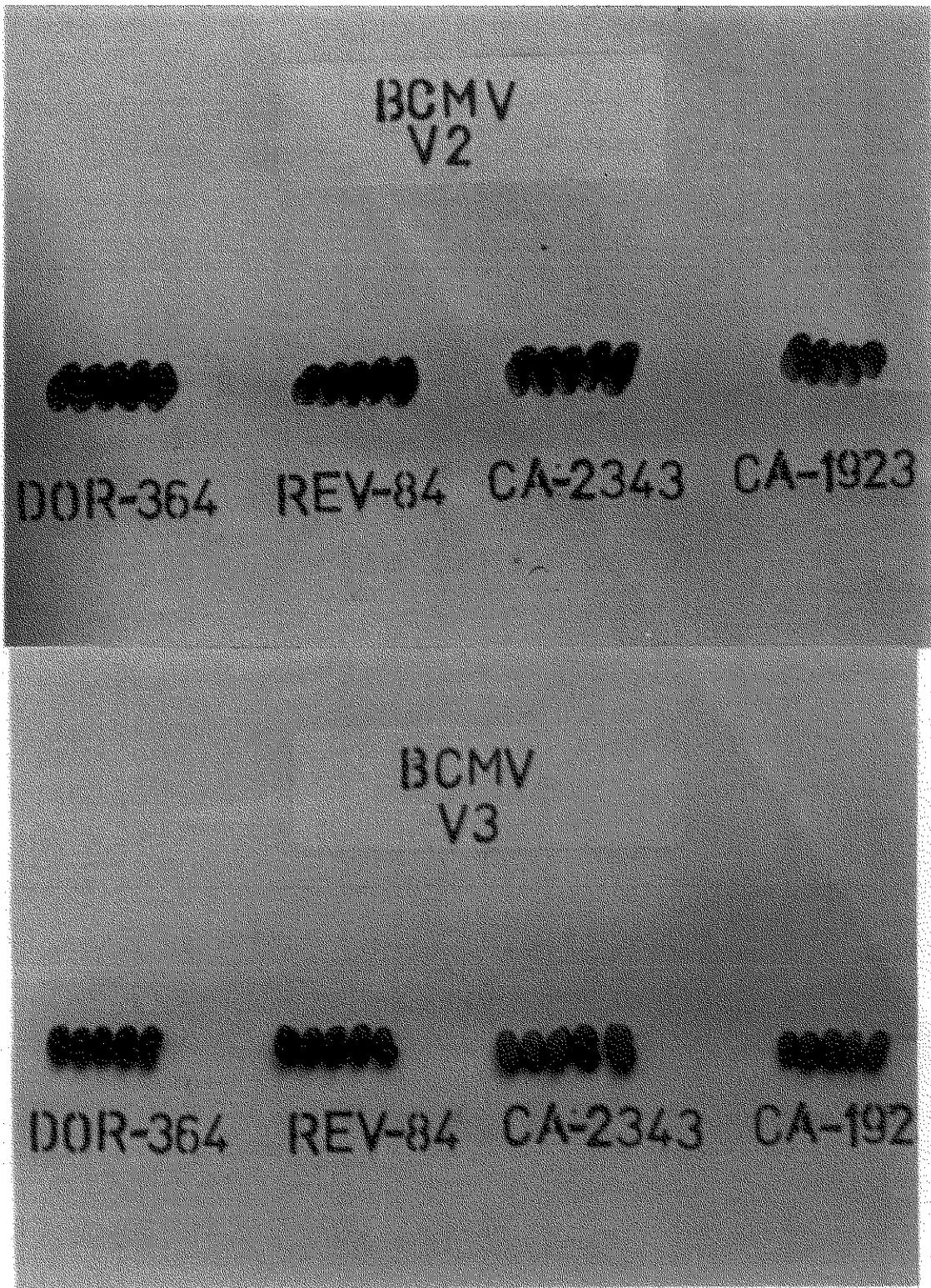


Figura 4. Comparación entre 2 variedades mejoradas y 2 variedades criollas ante el daño del BCMV, inoculado en las etapas V2 y V3.

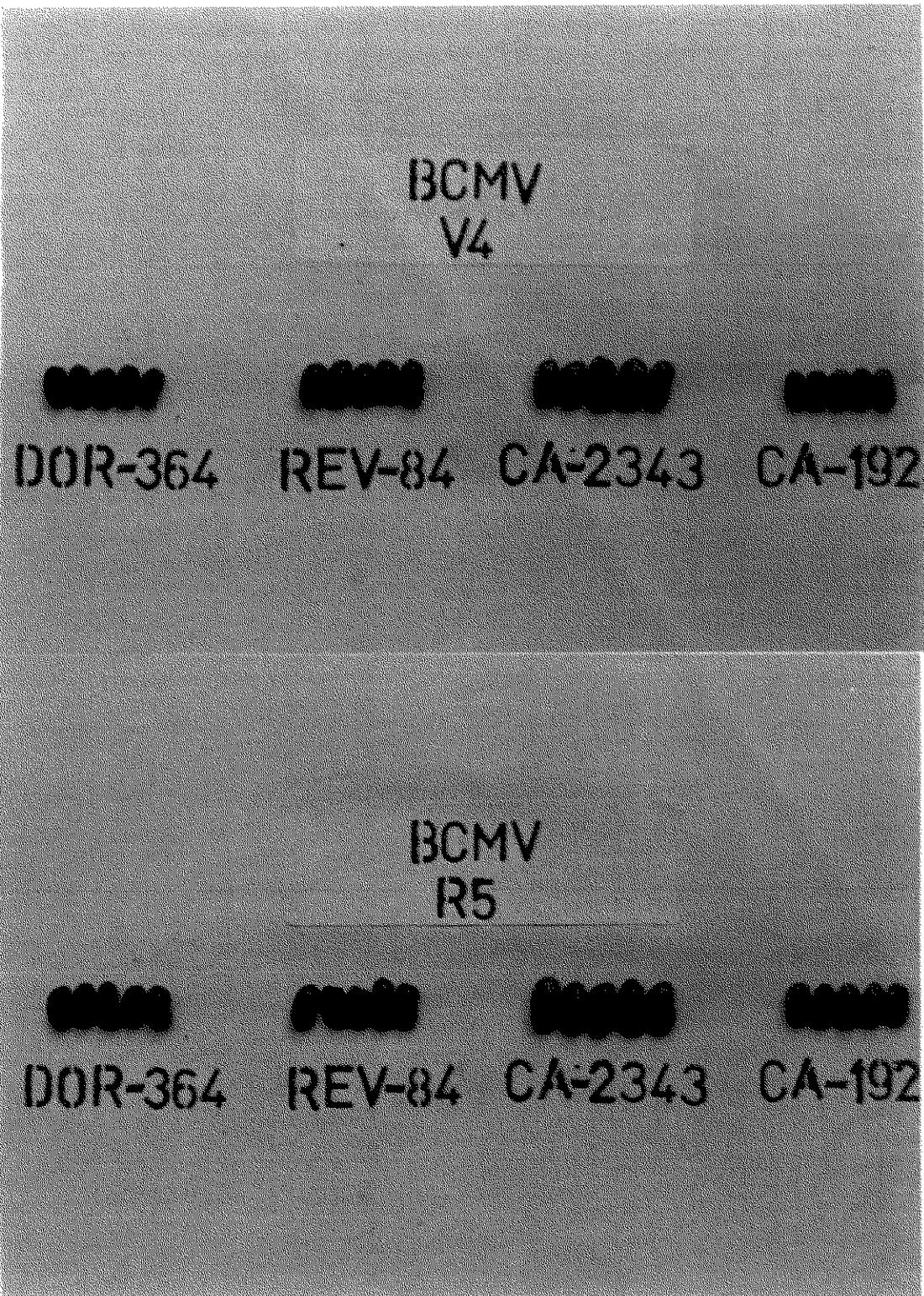


Figura 5. Comparación entre 2 variedades mejoradas y 2 variedades criollas ante el daño del BCMV inoculado en las etapas V4 y R5.

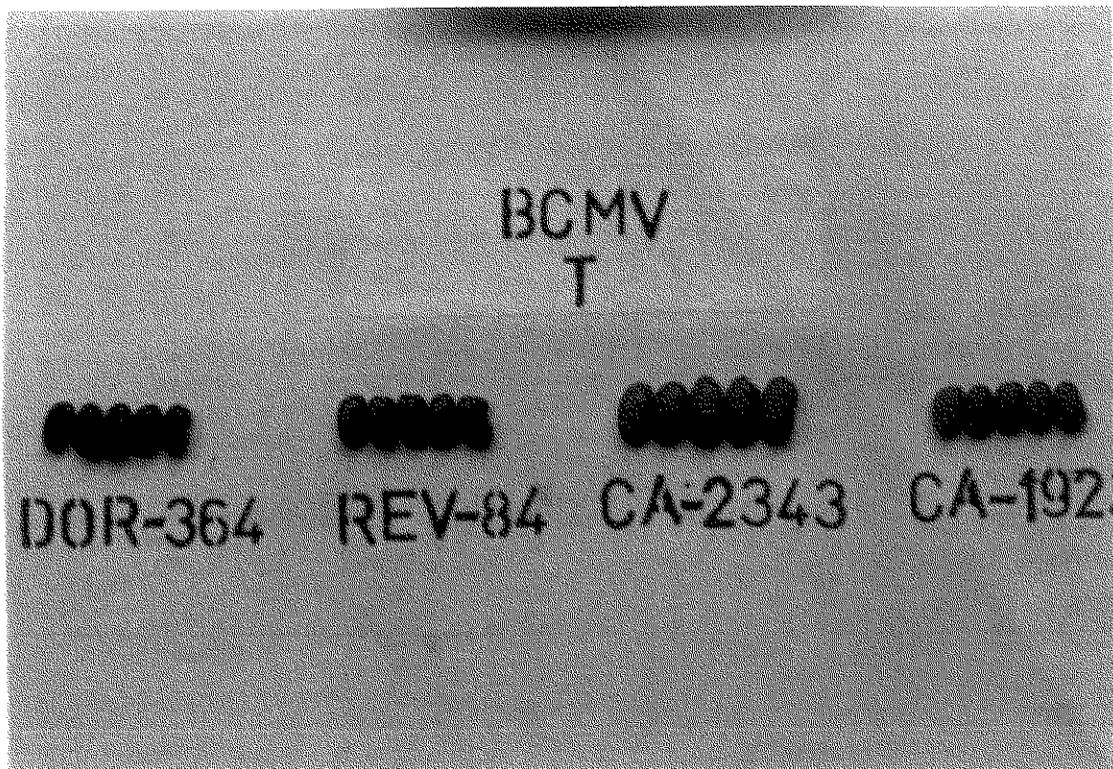


Figura 6. Comportamiento de las 4 variedades ante el testigo sin inocular.