

Caracterización de cultivares de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) por su resistencia a *Xanthomonas phaseoli* (Smith)

Characterization of bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) for their resistance to *Xanthomonas phaseoli* (Smith)

Ada Medina^{1*}, Catalina Ramis^{2*}, Anna Maselli^{3**}

*Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101, Aragua, Venezuela

**Instituto de Investigaciones Agrícolas - Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA-CENIAP). Maracay 2101. Aragua, Venezuela

RESUMEN

La producción de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) se ha visto afectada por la incidencia de enfermedades como la bacteriosis común causada por *Xanthomonas phaseoli*. Con el fin de identificar cultivares con resistencia a este patógeno, se utilizaron 95 accesiones conservadas en dos bancos de germoplasma ubicados en Maracay, estado Aragua, Venezuela que incluyeron cultivares locales, semi domesticadas y líneas avanzadas. Para su evaluación se midió el tamaño de mancha y área foliar afectada (AFA) desde el momento de la aparición de los síntomas, cada dos días hasta 21 días después de la inoculación (ddi) en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Lo anterior permitió representar gráficamente la dinámica de avance de la enfermedad bacteriana, establecer el momento de máxima intensidad de la sintomatología, calcular el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y el promedio de las evaluaciones. Para el procesamiento de los datos se usó análisis de varianza y prueba de comparación entre medias de Duncan. El momento de máxima intensidad de la sintomatología fue a los 20 ddi con diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$) para todas las evaluaciones de tamaño de

ABSTRACT

Bean production (*Phaseolus vulgaris* L.) has been affected by the incidence of diseases such as common bacterial blight caused by *Xanthomonas phaseoli*. In order to identify cultivars with resistance to this pathogen, 95 accessions conserved in germplasm banks in Venezuela were characterized, including local cultivars, semi-domesticated and advanced lines. The spot size and percentage of leaf area infected (%LAI) were measured from the moment the symptoms appeared, every two days until 21 days after inoculation (dai) in a randomized complete block design with three replications. So the dynamics of the pathogen and the moment of highest disease intensity level was established. Other analysis such as the area under disease progress curve (AUDPC) and the average of all the evaluations were also estimated. For data processing, Duncan's analysis of variance and comparison of means were used. The moment of highest intensity level was at 20 dai with highly significant differences in all evaluations for spot size. Similarly, there were highly significant differences for ABCPE and average for the LAI variable. This permitted the selection of three cultivars by their smaller lesions measured as spot size and/or LAI. Therefore,

Correspondencia: Ada Medina

E-mail: amaumed@gmail.com; Telf: +58 0412 4620096

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0000-0003-0227-1325>

² <https://orcid.org/0009-0002-9152-8937>

³ <https://orcid.org/0009-0004-3152-3653>

Recepción: 11-11-2024

Aceptado: 04-04-2025

Publicado: julio, 2025

<https://doi.org/10.63327/RFA/V51.1.2025.01>

Esta Revista se publica bajo el auspicio del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, UCV

mancha. Asimismo, se presentaron diferencias altamente significativas para ABCPE y promedio para la variable AFA. Esto permitió seleccionar tres cultivares por su menor tamaño de mancha y/o AFA. Por tanto, la variación en cuanto al comportamiento de las accesiones ante *X. phaseoli* permitió establecer diferencias en la resistencia, destacándose algunas accesiones que fueron seleccionadas como progenitores para el diseño de una población premeorada por presentar alelos de resistencia ante el patógeno.

Palabras clave: enfermedad bacteriana, premejoramiento genético, valorización de germoplasma.

INTRODUCCIÓN

La caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) ha sido por generaciones parte de la cultura culinaria del pueblo venezolano y es una fuente de proteínas importante consumida por todos los estratos socioeconómicos del país, aportando cerca del 5% de las proteínas, además de hierro (6-7%) y vitamina B1 (3%) (Pérez *et al.*, 2013). Pese a su importancia, su producción ha ido disminuyendo en el transcurso de los años, siendo las enfermedades el principal factor en la reducción de sus rendimientos (Aguilar *et al.*, 2019).

Una de las enfermedades de más amplia distribución es la bacteriosis común ocasionada por *Xanthomonas phaseoli*, con pérdidas significativas en el rendimiento por su grado de incidencia y severidad, siendo el principal factor de disminución de la producción mundial (Aguilar *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2021; Pérez *et al.*, 2023). En Venezuela es una de las enfermedades de más amplia distribución (Pérez *et al.*, 2013; Hernández, 2022). Esto ha motivado el desarrollo de estudios sobre las interacciones patógeno hospedero (Móvil *et al.*, 2005) y herencia de la resistencia en poblaciones segregantes (Lagarde *et al.*, 2010; Castañeda *et al.*, 2014), determinándose que el carácter de resistencia a la bacteriosis común viene dado por la presencia de un gen mayor de resistencia, más un conjunto de poligenes de efecto menor. Por tanto, las poblaciones básicas de caraota generadas mediante cruzamiento de materiales de buen comportamiento agronómico con materiales resistentes a *Xanthomonas*, permiten generar en el corto plazo nuevos cultivares resistentes a la enfermedad.

the variation in the behavior of the accessions against *X. phaseoli* revealed differences in resistance, highlighting some accessions that could be selected as parents in the design of a basic population due to presenting resistance alleles against the pathogen.

Key words: Bacterial disease, germplasm valorization, pre-breeding program.

En este sentido, el Instituto de Genética de la Universidad Central de Venezuela (IGEN-UCV) continúa realizando programas de mejoramiento genético en el cultivo. Producto de la continuación del proceso de endogamia y selección en evaluaciones sobre resistencia a la bacteria y rendimiento, actualmente el IGEN-UCV, cuenta con cultivares registrados ante la Comisión Nacional de Semillas (CONASEM), que ya han sido evaluados en dos ensayos de validación agronómica de cultivares (EVAC) (Ramis y Medina, 2021).

Sin embargo, es importante continuar con la caracterización y evaluación de germoplasma disponible en los bancos de germoplasma del país para la identificación de genotipos o accesiones con características favorables. Esto permitirá su incorporación como parentales en los programas de premejoramiento genético, lo cual es señalado por Pritsch (2001) como valorización genética de germoplasma. En tal sentido, el presente trabajo tiene como objetivo caracterizar genotipos de caraota por su resistencia a la bacteriosis común a partir de 95 accesiones que incluyen distintos tipos de cultivares conservados en bancos de germoplasma de Venezuela, a fin de identificar genotipos resistentes al patógeno que sirvan como progenitores en programas de premejoramiento genético.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se utilizaron 95 accesiones de *Phaseolus vulgaris* L. conservadas en forma de semillas (Cuadro 1) procedentes de los bancos de germoplasma de la Unidad de Conservación de Recursos Fitogenéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA – CENIAP) y del Instituto de Genética (IGEN), Facultad de

Agronomía (FAGRO), Universidad Central de Venezuela (UCV). Ambos bancos se encuentran ubicados en Maracay, estado Aragua e incluyeron 65 cultivares locales, 8 semi domesticados y 22 líneas avanzadas.

Preparación de inóculo

La preparación del inóculo se realizó en la Unidad de Protección Vegetal del INIA – CENIAP y los ensayos de resistencia en el umbráculo del IGEN, FAGRO, UCV, ambos en Maracay, estado Aragua. De la colonia pura de *X.*

phaseoli, se preparó una suspensión bacteriana con agua destilada estéril, de 24 horas de crecimiento. A partir de estas, se preparó una suspensión agregándole una gota de Tween 80, hasta llegar a una concentración de 10^8 ufc.ml⁻¹, medida en el espectrofotómetro, a una lectura entre 0,2 y 0,3 D.O (rango aproximado para inoculaciones en bacterias), y 460 nm de longitud de onda (Movil *et al.*, 2005). La unidad experimental consistió en tres plantas por bolsa de polietileno con tierra estéril (capacidad de 5 kg), con tres repeticiones para un total de 9 plantas por tratamiento en un diseño de bloques completos al azar.

Cuadro 1. Identificación de las accesiones y testigos de *Phaseolus vulgaris* L. utilizados en este estudio.

Accesión	Procedencia	Identificación	Tipo de cultivar	Banco
I-1983	Carabobo	MGM-01-98-004	Cultivar Local	INIA
I-1984	Carabobo	MGM-01-98-007	Cultivar Local	INIA
I-1996	Carabobo	MGM-01-98-021	Cultivar Local	INIA
I-1997	Carabobo	MGM-01-98-022	Cultivar Local	INIA
I-1998	Carabobo	MGM-01-98-023	Cultivar Local	INIA
I-2005	Aragua	DP-01-98-010	Cultivar Local	INIA
I-2019	Aragua	MGM-02-99-06	Cultivar Local	INIA
I-2031	Carabobo	MGM-03-99-10	Cultivar Local	INIA
I-2043	Lara	MEM-01-00-08	Cultivar Local	INIA
I-2100	Lara	MEM-02-00-23	Cultivar Local	INIA
I-2133	Cojedes	MGM-05-01-08	Cultivar Local	INIA
I-2139	Miranda	DP-03-01-004	Cultivar Local	INIA
I-2152	Lara	MEM-03-01-10	Cultivar Local	INIA
I-2153	Lara	MEM-03-01-11	Cultivar Local	INIA
I-2155	Lara	MEM-03-01-14	Cultivar Local	INIA
I-2162	Trujillo	CQ-04-01-01	Cultivar Local	INIA
I-2164	Trujillo	CQ-05-01-02	Cultivar Local	INIA
I-2180	Yaracuy	MS-03-01-09	Cultivar Local	INIA
I-2208	Apure	AB-02-01-017	Cultivar Local	INIA
I-2222	Lara	MEM-03-02-022	Cultivar Local	INIA
I-2226	Sucre	MGM-08-02-001	Cultivar Local	INIA
I-2231	Sucre	MGM-08-02-010	Cultivar Local	INIA
I-2232	Sucre	MGM-08-02-012	Cultivar Local	INIA
I-2239	Monagas	MGM-08-02-026	Cultivar Local	INIA

Continuación Cuadro 1.

Accesión	Procedencia	Identificación	Tipo de cultivar	Banco
I-2240	Monagas	MGM-08-02-027	Cultivar Local	INIA
I-2242	Monagas	MGM-08-02-029	Cultivar Local	INIA
I-2245	Monagas	MGM-08-02-032	Cultivar Local	INIA
I-2247	Sucre	MGM-08-02-037	Cultivar Local	INIA
I-2248	Sucre	MGM-08-02-038	Cultivar Local	INIA
I-2254	Sucre	MGM-08-02-056	Cultivar Local	INIA
I-2257	Sucre	MGM-08-02-068	Cultivar Local	INIA
I-2261	Sucre	MGM-08-02-072	Cultivar Local	INIA
I-2263	Sucre	MGM-08-02-077	Cultivar Local	INIA
I-2264	Sucre	MGM-08-02-078	Cultivar Local	INIA
I-2275	Sucre	MGM-08-02-096	Cultivar Local	INIA
I-2276	Miranda	MGM-08-02-097	Cultivar Local	INIA
I-2287	Barinas	MGM-10-02-010	Cultivar Local	INIA
I-2309	Mérida	MGM-10-02-034	Cultivar Local	INIA
I-2334	Mérida	MGM-10-02-062	Cultivar Local	INIA
I-2350	Mérida	MGM-10-02-078	Cultivar Local	INIA
I-2352	Mérida	MGM-10-02-082	Cultivar Local	INIA
I-2356	Mérida	MGM-10-02-088	Cultivar Local	INIA
I-2358	Mérida	MGM-10-02-090	Cultivar Local	INIA
I-2360	Mérida	MGM-10-02-092	Cultivar Local	INIA
I-2368	Mérida	MGM-10-02-102	Cultivar Local	INIA
I-2371	Mérida	MGM-10-02-105	Cultivar Local	INIA
I-2373	Mérida	MGM-10-02-107	Cultivar Local	INIA
I-2374	Mérida	MGM-10-02-108	Cultivar Local	INIA
I-2375	Mérida	MGM-10-02-109	Cultivar Local	INIA
I-2377	Mérida	MGM-10-02-111	Cultivar Local	INIA
I-2534	Táchira	DP-06-06-058	Cultivar Local	INIA
I-2568	Táchira	DP-06-06-103	Cultivar Local	INIA
I-2579	Táchira	DP-06-06-116	Cultivar Local	INIA
I-2581	Táchira	DP-06-06-119	Cultivar Local	INIA
I-2583	Táchira	DP-06-06-121	Cultivar Local	INIA
I-2584	Táchira	DP-06-06-123	Cultivar Local	INIA
I-2589	Táchira	NY-01-06-01	Cultivar Local	INIA
I-2592	Táchira	NY-01-06-04	Cultivar Local	INIA
I-2595	Táchira	NY-01-06-08	Cultivar Local	INIA
I-2598	Táchira	NY-01-06-11	Cultivar Local	INIA

Continuación Cuadro 1.

Accesión	Procedencia	Identificación	Tipo de cultivar	Banco
I-2627	Táchira	NY-02-07-008	Cultivar Local	INIA
I-2646	Aragua	DON-17-07-002	Cultivar Local	INIA
I-2647	Aragua	DON-17-07-003	Cultivar Local	INIA
I-2670	Aragua	CGM-01-07-004	Cultivar Local	INIA
I-2681	Lara	DON-22-07-013	Cultivar Local	INIA
I-2654	Colombia	DOR-45	Línea Avanzada CIAT	UCV
I-2655	Colombia	BAT-139	Línea Avanzada CIAT	UCV
I-2656	Colombia	BAT-871	Línea Avanzada CIAT	UCV
I-2657	Colombia	BAT-971	Línea Avanzada CIAT	UCV
I-2659	Colombia	DOR-24	Línea Avanzada CIAT	UCV
I-2660	Colombia	BAT-147	Línea Avanzada CIAT	UCV
I-2661	Colombia	BAT-913	Línea Avanzada CIAT	UCV
I-2662	Colombia	BAT-68	Línea Avanzada CIAT	UCV
I-2665	Colombia	BAT-1037	Línea Avanzada CIAT	UCV
I-2667	Colombia	DOR-44	Línea Avanzada CIAT	UCV
UCV MEM*L8		MEM 0301014 x Línea 8 F2:4	Línea Avanzada UCV	UCV
UCV 27		XAN154 x MEM3031013F2:7	Línea Avanzada UCV	UCV
UCV 56		XAN154 x MEM3031013F2:7	Línea Avanzada UCV	UCV
UCV 88		XAN154 x MEM3031013F2:7	Línea Avanzada UCV	UCV
UCV 96		XAN154 x MEM3031013F2:7	Línea Avanzada UCV	UCV
UCV 100		XAN154 x MEM3031013F2:7	Línea Avanzada UCV	UCV
Gen 3		DOR-440 x RIZ-86 (SA016F2-1-1-MS-6-3)	Línea Avanzada INIA	INIA
Gen 10		EMP-414 x NAG-8 (SA018F2-3-4-1-3-1-2)	Línea Avanzada INIA	INIA
Gen 12		EMP-414 x NAG-8 (SA018F2-3-5-MS-MS-MS)	Línea Avanzada INIA	INIA
Gen 16		XAN-222 x DOR-470 (SA024F2-19-2-5-10-6-3-2)	Línea Avanzada INIA	INIA
Gen 18		EMP-414 x DOR-500 (SA029F2-MS-MS-MS-MS)	Línea Avanzada INIA	INIA
Gen 19		SELECCIÓN 13	Línea Avanzada INIA	INIA
I-2606	Táchira	PB-01-06-006	Semi domesticada	INIA
I-2740	Mérida	JMP-01-08-002	Semi domesticada	INIA
I-2494	Lara	DON-12-06-010	Semi domesticada	INIA
I-2251	Sucre	MGM-08-02-044	Semi domesticada	INIA
I-2032	Carabobo	MGM-03-99-011	Semi domesticada	INIA
I-2034	Portuguesa	JA-01-00-009	Semi domesticada	INIA
I-2195	Falcón	AB-01-01-014	Semi domesticada	INIA
I-2146	Miranda	DP-03-01-019	Semi domesticada	INIA
XAN 154 ¹			Línea Avanzada CIAT	UCV
Tacarigua ²		Ven 44	Comercial	UCV

¹Testigo resistente, ²Testigo susceptible.

Método de Inoculación

Al obtener la suspensión del inóculo, se procedió a los 15 días después de la siembra (dds) a realizar una leve presión sobre las dos hojas protófilas de las plantas, con la ayuda de un cojín de alfileres con algodón impregnado de la suspensión bacteriana (López, 2003). Seguidamente, se aplicaron dos aspersiones del inóculo con un aspersor Devilbiss sobre la herida causada en cada hoja permitiendo así la entrada de la bacteria al tejido celular. Las plantas inoculadas y los testigos, susceptible ('Tacarigua') y resistente (XAN154), permanecieron bajo condiciones de cámara húmeda a 32°C y 95% HR en promedio durante 6 días. Posteriormente, bajo condiciones ambientales naturales de humedad (32–34°C y 80% de HR promedio) en el mismo umbráculo.

Evaluación de la resistencia a *Xanthomonas phaseoli*

Se evaluaron las variables tamaño de la mancha foliar y porcentaje del área foliar afectada (AFA). Ambas evaluaciones fueron medidas desde el momento de la aparición de los síntomas, cada dos o tres días hasta 21 días después de la inoculación (ddi). Para el tamaño de la mancha se midió el diámetro mayor de la mancha en milímetros (mm) (Figura 1a). Por su parte, el porcentaje de AFA se estimó visualmente con la ayuda de un diagrama diseñado para tal fin (Figura 1b) tomando en cuenta la escala visual arbitraria (con nueve grados del daño) propuesta por López (2003), donde 1 = completamente resistente (sin lesión), 3 = resistencia moderada (lesión 13-25,5%), 5 = baja susceptibilidad

(lesión 39-51,5%), 7 = alta susceptibilidad (lesión 65-77,5%) y 9 = susceptibilidad severa (lesión 91%). Con los valores obtenidos de tamaño de mancha y porcentaje AFA, se estableció gráficamente la dinámica de avance de la enfermedad. Esto permitió además establecer el momento de máxima intensidad de la sintomatología.

Adicionalmente, ambas variables (mm y %) fueron utilizadas para calcular el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) y el promedio de todas las evaluaciones realizadas en cada unidad experimental.

La estimación del ABCPE se logró aplicando el método de integración trapezoidal (Campbell y Maddel, 1990), usando la siguiente ecuación:

$$ABC = \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_{i+1} + X_i}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

donde, X_i es la proporción de la enfermedad en la i -ésima observación; $t_{i+1} - t_i$ es el tiempo (días) entre dos lecturas; i es la i -ésima observación, y n es el número total de evaluaciones.

El ABCPE se expresa en términos de proporción o cantidad de enfermedad por tiempo, donde los valores más altos indican un mayor desarrollo de la enfermedad en un tiempo determinado (López *et al.*, 2021).

Finalmente, con los datos obtenidos se realizó un Análisis de Varianza (Fisher, 1966) para ambas



Figura 1. Medición de la mancha en lámina foliar a partir de los puntos de inoculación (a) tamaño, (b) porcentaje de área foliar afectada.

variables (mm y %), según modelo lineal aditivo: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$, donde, μ = Media general, τ_i = Efecto de la i -ésima accesión, β_j = Efecto del j -ésimo bloque, ε_{ij} = Efecto del error experimental en la unidad j de la accesión i .

Al obtener diferencias significativas entre genotipos, se realizó una prueba de comparación entre medias de rangos múltiples de Duncan (Duncan, 1966) como discriminante entre los materiales a fin de identificar los grupos de accesiones con mayor resistencia. Para ello se utilizó el paquete estadístico de Infostat versión 2014 (Di Rienzo *et al.*, 2014).

A partir de estos resultados se seleccionaron como progenitores por sus características de resistencia a la bacteria *Xanthomonas phaseoli*, aquellas con menor tamaño de mancha foliar y/o porcentaje de área foliar evaluado al momento de máxima intensidad de la sintomatología, ABCPE y/o promedio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo de la enfermedad

A los siete días después de la inoculación se empezaron a evidenciar los síntomas característicos de la bacteriosis común de la caraota, resultados que coinciden con los descritos por Movil *et al.*, 2005; Lagarde *et al.*, 2010; Castañeda *et al.*, 2014; Aguilar *et al.*, 2019, Chen *et al.*, 2021 y Hernández, 2022. En la lámina foliar, a partir de los puntos de inoculación, se formaron manchas acuosas, que fueron creciendo de forma irregular a lo largo del periodo de observación, de color marrón rodeadas de un halo amarillento (Figura 2), que en algunos casos ocasionaron la caída de las hojas. Según Pérez *et al.*, 2023 esta sintomatología típica de la enfermedad se debe a que las bacterias penetran en las hojas a través de los estomas, en este caso por las heridas causadas con el cojín de alfileres; invaden los espacios intercelulares y causan una disolución gradual de la lámina media de la célula vegetal a través de la producción de enzimas pectinasas, las cuales inducen la aparición de necrosis en el tejido.

En general todas las accesiones presentaron síntomas de la enfermedad durante todo el periodo de observación, sin embargo, hubo gran variabilidad en

ambas variables durante el avance de la enfermedad (Figura 3). En las Figuras 4 y 5 se muestran los resultados de algunos genotipos representando las tendencias observadas en las accesiones evaluadas para el desarrollo de la enfermedad, medido por el tamaño de la mancha (mm) y por el área foliar afectada (%), respectivamente.



Figura 2. Síntomas de la enfermedad por *Xanthomonas phaseoli* en lámina foliar a partir de los puntos de inoculación.



Figura 3. Variación en el comportamiento de las accesiones de caraota ante *Xanthomonas phaseoli* durante el tiempo de evaluación de la enfermedad.

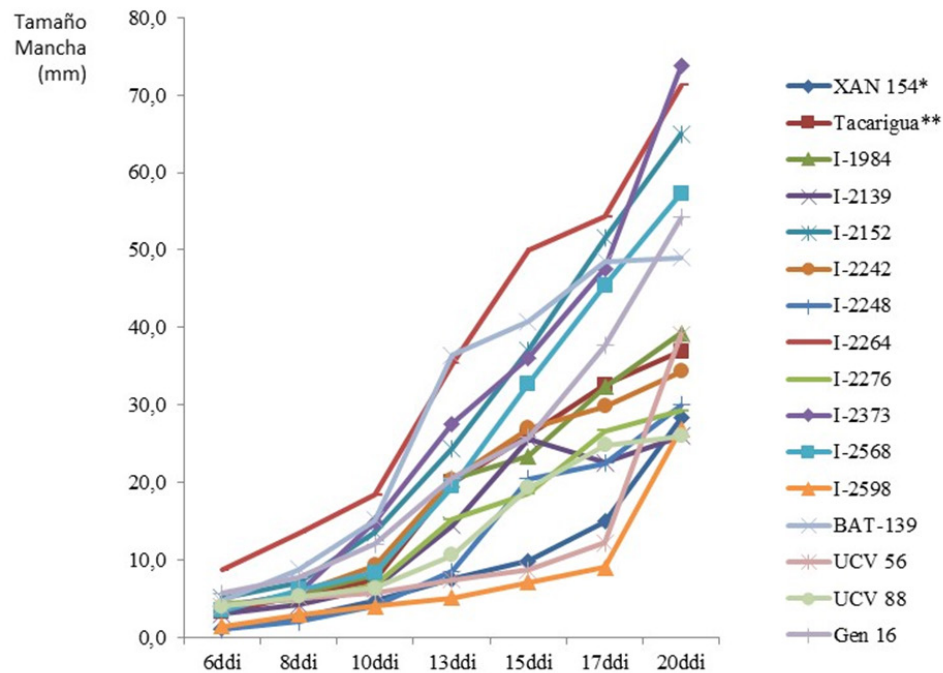


Figura 4. Desarrollo del tamaño de la mancha (mm) en accesiones de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculadas con *Xanthomonas phaseoli* a diferentes días después de la inoculación (ddi). *Testigo resistente, **: Testigo susceptible.

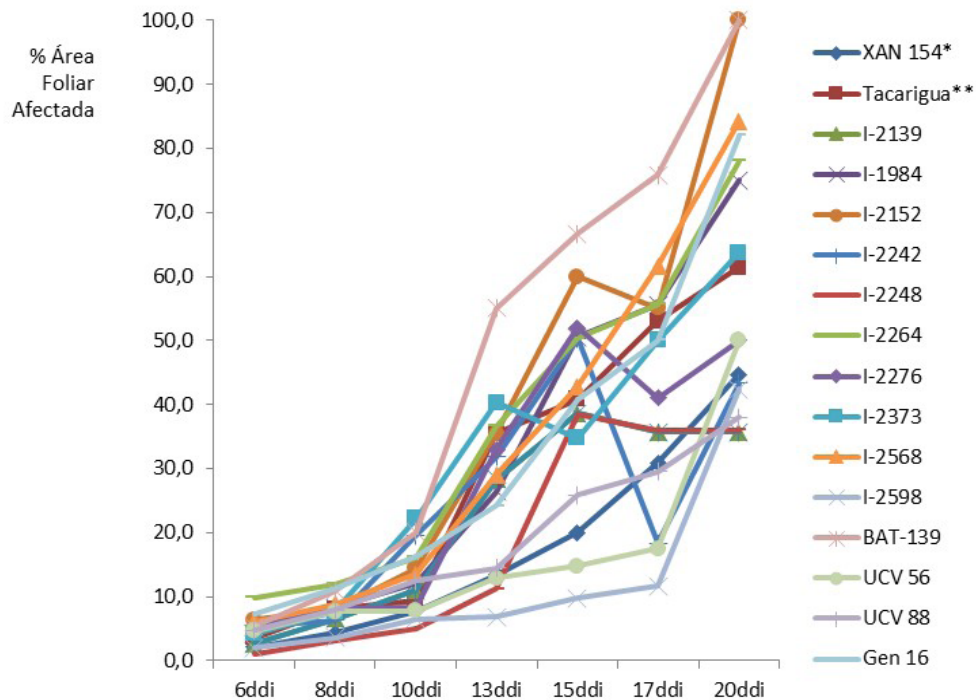


Figura 5. Desarrollo del área foliar afectada (%AFA) en accesiones de caraota *Phaseolus vulgaris* L.) inoculadas con *Xanthomonas phaseoli* a diferentes días después de la inoculación (ddi). *Testigo resistente, **: Testigo susceptible.

Algunas accesiones presentaron síntomas leves con un tamaño de mancha que no sobrepasó los 15mm y un área foliar afectada que no alcanzó el 20%, hasta los 17 días después de la inoculación (ddi). Hacia el final del desarrollo de la enfermedad alcanzaron un tamaño de mancha que no sobrepasó los 30mm y un valor igual o menor del 50% AFA, con un comportamiento similar al testigo resistente (XAN 154). Otro grupo de accesiones presentaron un desarrollo progresivo a lo largo de toda de la enfermedad llegando a alcanzar afectar hasta 50 mm de tamaño de mancha y 70% AFA hacia el final de la evaluación de la enfermedad, con un comportamiento similar al testigo susceptible (Tacarigua). Resultados similares fueron obtenidos en una población F2:4 (Castañeda *et al.*, 2014) y F3 (Lagarde *et al.*, 2010) de caraota, donde la población también mostró respuestas variables con algunos genotipos similares a los testigos. En ambas investigaciones, las familias evaluadas fueron obtenidas a partir del cruce entre un progenitor susceptible y uno resistente a *Xanthomonas phaseoli*.

Por otra parte, producto de este ensayo, también se observaron accesiones que presentaron un crecimiento exponencial de área foliar afectada a partir de tan solo 13 ddi alcanzando valores del 100% hacia el final de la evaluación y cuyos tamaños de mancha alcanzaron valores que sobrepasaron los 55mm, mostrando niveles de muy alta a severa susceptibilidad a *X. phaseoli* (Figuras 4 y 5). Asimismo, Movil *et al.* (2005) en un estudio sobre la reacción de la bacteria en 19 genotipos de caraota, realizando observaciones diarias para evaluar el desarrollo de la enfermedad a través de la pendiente de la curva de crecimiento, pudo evidenciar genotipos muy susceptibles con un desarrollo acelerado de la enfermedad, otros altamente resistentes con un mayor tiempo de aparición del síntoma y menor pendiente, y otros con un comportamiento intermedio.

Máxima intensidad de la sintomatología

El momento de máxima intensidad de la sintomatología para el periodo de observación considerado fue a los 20 ddi. Por tanto, fue la fecha utilizada para la evaluación de las variables de diámetro de mancha y AFA. Posterior a esa fecha,

debido a la defoliación o marchitamiento producido como consecuencia de la enfermedad, ambas variables se mantuvieron relativamente constantes. Resultados similares fueron obtenidos por Lagarde *et al.* (2010) y Castañeda *et al.* (2014) señalando como máximo desarrollo de la enfermedad a los 19 y 25 ddi, respectivamente.

Por otra parte, Pérez *et al.* (2023) al realizar evaluaciones sobre el desarrollo de la enfermedad a partir de la fase fenológica de floración en campo (Cuba), encontraron que las primeras plantas afectadas se observaron a los 37 dds con la mayor intensidad de infección a los 54 días dds. Estos autores señalan que la influencia de las variables climáticas (temperatura, humedad relativa y precipitaciones) favorecieron el desarrollo de la enfermedad en el cultivo.

Análisis de la varianza

Se cumplió con los supuestos del modelo lineal aditivo para ambas variables. Se observaron diferencias altamente significativas entre las accesiones para tamaño de mancha y porcentaje de área foliar afectada, durante las evaluaciones realizadas a los 20 ddi, el ABCPE y el valor promedio, con excepción del porcentaje de área foliar a los 20 ddi (Cuadro 2). El coeficiente de variación estuvo comprendido entre 30,77 y 38,56%.

Tamaño de mancha (mm)

Se observaron diferencias altamente significativas entre las accesiones para diámetro de mancha ($p \leq 0,01$) a los 20 ddi (Cuadro 2). En la prueba de Duncan (Cuadro 3) se evidenció la distribución de tres grupos, conformados de acuerdo a la diferencia entre sus valores promedios. Los cultivares locales I-2248, I-2139 e I-2598 mostraron los más bajos tamaños de mancha con valores menores de 26 mm (Grupo A), siendo estadísticamente similares al testigo resistente (XAN 154), cuyo tamaño de mancha promedio fue de 29,57 mm. Los valores mínimos y máximos promedios para el tamaño de la macha fueron 24,67 y 63,33, respectivamente. Un tercer grupo (BCD, CD y D) estuvo conformado por tres cultivares locales con los mayores valores de mancha foliar (superiores a los 66 mm), estadísticamente diferentes del primer grupo.

Cuadro 2. Análisis de la varianza tamaño de mancha y área foliar afectada tomando en cuenta el momento de máxima intensidad de la sintomatología (20 ddi), área bajo la curva del progreso de la enfermedad y el promedio por unidad experimental en accesiones de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) en respuesta a *Xanthomonas phaseoli*

Fuente de variación	gl	Tamaño (mm)			AFA (%)		
		20 ddi	ABCPE	Promedio	20 ddi	ABCPE	Promedio
Accesiones	96	239,35**	15811,11**	70,69**	712,19 ^{ns}	48531,5**	214,79**
Bloques	2	2210,06**	7328,17 ^{ns}	28,53 ^{ns}	822,88 ^{ns}	134637**	684,17**
Error	193	195,53	9505,1	0,66	701,98	28020,7	128,04
Total	291						
CV (%)		30,77	33,13	31,81	37,97	38,56	36,38
Media		45,44	294,27	20,6	69,96	442,55	31,1

gl: grados de libertad; AFA: área foliar afectada; ddi: días después de la inoculación; ABCPE: área bajo la curva del progreso de la enfermedad. **: diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$); ^{ns}: no significativa

Cuadro 3. Prueba de medias (DUNCAN) para las variables tamaño de mancha y área foliar afectada tomando en cuenta el momento de máxima intensidad de sintomatología (20 ddi), área bajo la curva del progreso de la enfermedad y el promedio por unidad experimental para la evaluación de la resistencia de accesiones de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) por su reacción ante *Xanthomonas phaseoli*.

Cultivar	Tamaño (mm)						AFA (%)			
	20 ddi		ABCPE		Promedio		ABCPE		Promedio	
	Medias	Grupo	Medias	Grupo	Medias	Grupo	Medias	Grupo	Medias	Grupo
I-2598	26,9	A	107,03	A	8,03	A	151,23	A	11,63	A
I-2248	24,67	A	179,57	AB	12,37	AB	294,3	ABCDE	20,5	ABCD
I-2139	26,67	A	211	ABCD	14,7	ABCD	427,86	ABCDEF	29,56	ABCDE
XAN 154 ¹	29,57	AB	160,89	AB	11,53	AB	212,59	AB	15,37	AB
UCV 56	39,1	ABCD	153,83	AB	11,77	AB	220,13	AB	16,43	ABC
I-2659	34,5	ABCD	172,6	AB	12,45	AB	333,87	ABCDEF	24,13	ABCDE
I-2740	33,4	ABC	183	AB	12,93	ABC	219,43	AB	16,37	ABC
Gen 19	36,33	ABCD	195,57	ABC	13,9	ABC	313,83	ABCDEF	23,53	ABCDE
Gen 10	45	ABCD	235,65	ABCD	16,75	ABCD	358,4	ABCDEF	24,9	ABCDE
Gen 12	39,1	ABCD	263,7	ABCDE	18,37	ABCDE	358	ABCDEF	25,53	ABCDE
Gen 16	54,17	ABCD	329,37	ABCDE	23,37	ABCDE	468,1	ABCDEF	33,7	ABCDE
Gen 18	47,17	ABCD	225,5	ABCD	16,3	ABCD	372,47	ABCDEF	27,17	ABCDE
Gen 3	43,23	ABCD	262,57	ABCDE	18,4	ABCDE	390,6	ABCDEF	27,27	ABCDE
I-1983	44	ABCD	367,35	ABCDE	25	ABCDE	564,7	ABCDEF	38,4	ABCDE
I-1984	39,17	ABCD	272,4	ABCDE	19	ABCDE	470,07	ABCDEF	33,2	ABCDE
I-1996	56	ABCD	367,03	ABCDE	25,67	ABCDE	522,47	ABCDEF	36,07	ABCDE
I-1997	48,67	ABCD	289,23	ABCDE	20,3	ABCDE	434,87	ABCDEF	30,1	ABCDE
I-1998	60,33	ABCD	402,3	BCDE	28	BCDE	508,17	ABCDEF	35,2	ABCDE
I-2005	28,17	AB	289,23	ABCDE	19,47	ABCDE	515,93	ABCDEF	35	ABCDE
I-2019	46,5	ABCD	331,67	ABCDE	22,97	ABCDE	621,1	ABCDEF	43,77	ABCDE
I-2031	51,67	ABCD	364,27	ABCDE	25,33	ABCDE	401,03	ABCDEF	28,5	ABCDE

Continuación Cuadro 3.

Cultivar	Tamaño (mm)						AFA (%)			
	20 ddi		ABCPE		Promedio		ABCPE		Promedio	
	Medias	Grupo	Medias	Grupo	Medias	Grupo	Medias	Grupo	Medias	Grupo
I-2032	45,77	ABCD	248,5	ABCDE	17,7	ABCDE	435,9	ABCDEF	30,63	ABCDE
I-2043	54,33	ABCD	266,27	ABCDE	19,3	ABCDE	398,1	ABCDEF	28,3	ABCDE
I-2100	66,5	BCD	372,8	ABCDE	26,2	ABCDE	457,6	ABCDEF	32,5	ABCDE
I-2133	57,23	ABCD	301,8	ABCDE	21,77	ABCDE	426,27	ABCDEF	30,8	ABCDE
I-2146	37,17	ABCD	232,33	ABCD	16,4	ABCD	367,57	ABCDEF	25,27	ABCDE
I-2152	48,1	ABCD	375,87	ABCDE	25,93	ABCDE	512,89	ABCDEF	35,82	ABCDE
I-2153	40,93	ABCD	321,8	ABCDE	22,13	ABCDE	626,47	ABCDEF	43,23	ABCDE
I-2155	45,57	ABCD	328,57	ABCDE	22,7	ABCDE	534,19	ABCDEF	38,18	ABCDE
I-2162	38,17	ABCD	363,57	ABCDE	24,6	ABCDE	653,6	BCDEF	45,27	BCDE
I-2164	46,67	ABCD	394,13	BCDE	26,77	BCDE	597,57	ABCDEF	41,03	ABCDE
I-2180	50,43	ABCD	309,03	ABCDE	21,7	ABCDE	389,13	ABCDEF	26,87	ABCDE
I-2195	38,77	ABCD	322,57	ABCDE	21,87	ABCDE	703,6	CDEF	37,27	ABCDE
I-2208	32	AB	206,67	ABCD	14,57	ABCD	407,13	ABCDEF	28,53	ABCDE
I-2222	48,33	ABCD	342,43	ABCDE	23,7	ABCDE	585,7	ABCDEF	40,63	ABCDE
I-2226	42,75	ABCD	290,9	ABCDE	20,2	ABCDE	443,6	ABCDEF	30,8	ABCDE
I-2231	42,77	ABCD	309,37	ABCDE	21,13	ABCDE	389,13	ABCDEF	26,8	ABCDE
I-2239	48,67	ABCD	382,7	BCDE	26,33	ABCDE	628,37	BCDEF	44,23	BCDE
I-2240	57,9	ABCD	368,63	ABCDE	25,83	ABCDE	472,6	ABCDEF	32,83	ABCDE
I-2242	36,1	ABCD	273,93	ABCDE	18,97	ABCDE	475,6	ABCDEF	33,1	ABCDE
I-2245	56,33	ABCD	269,67	ABCDE	19,7	ABCDE	276,9	ABCD	20,7	ABCD
I-2247	52,33	ABCD	310,4	ABCDE	22,07	ABCDE	409,73	ABCDEF	29,57	ABCDE
I-2251	33,33	ABC	281,97	ABCDE	19,37	ABCDE	413,93	ABCDEF	28,87	ABCDE
I-2254	41,67	ABCD	283,9	ABCDE	19,77	ABCDE	388,33	ABCDEF	27,03	ABCDE
I-2257	45,93	ABCD	310,17	ABCDE	22,2	ABCDE	300,77	ABCDE	21,63	ABCDE
I-2261	45	ABCD	277,35	ABCDE	19,25	ABCDE	481,15	ABCDEF	33,55	ABCDE
I-2263	43,33	ABCD	234,2	ABCD	16,63	ABCD	309,77	ABCDEF	21,8	ABCDE
I-2275	50,33	ABCD	224,27	ABCD	16,47	ABCD	312,63	ABCDEF	22,6	ABCDE
I-2276	33,17	ABC	222,53	ABCD	15,67	ABCD	446,03	ABCDEF	31,03	ABCDE
I-2287	45	ABCD	221,4	ABCD	16,3	ABCD	423,83	ABCDEF	30,1	ABCDE
I-2309	50,93	ABCD	328,3	ABCDE	22,8	ABCDE	419,67	ABCDEF	29,77	ABCDE
I-2350	53,17	ABCD	323,4	ABCDE	22,77	ABCDE	370,9	ABCDEF	25,8	ABCDE
I-2352	43,77	ABCD	359	ABCDE	24,63	ABCDE	513,1	ABCDEF	35,87	ABCDE
I-2356	30,4	AB	331,77	ABCDE	21,97	ABCDE	451,47	ABCDEF	31,2	ABCDE
I-2358	47,5	ABCD	368,53	ABCDE	25,2	ABCDE	564,2	ABCDEF	40,47	ABCDE
I-2360	46,67	ABCD	281,6	ABCDE	19,83	ABCDE	424,77	ABCDEF	30,27	ABCDE
I-2368	57,67	ABCD	314,9	ABCDE	22,47	ABCDE	465,9	ABCDEF	33,57	ABCDE
I-2371	60,93	ABCD	340,83	ABCDE	24,37	ABCDE	436,53	ABCDEF	31,67	ABCDE
I-2373	73,5	D	422,83	BCDE	29,87	BCDE	463,33	ABCDEF	31,97	ABCDE
I-2374	63,07	ABCD	365,57	ABCDE	25,97	ABCDE	387,83	ABCDEF	27,93	ABCDE

Continuación Cuadro 3.

Cultivar	Tamaño (mm)						AFA (%)			
	20 ddi		ABCPE		Promedio		ABCPE		Promedio	
	Medias	Grupo	Medias	Grupo	Medias	Grupo	Medias	Grupo	Medias	Grupo
I-2375	51,37	ABCD	264,03	ABCDE	18,7	ABCDE	292	ABCDE	21,1	ABCD
I-2377	49,73	ABCD	256,3	ABCDE	18,47	ABCDE	441,77	ABCDEF	31,7	ABCDE
I-2494	45	ABCD	335,3	ABCDE	23,07	ABCDE	587,1	ABCDEF	41,23	ABCDE
I-2534	31,33	AB	302,63	ABCDE	20,67	ABCDE	567,93	ABCDEF	39,37	ABCDE
I-2568	57,33	ABCD	350,27	ABCDE	24,73	ABCDE	512,83	ABCDEF	36,03	ABCDE
I-2579	47,5	ABCD	291,2	ABCDE	20,7	ABCDE	387,1	ABCDEF	27,87	ABCDE
I-2581	47,5	ABCD	232,53	ABCD	16,77	ABCD	344,6	ABCDEF	24,6	ABCDE
I-2583	54,33	ABCD	229,53	ABCD	17,03	ABCD	250,73	ABC	18,73	ABC
I-2584	52,5	ABCD	222,1	ABCD	16,53	ABCD	335,93	ABCDEF	23,97	ABCDE
I-2589	44,6	ABCD	230,55	ABCD	16,75	ABCD	253,8	ABC	18,35	ABC
I-2592	55	ABCD	336,2	ABCDE	23,6	ABCDE	493,23	ABCDEF	33,77	ABCDE
I-2595	53,6	ABCD	308,7	ABCDE	22,17	ABCDE	335,9	ABCDEF	24,5	ABCDE
I-2606	48,75	ABCD	346,85	ABCDE	23,6	ABCDE	357,5	ABCDEF	24,6	ABCDE
I-2627	63,33	ABCD	335,8	ABCDE	24,27	ABCDE	361,6	ABCDEF	26,43	ABCDE
I-2646	43,33	ABCD	253,2	ABCDE	17,63	ABCD	427,37	ABCDEF	30,47	ABCDE
I-2647	46,6	ABCD	271,8	ABCDE	19,07	ABCDE	397,63	ABCDEF	29,33	ABCDE
I-2654	36,67	ABCD	261,33	ABCDE	18	ABCDE	399,37	ABCDEF	28,33	ABCDE
I-2655	48,57	ABCD	426,87	BCDE	28,97	BCDE	654,87	BCDEF	44,53	BCDE
I-2656	46,33	ABCD	270,3	ABCDE	19,27	ABCDE	401,43	ABCDEF	28,6	ABCDE
I-2657	42,67	ABCD	251,67	ABCDE	17,93	ABCDE	384,3	ABCDEF	27,8	ABCDE
I-2661	50	ABCD	405,33	BCDE	27,27	BCDE	661,5	BCDEF	44,27	BCDE
I-2662	43,97	ABCD	265,13	ABCDE	18,73	ABCDE	383,83	ABCDEF	27,37	ABCDE
I-2665	42,3	ABCD	318,75	ABCDE	22,35	ABCDE	531,03	ABCDEF	36,23	ABCDE
I-2670	47	ABCD	342,63	ABCDE	23,47	ABCDE	614,37	ABCDEF	42,63	ABCDE
Tacarigua ²	37,27	ABCD	271,81	ABCDE	18,83	ABCDE	434,66	ABCDEF	29,9	ABCDE
UCV 100	47	ABCD	284,53	ABCDE	20,07	ABCDE	499,8	ABCDEF	35,43	ABCDE
UCV 27	33,6	ABC	263,33	ABCDE	18,1	ABCDE	408,03	ABCDEF	27,9	ABCDE
UCV 88	32	AB	205,6	ABCD	14,6	ABCD	348,27	ABCDEF	24,93	ABCDE
UCV 96	30,43	AB	190,1	ABC	13,5	ABC	294,87	ABCDE	21,13	ABCD
UCV MEM*L8	44,77	ABCD	276,83	ABCDE	19,4	ABCDE	403,57	ABCDEF	28,5	ABCDE
I-2334	55	ABCD	460,65	CDE	31,15	CDE	554,85	ABCDEF	37,9	ABCDE
I-2660	42,5	ABCD	319,67	ABCDE	22,2	ABCDE	744,83	CDEF	51,13	DE
I-2264	71,93	CD	513,33	E	36	E	525,1	ABCDEF	37,3	ABCDE
I-2034	47,5	ABCD	310,4	ABCDE	21,83	ABCDE	531,3	ABCDEF	47,87	CDE
I-2232	53,23	ABCD	417,03	BCDE	28,57	BCDE	758,2	EF	51,7	DE
I-2667	53	ABCD	375,9	ABCDE	26,35	ABCDE	777,85	F	53,45	E
I-2681	58	ABCD	474	DE	32,5	DE	754,43	EF	52,2	DE

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$). Letras distintas indican diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$); AFA: área foliar afectada; ddi: días después de la inoculación; ABCPE: área bajo la curva del progreso de la enfermedad.

¹Testigo resistente, ²Testigo susceptible. Se destaca el primer grupo (A, AB) conformado para cada variable en negritas.

Asimismo, para los valores de ABCPE, se obtuvieron tres grupos, el primero estadísticamente diferente del último y la mayoría con valores intermedios (Cuadro 3). El primer grupo (A y AB) estuvo conformado por el cultivar local I-2598, junto con una línea avanzada de Venezuela (UCV-56), una del CIAT (I-2659), una semi domesticada (I-2740), otro cultivar local (I-2248) y el testigo resistente, con valores promedios comprendidos entre 107 y 183 mm. A diferencia del tercer grupo (CDEF, EF y F), estadísticamente distinto y con los valores más altos de tamaño de mancha foliar (460,7 a 513,3 mm).

En cuanto al valor promedio de las evaluaciones, también se mostraron diferencias altamente significativas para esta variable ($p \leq 0,01$), con valores comprendidos entre 8,03 y 36 mm. Se destacó nuevamente el cultivar local I-2598 por presentar el menor valor promedio del tamaño de mancha y conformando el primer grupo (A y AB) junto al testigo resistente, otro cultivar local (I-2848) y dos líneas avanzadas (UCV-56 e I-2659). Así como en las evaluaciones anteriores, la mayoría de las accesiones conformaron un grupo intermedio (con valores entre 12,93 y 29,87 mm) y un tercer grupo (CDE, DE y E), estadísticamente diferente del primero, con valores superiores a 31 mm (Cuadro 3).

Área foliar afectada (%)

Para el ABCPE se establecieron tres grupos (Cuadro 3): uno representado por aquellos materiales con valores desde 151,2 hasta 220,1% (A, AB); estadísticamente diferente del último grupo con valores de 703,6 a 777,9% (CDEF, EF y F). Dentro del primer grupo se encuentra el testigo resistente con una diversidad de tipo de cultivares, representados por un cultivar local (I-2598), una semi domesticada (I-2740) y una línea avanzada (UCV 56).

En el promedio de las evaluaciones, los valores oscilaron entre 11,63 y 53,45% donde la variedad local I-2598 presentó el menor valor promedio de AFA (Cuadro 3). Tomando en cuenta la escala visual arbitraria (con nueve grados del daño) propuesta por López (2003), es de hacer notar que este cultivar local es la única accesión que

corresponde al valor 2 de la escala, (equivalente a resistencia alta) y solo estuvo conformado junto al testigo resistente en el primer grupo (A y AB). También se presentó un tercer grupo (CDE, DE y E), estadísticamente distinto, conformado por cinco accesiones, a saber, dos cultivares locales (I-2232 e I-2681), una semidomesticada (I-2034) y dos líneas avanzadas del CIAT (I-2660 e I-2667), con una media entre 47,87% y 53,45%, correspondiente a baja y moderada susceptibilidad en la escala de López (2003). Asimismo, un grupo de 90 accesiones con valores intermedios comprendidos entre 16,37 y 45,27%.

De acuerdo con los resultados del presente análisis de datos, el ABCPE demostró ser una representación gráfica fidedigna del comportamiento de la bacteriosis común al describir el incremento de la cantidad de enfermedad en el tiempo, técnica que ha sido utilizado con otros patógenos y otros cultivos. Por ejemplo, en un estudio sobre resistencia de genotipos de tomate frente a aislados de *Phytophthora infestans* provenientes de Guatemala, mediante inoculaciones *in vitro* y con la variable de respuesta de área bajo la curva del progreso de la enfermedad, se determinó que existió diferencia estadísticamente significativa entre el comportamiento de la resistencia genética, permitiendo la selección de algunas líneas para ser incorporadas en programas de mejoramiento genético y así desarrollar nuevos materiales aptos para ese país (Berdúo *et al.*, 2019). Asimismo, fue uno de los parámetros más eficientes para evaluar la agresividad de hongos inoculados en el cultivo de la frutilla (*Fragaria ananassa* DUCH) en invernadero (Vallejo, 2021).

Del mismo modo, López *et al.* (2021), mencionan que el ABCPE se constituye como la mejor herramienta para describir el comportamiento de la Marchitez letal en Colombia. Además, mostraron el momento de aparición y la cantidad de enfermedad, su patrón de comportamiento y su avance, siendo un buen indicador del incremento de la cantidad de la enfermedad en el tiempo. También ha sido recomendada cuando se requiere identificar las relaciones del progreso de la enfermedad y el período de duración del área foliar, respecto al impacto sobre el rendimiento (Lavilla y Peper, 2024).

Por otra parte, Berrueta *et al.* (2014) señalan que para los patosistemas que incluyen a las bacterias, el tamaño de la lesión es uno de los componentes más relevantes para seleccionar cultivares resistentes al usar técnicas de inoculación en condiciones controladas basadas en el asperjado de plántulas en invernaderos.

Selección de progenitores por su reacción ante *Xanthomonas phaseoli*

Los cultivares locales I-2248, I-2139 e I-2598 presentaron los menores tamaños de mancha a los 20 ddi; destacándose este último en el resto de las evaluaciones, con el menor tamaño y el menor porcentaje de área foliar afectada para ABCPE y promedio.

Dentro del grupo de líneas avanzadas, la línea del CIAT I-2659 presentó un bajo tamaño de mancha foliar en ABCPE y promedio, junto a la línea avanzada UCV-56, que además presentó bajos valores de área foliar afectada. Es de hacer notar que esta línea corresponde a un material seleccionado de familias F^{2:7} producto del cruce entre un progenitor susceptible y uno resistente a *X. phaseoli*, y ya se encuentra adaptado a nuestras condiciones ambientales. Por otra parte, la semi domesticada I-2740 también alcanzó bajos niveles de ABCPE tanto en porcentaje de AFA como diámetro de mancha.

Por tanto, la variación en cuanto al comportamiento de las accesiones ante el patógeno permitió establecer diferencias en la resistencia. De acuerdo con estos resultados se seleccionan como progenitores los cultivares locales I-2139 e I-2598, y la línea avanzada UCV-56.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este ensayo, el momento de máxima intensidad de la enfermedad fue a los 20 dds. La variación en cuanto al comportamiento de las accesiones ante *X. phaseoli* permitió establecer diferencias en la respuesta a la bacteriosis común, identificándose tres genotipos con niveles aceptables de resistencia genética a la bacteria: las variedades locales I-2139 e I-2598, y la línea avanzada UCV-56. Por tanto, fueron seleccionadas como progenitores para ser utilizados en un programa de premejoramiento genético. Al desarrollar líneas resistentes a la bacteriosis común,

se asegura una mayor cantidad de producción de caraotas de calidad que requieren menos intervención química para controlar enfermedades, promoviendo un uso más sostenible y eficiente de los recursos agrícolas.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro agradecimiento al personal de la Unidad de Protección Vegetal del INIA – CENIAP por el apoyo técnico con el manejo del inóculo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, José; G. Gallegos; F. Hernández; M. Cepeda y D. Sánchez. 2019. Incidencia y severidad del tizón común en plantas de frijol inoculados con *Rhizobium phaseoli*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 10 (2), 325-336. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i2.1594>.
- Berdúo, J.; J. Ruiz y A. Sánchez. 2019. Evaluación de la resistencia de genotipos de tomate frente a aislados de *Phytophthora infestans* provenientes de Guatemala. Ciencia, Tecnología y Salud 6 (1): 22–33.
- Berrueta, C.; G. Giménez; G. Galván y A. Borges. 2014. Componentes de resistencia a *Xanthomonas vesicatoria* raza T2 en genotipos de tomate en condiciones de invernadero y cámara de crecimiento. Agrociencia Uruguay 18 (1): 86-96.
- Campbell, L. y L. Madden. 1990. Introduction to plant disease epidemiology. United States of America. John Wiley. New York. 532 pp.
- Castañeda, R.; C. Ramis y A. Maselli. 2014. Evaluación de la resistencia a la bacteriosis común de la caraota en familias F2:4 de *Phaseolus vulgaris* L. Agronomía Tropical 64 (1-2): 07-18.
- Chen, N.; M. Ruh; A. Darrasse; J. Foucher; M. Briand; J. Costa; D. Studholme y A. Jacques. 2021. Common bacterial blight of bean: a model of seed transmission and pathological convergence. Molecular Plant Pathology 22:1464–1480.

- Di Rienzo, J.; F. Casanoves; M. Balzarini; L. Gonzalez; M. Tablada; C. Robledo. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA (programa informático). Córdoba, Argentina, Universidad de Córdoba. [En línea] <http://www.infostat.com.ar>.
- Duncan, D. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* (3): 1-21.
- Fisher, R. 1966. The design of experiments. 8va edición. New York. Ba ed. Hafner Publishing Company. 248 p.
- Hernández, Y. 2022. Bacterias causantes de enfermedades en cultivos de interés agrícola en Venezuela. Edición Especial de la Revista Alcance 76: 133-160.
- Lagarde, P; A. Medina; C. Ramis y A. Maselli. 2010. Evaluación de la resistencia a la bacteriosis común causada por *Xanthomonas phaseoli* en plantas F3 de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). *Fitopatología Venezolana* 23 (2): 35-39.
- Lavilla, M. y A. Peper. 2024. Evolución de la mancha marrón (*Septoria glycines*) en diferentes sistemas de producción de soja (*Glycine max*). *Agronomía Mesoamericana* Volumen 35 (1) Artículo 54632.
- López, R. 2003. Caracterización de patógenos implicados en la bacteriosis de la judía grano (*Phaseolis vulgaris* L.) en Castilla y León, puesta a punto de un método de inoculación y búsqueda de fuentes de resistencia en variedades locales. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla de León (ITA) Junta de Castilla de León. Palencia, España. 124 p.
- López, J; E. Mesa; M. Acosta y J. Tovar. 2021. Descripción del comportamiento de la Marchitez letal de la palma de aceite a partir del análisis epidemiológico temporal. *Palmas* 42(2): 93-105.
- Movil, O; A. Maselli; C. Ramis; D. Pérez; M. Pérez; A. Medina; M. Gutiérrez; M. Maselli. 2005. Desarrollo de la sintomatología de la bacteriosis común de la caraota en diferentes genotipos de *Phaseolus vulgaris* L. In II Congreso Venezolano de Mejoramiento Genético y Biotecnología Agrícola (2, 2005. IDEA. Caracas, Venezuela).
- Pérez, D.; N. Camacaro; M.E. Morros; A. Higuera. 2013. Leguminosas de grano comestible en Venezuela. *Agricultura en Venezuela* N° 1. José Luis Berroterán (Editor). Ediciones ONCTI, Caracas (Venezuela). 157 p.
- Pérez, V.; K. Acosta, G. Rodríguez, C. Pupo y G. González. 2023. Incidencia e intensidad de infección de Bacteriosis común (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista digital de Medio Ambiente "Ojeando la agenda"* N° 86. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9186493>.
- Pritsch, C. 2001. El pre-mejoramiento y la utilización de los recursos fitogenéticos. En: Berretta, A. & Rivas, M. (eds.), *Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. Programa cooperativo para el desarrollo tecnológico agroalimentario y agroindustrial del Cono Sur*. Montevideo. Uruguay. pp. 111-121.
- Ramis, C. y Medina, A. 2021. Informe Multiplicación de semilla mejoradas de caraota bajo el proyecto VPR en asociación con UCV: Aporte a la recuperación del programa de multiplicación formal de semilla de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) en Venezuela. Programa Leguminosas. IGEN-FAGRO-UCV. 71 p.
- Vallejo, V. 2021. Evaluación de la patogenicidad y agresividad de aislados de *neopestalotiopsis* sp. y *fusarium* sp. asociados a la pudrición de corona de frutilla (*Fragaria ananassa* DUCH.), en invernadero. Presentado para optar el grado académico de Ingeniera Agrónoma. Facultad de Recursos Naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 83 p.