

Evaluación de 12 cultivares de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) tolerantes al Virus del Mosaico dorado amarillo del frijol (VMDAF), en San Juan de la Maguana

Julio Nin⁴, José Valenzuela¹, Euris González¹, Jeison Peña¹, Samira de la Cruz² y Víctor M. Landa³

Abstract

The bean golden yellow mosaic is the disease with the greatest economic impact in the cultivation of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.). The losses due to infection are estimated at RD \$ 390 million. In the San Juan Valley, the planting of introduced varieties that do not have resistance or tolerance genes has increased. This research was conducted at the Arroyo Loro Experimental Station of the Dominican Institute of Agricultural and Forestry Research (Idiaf) in San Juan de la Maguana in 2017 and the objective was to evaluate the behavior of 11 lines and a variety of black beans and pinta, for your reaction to the VMDAF virus. A randomized complete block design with 12 treatments and 4 repetitions was used, where the evaluated variables were: VMDAF incidence (%), days to flower, pods / plant, beans / pod, weight of 1,000 grains and yield in kg / ha. The variables associated with the VMDAF were correlated with grain yield. Significant statistical differences were found for the variables. The line RD-209149-AX-1 showed the lowest levels of incidence of virosis with 5% and the highest yield with 1,226 kg / ha, a second group SEN-53, SEN 60, RD-209201-1-1, A-429, RD-209149-5-7, with range of 11, 13, 15, 20 and 21, respectively, of% incidence, were equal to each other and higher than the control 'Arroyo Loro Negro', which presented a high level of Susceptibility with 45% of infected plants and a yield of 709 kg / ha. For the variable day to flower, the earliest line was SEN-53 with 40 days to flower; for the variable pod number / plant, line RD-209201-1-1 with 15.65 was the highest; for the number of grains / pod, the line RD-209149-AX-11 was the superior with 6. For the weight of 1,000 seeds and the yield, the lines RD-209149-AX-1 and RD-209149-AX-1 with 220 g and 1,226 kg / ha, respectively, were the most outstanding. An average negative correlation ($\rho = -0.62$) ($r = 0.03$) was found between the incidence of VMDAF and the performance of the lines evaluated and showed that an increase in the percentage of diseased plants decreases grain yield.

Keywords: lines, incidence, virus, resistance.

Resumen

El Mosaico dorado amarillo del frijol es la enfermedad de mayor impacto económico en el cultivo de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.). Las pérdidas por infección se estiman en RD\$390 millones. En el Valle de San Juan se ha incrementado la siembra de variedades introducidas que no poseen genes de resistencia o tolerancia. Esta investigación se realizó en la Estación Experimental Arroyo Loro del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf) en San Juan de la Maguana en el año 2017 y el objetivo fue evaluar el comportamiento de 11 líneas y una variedad de habichuela negra y pinta, por su reacción al virus VMDAF. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 12 tratamientos y 4 repeticiones, donde las variables evaluadas fueron: incidencia VMDAF (%), días a flor, vainas/planta, granos/vaina, peso de 1,000 granos y rendimiento en kg/ha. Se correlacionaron las variables asociadas al VMDAF con el rendimiento de grano. Se encontró diferencias estadísticas significativa para las variables. La línea RD-209149-AX-1 mostró los niveles más bajos de incidencia de virosis con un 5% y el mayor rendimiento con 1,226 kg/ha, un segundo grupo SEN-53, SEN 60, RD-209201-1-1, A-429, RD-209149-5-7, con rango de 11, 13, 15, 20 y 21, respectivamente, de % de incidencia, resultaron iguales entre sí y superior al testigo 'Arroyo Loro Negro', el cual presentó alto nivel de susceptibilidad con un 45% de plantas infectadas y un rendimiento de 709 kg/ha. Para la variable día a flor, la línea más precoz fue SEN-53 con 40 día a flor; para la variable número de vaina/planta, la línea RD-209201-1-1 con 15.65 fue la superior; para el número de granos/vaina, la línea RD-209149-AX-11 fue la superior con 6. Para el peso de 1,000 semillas y el rendimiento, las líneas RD-209149-AX-1 y RD-209149-AX-1 con 220 g y 1,226 kg/ha, respectivamente, fueron las más sobresalientes. Se encontró una correlación negativa media ($\rho=-0.62$) ($r=0.03$) entre la incidencia del VMDAF y el rendimiento en las líneas evaluadas y mostró que un aumento en el porcentaje de plantas enfermas disminuye el rendimiento de grano.

Palabras clave: líneas, incidencia, virosis, resistencia

INTRODUCCIÓN

La habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) es una planta de la familia de las leguminosas con fruto o grano comestible, contenido dentro de una legumbre o vaina, que

puede presentar diferentes colores y formas. En la República Dominicana, la habichuela se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1500 msnm. Dependiendo de la

¹ Estudiantes de término de Ingeniería Agrónoma de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD).

² Ing. M.Sc. Especialista en Manejo Integrado de Plagas. Profesora de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD).

³ Ing. M.Sc. Especialista en Manejo Integrado de Plagas. Investigador Agrícola del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). ⁴ Ing. Agron. Especialista en mejoramiento de plantas. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf)

variedad y de la altura, el ciclo del cultivo varía desde 75 días hasta 110 días después de la siembra.

Esta leguminosa es básica en la alimentación de los dominicanos como proveedor de proteína vegetal, la cual juega un papel de vital importancia en la dieta de la población; es una alternativa valiosa al problema de la deficiencia proteínica, no solo en nuestro país, sino también en muchas regiones del mundo, Oviedo y Minaya (1999).

La habichuela es uno de los cultivos comerciales más importantes del país, tanto por la superficie cultivada como por el destino que recibe la producción. En el año 2017, se sembró 33,441 ha, con un rendimiento promedio de 1,070 kg/ha, MA (2018).

El Mosaico dorado, el Mosaico común y la Bacteriosis en habichuela, al igual que otras enfermedades han causado pérdidas millonarias entre los productores, lo cual ha contribuido a una disminución de la producción, y por ende, desabastecimiento de granos de los mercados del país. La mayoría de los productores de habichuela del país han sido afectados por esta problemática, así como los consumidores, los cuales se han visto en la necesidad de pagar un precio más alto y tener que cambiar de hábito de consumo, Nin, *et al.* (2007).

Dentro de las principales enfermedades que afectan el cultivo de habichuela está el Mosaico dorado, causado por el Virus del mosaico dorado del frijol (BGMV, por sus siglas en inglés), transmitido por la Mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.). Esta enfermedad inicia en la planta desde que nacen las primeras hojas trifoliadas, las cuales presentan un color amarillo a medida que se desarrolla el virus en la planta causando una disminución de la productividad del cultivo.

Según Morales (1994) el Mosaico amarillo del frijol es una de las enfermedades más devastadoras que ha sufrido la agricultura en toda su historia. Su aparición en América Latina fue el presagio de pandemias en este y otros continentes donde los geminivirus causales y su insecto vector, la mosca blanca han sido declarados las mayores plagas de este siglo, Morales (2002). De acuerdo con Anzoategui (1996), la obtención y adaptación de nuevas variedades de frijol mejoradas en sus caracteres morfo-fisiológicos de rendimiento y resistencia y/o tolerancia a factores ambientales adversos al cultivo, ha permitido el incremento y estabilización, lo mismo que la incorporación de nuevas áreas de producción.

El mosaico dorado del frijol fue identificado en Brasil hacia el inicio de la década de 1960 por el doctor Álvaro Santos Costa. En esa época, el amarillamiento causó pérdidas severas por la enfermedad, pero la incidencia no era significativa que mereciera atención. Desafortunadamente, se desconocía el alto potencial de diseminación de esta enfermedad, la cual se convirtió, una

década más tarde, en una limitante para la producción del frijol en los principales estados productores de Brasil. Para esta época, el Mosaico dorado estaba presente en plantaciones de regiones productoras de América Central (El Salvador y Guatemala), el Caribe (República Dominicana, Haití y Puerto Rico) y el norte de México, Montero (1994).

Desde la década de 1980, el Mosaico dorado ha continuado su expansión en América del Sur, invadiendo el noreste argentino y otros estados del sur y el norte de Brasil. En el área del Caribe, el Mosaico dorado ha estado en las principales regiones agrícolas de la República Dominicana, Nin *et al.* (2007).

La primera micro-fotografía del Virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) fue tomada en Colombia por Gálvez y Morales (1989). Las partículas observadas eran isométricas y se presentaban en parejas, siendo su diámetro de aproximadamente 18 nanómetros, Morales (1994). Históricamente, se conoce que la enfermedad del Mosaico dorado del frijol es endémica y recurrente en la región suroeste del país. Los síntomas fueron reportados inicialmente en el Valle de San Juan en el año 1969 y el agente causal (el virus) fue identificado en el año 1972. Su importancia económica fue reconocida en la década de 1990-2000, cuando en dos años se estimaron pérdidas por valor de 27 millones de dólares, Godoy (2015).

Una estrategia práctica y viable para propiciar que la siembra de frijol sea una actividad rentable y competitiva, es la utilización de genes de resistencia en variedades mejoradas, o sea, el control genético que es uno de los componentes del manejo integrado más efectivo para el control de las enfermedades del frijol. Las variedades mejoradas con genes de resistencia son de fácil adopción por los productores locales, porque contribuyen a reducir los costos de producción y protegen el medio ambiente al reducirse la necesidad de pesticidas y mano de obra, Godoy (2015).

De acuerdo a Voysest (1997), las pruebas de evaluación de germoplasma constituyen un componente importante de un programa de mejoramiento. El rendimiento es el atributo más importante en el desarrollo de variedades más productivas. Cada sistema de producción, región o tipo de agricultura podría tener necesidad de una variedad diferente y por ello un sistema de prueba de germoplasma eficiente será aquel que considere en sus evaluaciones genotipos apropiados evaluados en ambientes pertinentes.

Según Villar *et al.* (2003), la generación y uso de variedades mejoradas de frijol de grano negro de alto potencial de rendimiento y resistentes al BGMV constituyen la alternativa tecnológica de mayor impacto para la solución de estos problemas. De acuerdo a INIFAP (2001) la generación de variedades mejoradas con resistencia a

esta devastadora enfermedad es la alternativa más promisoriosa para reducir este problema considerando las circunstancias de producción del pequeño productor, ya que no representan inversiones considerables adicionales al paquete tecnológico.

Desde el año 1970, cuando se creó el Programa Nacional de Mejoramiento Genético de Habichuela del Ministerio de Agricultura, se trabaja en la Estación Experimental Arroyo Loro en San Juan de la Maguana con el propósito de que los productores cuenten con variedades de habichuelas con alto rendimiento y tolerantes o resistentes a las enfermedades, especialmente el BGMV. El trabajo de mejoramiento se inició en el año 1972 bajo la dirección del ingeniero Freddy Saladín García, asistido por los ingenieros Juan Díaz y Vinicio Reyes.

El primer y más significativo trabajo se realizó en los tipos de habichuela roja y pinto, denominado pompadour y consistió en la selección genotípica del grano en cuanto a tamaño, color y forma, llegándose a seleccionar ocho líneas, de las cuales después de las pruebas de rendimiento quedaron tres, que posteriormente se convirtieron en las variedades 'Pompadour Checa' o Uva, 'Pompadour Mocana' o Redonda y 'Pompadour Rocío'. Antes de la década del 1970, en la República Dominicana se cultivaba una mezcla de frijol rojo pinto o rojo moteado (jaspeado) que diferían en tamaño, color y forma. El tamaño fluctuaba entre mediano y grande, con colores desde rosado pálido hasta rojo vino (oscuro) y la forma desde arriñonada hasta redonda. También, existía una producción a pequeña escala de frijol negro pequeño y hábito de crecimiento arbustivo determinado "negro criollo", así como una producción en igual escala de frijol blanco de grano pequeño y hábito de crecimiento II, denominado "habichuela blanca", Voysest (2000).

La objetivo del programa de mejoramiento genético de habichuela es seleccionar cultivares de habichuelas negra (*Phaseolus vulgaris* L.) con alto potencial de rendimiento y tolerantes al virus del mosaico dorado en la provincia de San Juan, los cuales pueden ser considerados genotipos potenciales para ser liberados como nuevas variedades y facilitadas a los productores para la siembra. A pesar de los logros tecnológicos alcanzados con la ayuda de proyectos colaborativos, como el Bean/Cowpea Collaborative Research Support Program (CRSP) que es un programa de investigación y capacitación en habichuelas y coupí patrocinado por la el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de America, finalizado en el 2007, la producción y productividad nacional ha decrecido por causas diversas, tales como: el uso de semillas de baja calidad, falta de un programa nacional de multiplicación de semillas, apertura de importaciones masivas por el tratado DR-CAFTA que coinciden con el periodo de cosecha local y los problemas fitosanitarios, Idiaf (2015).

El objetivo de este estudio es evaluar el comportamiento de 12 genotipos de habichuelas y su reacción al virus del mosaico dorado amarillo, en el municipio de San Juan de la Maguana, República Dominicana. Para esto, se evaluarán líneas con tolerancia al virus del mosaico dorado amarillo de la habichuela y se seleccionará líneas de habichuela con alto potencial de rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El experimento se realizó en la época de siembra 2017-2018 en la Estación Experimental Arroyo Loro (EEAL) del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf) en San Juan de la Maguana, la cual está localizada a los 18° 48' latitud norte y 71° 14' longitud oeste a una altitud de 419 msnm. La pluviométrica media anual es de 930 mm, temperatura anual media de 24.9 °C y humedad relativa promedio anual de 71.3 %. El clima de la región es característico de zonas tropicales con pocas variaciones en el promedio anual de temperatura, SEA (1982). Según Holdridge (1982), San Juan de la Maguana está localizada en una zona con bosque seco subtropical (BSS). Suelos con topografía plana, pendiente de 0-3 %, con suelos profundos, bien drenados, fértiles, de buena estructura, color negro, permeabilidad lenta y buena retención de agua. La textura es arcillosa y pertenece al tipo de suelo mollisol.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro 4 repeticiones y 12 tratamientos, Tabla 1. La parcela experimental consistió en cuatro surcos de cuatro metros de largo, con un marco de plantación de 0.50 m entre surcos y 0.10 m entre plantas. El área útil de las parcelas fue de 3.60 m², al momento de la

Tabla 1. Descripción de los tratamientos del ensayo

Tratamiento	Genotipos
T1	A-429*
T2	ARROYO LORO NEGRO**
T3	RD-209149-5-7
T4	RD-209149-AX-5
T5	SEN-53
T6	RD-209149
T7	RD-209149-AX-10
T8	RD-209149-AX-11
T9	RD-209149-AX-1
T10	RD-209202-6
T11	SEN-60
T12	RD-209201-1-1

*Testigo tolerante

**Testigo susceptible

Tabla 2. Pedigrí de los genotipos negro en estudio

Genotipos	Padre de los genotipos
A-429*	Testigo resistente
ARROYO LORO NEGRO**	Variedad Comercial
RD-209149-5-7	DOR-303/ PR-9443-1
RD-209149-AX-5	DOR-303/ PR-9443-1
SEN-53	Introducido de CIAT
RD-209149	DOR-303/ PR-9443-1
RD-209149-AX-10	DOR-303/ PR-9443-1
RD-209149-AX-11	DOR-303/ PR-9443-1
RD-209149-AX-1	DOR-303/ PR-9443-1
RD-209202-6	Arroyo Loro Negro/PR-9443-1
SEN-60	Introducido de CIAT
RD-209201-1-1	Arroyo Loro Negro/PR-9443-1

cosecha se tomaron los dos surcos centrales, dejando la primera y la última planta de cada surco. Para las variables que cumplieron los supuestos del (Anova) se realizó la prueba de Tukey y para la variable incidencia del virus del mosaico dorado amarillo de la habichuela se utilizó la prueba no paramétrica de Freidman, ya que los datos obtenidos no cumplían con los supuestos para un análisis de varianza (Anova), Coeficiente de Correlación de Pearson para la incidencia del virus mosaico dorado amarillo de la habichuela y el rendimiento. Se utilizó el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2008).

Las variables evaluadas fueron: a) días a flor, se evaluó cuando el 50% de las plantas de las parcelas tenían el primer botón floral abierto, b) número de vainas/plantas, se tomaron 10 plantas al azar de cada unidad experimental y se contó el número de vainas por plantas, c) peso de 1000 semillas, luego de determinar el rendimiento

en kg/ha se seleccionaron 1000 semillas al azar en cada tratamiento y se determinó el peso en gramos y el promedio de peso de las semillas d) rendimiento en grano (kg/ha), se pesaron las plantas del área útil de cada tratamiento en kg/ha, e) porcentaje de incidencia del mosaico dorado. Se realizaron tres evaluaciones para determinar la incidencia del virus en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo, haciendo el conteo de plantas infectadas por el virus.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. Incidencia del virus del mosaico dorado amarillo

En la comparación de rango para la variable incidencia del virus del mosaico dorado amarillo se detectaron diferencias estadísticas significativas (Freidman = 6.720, $p > 0.05$). Las líneas, RD-209149-AX-1 con 5% mostró los niveles más bajo de incidencia, un segundo grupo SEN-

Tabla 3. Comparación de medias para la variable incidencia del virus del mosaico dorado de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo negro en San Juan de la Maguana, República Dominicana, 2017-2018

Tratamientos	Rango	Media	
RD-209149-AX-1	5.00	1.25	a
SEN 53	11.00	2.75	a b
SEN 60	13.00	3.25	b c
RD209201-1-1-1	15.00	3.75	b c d
A-429*	20.00	5.00	d e
RD-209149-AX-5-7	21.00	5.25	d e f
RD-209202-6	28.00	7.00	g
RD-209149-AX-10	32.00	8.00	g h
RD-209149	37.00	9.25	h i
RD-209149-AX-5	39.00	9.75	i j
ARROYO LORO NEGRO**	45.00	11.25	j k
RD-209149-AX-11	46.00	11.50	k

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Freidman = 6.720, $p < 0.05$)

53, SEN 60, RD-209201-1-1, A-429, RD-209149-5-7, con rango de 11, 13, 15, 20 y 21 %, respectivamente, de incidenciass, resultaron iguales entre sí y más tolerante a la enfermedad que el testigo susceptible 'Arroyo Loro Negro', el cual presentó un alto nivel susceptibilidad con un 45% de plantas infectadas. Estos resultados coinciden con los reportados por Nin et al. (2014), quienes, en pruebas de ensayos de rendimiento de materiales de granos negros, encontraron resultados similares a los obtenidos en esta investigación. Tabla 3.

Resultados de Morales y Singh (1993), indican que el amplio rango de respuestas a la infección por BGYMV, obtenido a partir de cruces con distintas fuentes de genes de resistencia, sugiere que la resistencia al BGYMV es controlada por múltiples genes que pudieran ser cuantitativos.

En la Tabla 4, se presentan los resultados de las evaluaciones sobre incidencia, rendimiento y calificación de las líneas evaluadas. Se destaca con el mayor valor de rendimiento la línea RD-209149-AX-1 con 1226.25 kg/ha, e incidencia de 5%, el cual se sitúa en la calificación de la escala de excelente, por encima del testigo susceptible Arroyo Loro Negro con solo 709 kg/ha, con una incidencia de 45% el cual se sitúa como intermedio en la escala de calificación.

Otro grupo de materiales muestran valores de resistencia bueno en la escala utilizada para valorar el virus del mosaico dorado del frijol (VMDF), se destacan los genotipos SEN-53, y SEN-60 con valores de rendimiento de 1,042.25, y 1,020.00 kg/ha, respectivamente, con incidencia al VMDF de 11 y 13% con calificación en la escala para el virus de bueno.

El genotipo RD-209149-AX-11, que a pesar de presentar una alta incidencia al virus del mosaico dorado (46%), se sitúa dentro de la escala con la calificación intermedio, el cual expresó un alto potencial de rendimiento de 1,031.33 kg/ha. Este genotipo con esta alta incidencia del virus alcanzó un alto rendimiento se explica en que el virus no se presentó de forma agresiva en las primeras etapas del cultivo, sin embargo, en la fase final reproductiva fue muy agresivo pasando de 12 plantas a 67 plantas infectadas.

Se encontró una correlación negativa media ($r=-0.62$) ($p=0.03$), entre la incidencia y el rendimiento en las líneas evaluadas. lo que demuestra que a medida que aumenta el porcentaje de plantas enfermas disminuye el rendimiento. Estos resultados son similares a los reportados por Lopez-Galván (2002), quien observó una asociación negativa intermedia y significativa entre la incidencia y el rendimiento de granos en el VMDF ($r = -0.50$). Tabla 5

Tabla 4. Comparación entre incidencia (%) y rendimiento kg/ha con relación a la escala del virus de mosaico dorado para las 12 líneas de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo negro, en San Juan de la Maguana 2017-2018

Tratamientos	Incidencia de la escala %	Incidencia %	Rendimiento kg/ha	Calificación de incidencia
RD-209149-AX-1	1-10	5.00	1226.25	Excelente
SEN 53	11-25	11.00	1042.25	Bueno
SEN 60	11-25	13.00	1020.00	Bueno
RD209201-1-1-1	11-25	15.00	978.75	Bueno
A-429*	11-25	20.00	775.75	Bueno
RD-209149-AX-5-7	11-25	21.00	1148.75	Bueno
RD-209202-6	26-40	28.00	781.25	Bueno
RD-209149-AX-10	26-40	32.00	701.50	Bueno
RD-209149	26-40	37.00	797.75	Bueno
RD-209149-AX-5	26-40	39.00	785.25	Bueno
ARROYO LORO NEGRO**	41-60	45.00	709.00	Intermedio
RD-209149-AX-11	41-60	46.00	1031.33	Intermedio

Tabla 5. Coeficiente de Correlación de Pearson para la incidencia del virus mosaico dorado amarillo de la habichuela y el rendimiento en San Juan de la Maguana, República Dominicana, período 2017-2018.

% Incidencia: Rendimiento kg/ha		
Incidencia %	1.00	$\rho = 0.03$
Rendimiento kg/ha	$r = -0.62$	1.00

II. Días a floración

En el análisis de varianza realizado para el estudio de días a floración muestra diferencias estadísticas significativas (DMS= 0.88207, $p > 0.05$). Las líneas SEN-53, RD-209201-1-1, SEN-60, RD-209149-AX-1, RD-209202-6 con 40.00, 40.25, 40.50, 40.75 y 41.00 días a floración respectivamente resultaron ser las más precoces estadísticamente en comparación con A-429, RD-209149-5-7, RD-209149-AX-11, RD-209149, RD-209149-AX-5, RD-209149-AX-10 y ARROYO LORO NEGRO, la cuales fueron las más tardías con 42.00, 42.75, 43.00, 43.50, 44.00, 44.00 y 44.25 días a floración, respectivamente, resultando iguales entre sí. Tabla 6.

Tabla 6. Comparación de medias para los días a floración con relación al virus del mosaico dorado de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo negro. San Juan de la Maguana, República Dominicana, 2017-2018.

Tratamientos	Media	
SEN-53	40.00	a
RD-209201-1-1	40.25	a b
SEN-60	40.50	a b
RD-209149-AX-1	40.75	a b
RD-209202-6	41.00	b
A-429*	42.00	c
RD-209149-5-7	42.75	c d
RD-209149-AX-11	43.00	c d e
RD-209149	43.50	d e f
RD-209149-AX-5	44.00	e f
RD-209149-AX-10	44.00	e f
ARROYO LORO NEGRO**	44.25	f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (DMS= 0.88207, $p > 0.05$)

III. Vainas/planta

Para la variable vainas/plantas, los análisis muestran diferencias estadísticas significativa (DMS= 2.93410) ($p \geq 0.05$), entre los tratamientos, la línea RD-209201-1-1, resultó con el mayor número de vainas/plantas con una media de 15.65, resultando estadísticamente superior a la línea SEN 53, la cual resultó con 9.71 vainas por planta, las demás líneas resultaron iguales entre sí. Tabla 7.

Tabla 7. Comparación de medias para la variable vainas/plantas con relación al virus del mosaico dorado de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo negro. San Juan de la Maguana, República Dominicana, 2017-2018

Tratamientos	Media	
SEN-53	9.71	a
RD-209149-AX-1	10.74	a b
ARROYO LORO NEGRO**	11.18	a b c
RD-209149-AX-11	11.21	a b c
RD-209149	11.23	a b c
RD-209149-AX-10	11.68	a b c
RD-209202-6	12.26	a b c d
RD-209149-AX-5	12.77	b c d e
SEN-60	13.69	c d e
A-429*	13.79	c d e
RD-209149-5-7	15.15	d e
RD-209201-1-1	15.65	e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (DMS= 0.88207, $p > 0.05$)

IV. Granos/vaina

Para la variable granos/vaina, los análisis muestran diferencias estadísticas significativa entre los tratamientos, (DMS= 0.63803, $p > 0.05$). El genotipo ARROYO LORO NEGRO con 6.35 granos/vaina, resultó ser superior estadísticamente a la línea RD-209201-1-1 con 4.51 granos/vaina, las demás líneas resultaron estadísticamente ser iguales entre sí. Tabla 8.

V. Peso de 1000 semillas

El análisis de varianza realizado para el estudio de peso de 1000 semillas muestra diferencias estadísticas significativa (DMS= 19.01810 $p > 0.05$). La línea RD-209202-6 con 219.68 g, superó al testigo susceptible ARROYO LORO NEGRO con 129.40 g. Tabla 9.

Tabla 8. Comparación de medias para la variable granos/vaina con relación al virus del mosaico dorado de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo negro. San Juan de la Maguana, República Dominicana, 2017-2018

Tratamientos	Media	
RD-209201-1-1	4.51	a
RD-209149-5-7	4.71	a b
A-429*	4.84	a b c
RD-209202-6	4.85	a b c
SEN-53	5.28	b c d
RD-209149-AX-5	5.38	c d
SEN-60	5.42	c d
RD-209149	5.49	d
RD-209149-AX-1	5.57	d
RD-209149-AX-10	5.57	d
RD-209149-AX-11	5.72	d e
ARROYO LORO NEGRO**	6.35	e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (DMS= 0.63803, $p > 0.05$)

Tabla 9. Comparación de medias para la variable peso 1000 semillas con relación al virus del mosaico dorado de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo negro. San Juan de la Maguana, República Dominicana, 2017-2018

Tratamientos	Media (gramos)	
ARROYO LORO NEGRO**	129.40	a
RD-209149-AX-5	145.77	a b
RD-209149-AX-10	147.92	a b
RD-209149	149.53	b
A-429*	152.66	b
RD-209149-AX-11	165.73	b c
RD-209149-5-7	185.00	c d
RD-209201-1-1	187.92	d
RD-209149-AX-1	190.20	d
SEN-53	193.50	d
SEN-60	195.84	d
RD-209202-6	219.68	e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (DMS= 0.63803, $p > 0.05$)

VI. Rendimiento en grano (kg/ha)

En la variable rendimiento en grano, los resultados de las evaluaciones realizadas a las 12 líneas de habichuela tipo negro en San Juan de la Maguana, se encontró diferencias estadísticas significativa ($p > 0.05$, $DMS=210.58912$). Se destacan los rendimientos de RD-209149-AX-1 y RD-209149-5-7, con 1226.25 y 1148.75 kg/ha, respectivamente, superiores a los testigos 'Arroyo Loro Negro', testigo absoluto y el testigo relativo A-429 con 709.00 y 765.75 kg/ha, respectivamente. Resultados similares fueron obtenidos por Morales (2000), quien evaluó el rendimiento en variedades tipo negro logró tolerancia al efecto abortivo de las flores, la deformación de las vainas y la tolerancia a la infección por BGMV, produciendo aceptablemente a pesar de estar las plantas infectadas. Tabla 10.

CONCLUSIONES

En la evaluación de los síntomas del mosaico dorado amarillo, ninguna de las líneas resultaron inmune al virus (VMDAF). El tiempo de aparición de los síntomas fue diferente para cada una de las líneas. Del total de las líneas evaluadas dentro de la escala, la línea RD-209149-AX-1 resultó resistentes con 5% de incidencia al VMDAF y con el mayor rendimiento de 1,226.25 kg/ha. Los materiales SEN-53, SEN 60, RD-209201-1-1, A-429, RD-209149-5-7, con rango de 11, 13, 15, 20 y 21 % de incidencia, respectivamente, mostraron tolerancia al virus, situándose dentro de la escala de evaluación al virus como bueno.

RECOMENDACIONES

La línea RD-209149-AX-1 debe ser evaluada en ensayos genotipo/ambiente y, posteriormente, en pruebas semi-comerciales, por su potencial de rendimiento y resistencia al VMDAF. Seguir trabajando las líneas SEN-53, SEN 60, RD-209201-1-1, A-429, RD-209149-5-7 por su alto potencial de rendimiento y tolerancia al VMDAF.

LITERATURA CITADA

- Anzoátegui, T.; Ortubé, J. 1997. Logros, problemas y perspectivas del mejoramiento de frijol en Bolivia. In: Singh, Shree P; Voysest V., Oswaldo (eds.). Taller de Mejoramiento de Frijol para el Siglo XXI: Bases para una Estrategia para América Latina (1996, Cali, Colombia). [Trabajos presentados]. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. Pp. 232-234.
- Godoy, G. 2015. IDIAF dispone de tecnología para manejo de enfermedad mosaico dorado en habichuela. (En Línea). Revisado el 10 de enero del 2019. Disponible en: <https://www.diariolibre.com/actualidad/idiat-dispone-de-tecnologas-para-manejo-de-enfermedad-mosaico-dorado-en-habichuelas-AGDL976251>
- Holdridge, L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). San José, CR. 216 p.
- Coniaf (Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, DO). 2015. Socialización de resultados de tres proyectos en habichuela. Santo Domingo, DO. 116 p.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, MX). 2001. Adopción de variedades mejoradas de frijol en la región de la Fraylesca, INIFAP-Profrijol. Ocozacoautla, Chiapa, MX.
- Montero, T. 1994. Reseña histórica del mosaico dorado del frijol. Avances de investigación 1994. CIAT. (pág. 1). Cali, CO.
- Morales, F. 1994. Importancia del frijol en América Latina: Reseña histórica del mosaico dorado del frijol. Tropical. Avances de investigación. 1994. CIAT. (págs. 1-4,86-71). Cali, CO.

Tabla 10. Comparación de medias para la variable rendimiento en en grano (kg/ha) con relación al virus del mosaico dorado de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo negro. San Juan de la Maguana, República Dominicana, 2017-2018

Tratamientos	Media (gramos)	
RD-209149-AX-10	701.50	a
ARROYO LORO NEGRO**	709.00	a b
A-429*	765.75	a b c
RD-209202-6	781.25	a b c d
RD-209149-AX-5	785.25	a b c d
RD-209149	797.75	a b c d
RD-209201-1-1	978.75	b c d e
SEN-60	1020.00	c d e
RD-209149-AX-11	1031.33	c d e
SEN-53	1042.25	d e
RD-209149-5-7	1148.75	e
RD-209149-AX-1	1226.25	e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$, $DMS=210.58912$)

Morales F. 2000. Métodos de control de begomovirus del frijol. En: F. J. Morales (Ed.) El Mosaico Dorado y otras enfermedades del frijol común causadas 83 por geminivirus transmitidos por mosca blanca en la América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Pp. 133-154.

Morales, F.; Singh, S. 1991. Genetics of resistance to bean golden mosaic virus in *Phaseolus vulgaris* L. *Euphytica*. 52: 113-117.

Murguido, C.; Vázquez, L.; Elizondo, A.; Neyra, M.; Velázquez, Y.; Pupo, E.; Reyes, S.; Rodríguez, I.; Toledo, C. 2002. Manejo integrado de plagas de insectos en el cultivo del frijol. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal Cuba. *Fitosanidad* 6 (3): 29-39. (En Línea). revisado el 10 de enero del 2019. Disponible en: <http://www.actaf.co.cu/revistas/fitosanidad/2002/2002-6-3/Art.%203.pdf>

Nin, J. C., Mateo, A. y Nova, S. (2007). Obtención de nuevas variedades de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) en la República Dominicana. Informe de Proyecto. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. San Juan, República Dominicana.

Nin, J.; Mateo, A. 2014. Socialización de Resultados de Investigación de Tres Proyectos en Habichuela. Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF). Santo Domingo. DO. 116 p

Di Rienzo, J; Casanoves, F; Balzarini, M; González, L; Tablada, M; Robledo, C. 2008. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.

SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO). 1982. Estudio de suelo del valle de San Juan. Clasificación y altitud para el uso y manejo. Santo Domingo, DO.

Villar, S.; López, S.; Acosta, G. 2003. Selección de genotipos de frijol por rendimiento y resistencia al mosaico dorado y suelos ácidos. *Fitotecnia Mexicana* 26(2): 109-114. (En Línea). revisado el 10 de enero del 2019. Disponible en: <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/26-2/6a.pdf>

Voyses, O. 1997. Fundamento de un eficiente sistema de pruebas de germoplasma de frijol. Taller de mejoramiento de frijol para el siglo XXI: Bases para una estrategia para América Latina. CIAT. (pág. 417). Cali, CO. (En Línea). revisado el 10 de enero del 2019. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Taller_de_Mejoramiento_de_Frijol_Paa_El.pdf

Voyses, O. 2000. Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) : Legado de variedades de América Latina 1930-1999. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT). Cali, CO. 128 p. (En Línea). revisado el 10 de enero del 2019. Disponible en: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/54161/Mejoramiento_genetico_del_frijol.pdf?sequence=1&isAllowed=y

