

Tolerancia del Fréjol a Mancha Angular en la Provincia Bolívar

Bean Tolerance to Angular Spot in the Bolivar Province

DOI: <https://doi.org/10.33262/rmc.v8i3.2924>

Verónica Gaibor Lucio¹

Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador

 <https://orcid.org/0009-0001-9283-9932>
veronicagaiborlucio@gmail.com

Johana Galeas Vega²

Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador

 <https://orcid.org/0009-0007-4654-6331>
johanagaleasvega@gmail.com

David Silva García³

Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador

 <https://orcid.org/0009-0005-4696-5240>
dsilva@ueb.edu.ec

Andrea Román Ramos⁴

Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador

 <https://orcid.org/0000-0002-8364-341X>
aroman@ueb.edu.ec

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: aroman@ueb.edu.ec

Fecha de recepción: 03/02/2023

Fecha de aceptación: 25/05/2023

RESUMEN

En la provincia Bolívar se han tenido reportes de afectación del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) por la denominada mancha angular, ocasionada por *Pseudocercospora griseola* (Sacc.). En algunas regiones del mundo esta enfermedad ha llegado a causar hasta un 90% de pérdidas en la producción, convirtiéndose en una problemática de seguridad alimentaria. La situación expuesta motivó el objetivo de la investigación que fue determinar el impacto que causa la mancha angular en el cultivo de fréjol y su efecto sobre el rendimiento. El área experimental fue implementada en la Granja experimental Naguan-UEB e incluyó a 17 accesiones de fréjol con el fin de evaluar

su tolerancia a la enfermedad mediante la determinación de área bajo la curva de la enfermedad (ABCDE); además se evaluó el rendimiento de cada material vegetativo, así como los componentes de éste. Los resultados de esta investigación mostraron que 13 variedades tienen tolerancia hacia la mancha angular de las cuales las variedades Fréjol canario Chillanes, INIAP 428 Canario Guarandeño y Línea FMR2 presentaron una ABCDE menor. Con relación al rendimiento INIAP – 430 Portilla, INIAP – 480 Canario Rocha y Fréjol Canario Chillanes 2 presentaron altos rendimientos. En conclusión variedades como INIAP – 430 Portilla, INIAP 480 Canario, INIAP 428 Canario guarandeño y la línea FMR1 pueden ser incluidas dentro de los sistemas de producción tanto por su tolerancia a mancha angular, como por su rendimiento; mientras que la cualidad de ser más tolerante a la mancha angular del Fréjol canario Chillanes, pese a ser la que reporta el menor rendimiento, podría ser utilizada en futuros programas de fitomejoramiento.

PALABRAS CLAVE: fitopatógeno; genotipo; leguminosa; productividad; resistencia

ABSTRACT

In the Bolivar province there have been reports of affectation of the bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.) by angular spot, caused by *Pseudocercospora griseola* (Sacc.). In some regions of the world, this disease has caused up to 90% losses in the production, becoming in a food security problem. For those reasons the objective of this research was to determine the impact caused by the angular spot in the bean crop and its effect on yield. The experiments were conducted at the Naguan-UEB Experimental Farm, including 17 bean accessions in order to evaluate their tolerance to the disease by the area under the disease curve (AUDPC). In addition, the yield of each vegetative material, as well as its components were evaluated. The results of this research showed that 13 varieties had tolerance towards angular spot, of which varieties such as Canario Chillanes bean, INIAP 428 Canario Guarandeño and FMR2 line presented a lower AUDPC. In relation to the yield INIAP - 430 Portilla, INIAP - 480 Canario Rocha and Canario Chillanes bean 2 presented higher yields. In conclusion, varieties such as INIAP - 430 Portilla, INIAP 480 Canario, INIAP 428 Canario guarandeño and the FMR1 line can be included within production systems both for their tolerance to angular spot and for their yield; while the quality of being more tolerant to angular spot was for Canario Chillanes bean, despite being the one that reports the lowest yield, could will be used in future breeding programs.

KEYWORDS: genotype; legume; phytopathogen; productivity; resistance

INTRODUCCIÓN

El fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de grano comestible más importante del Ecuador que aporta proteínas, carbohidratos, hierro, fósforo, zinc y fibra por lo que se considera como fuente importante en la soberanía y seguridad alimentaria (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2014). En el país, la producción de fréjol fue de 11873 toneladas en 2021; mientras que a nivel mundial y durante el mismo año se produjeron unas 27.5 millones de toneladas, siendo los mayores productores países como Brasil, India, México, Nicaragua, Myanmar y China (FAOSTAT, 2022).

En el Ecuador el cultivo de fréjol tiene un rendimiento promedio bajo de 430 kg ha⁻¹ en monocultivo y 110 kg ha⁻¹ cuando está asociado con maíz (Mahuku et al., 2002). Los bajos rendimientos han sido asociados a enfermedades foliares y estreses abióticos como sequía y baja fertilidad de suelos, los que han provocado graves pérdidas de rendimiento hasta el 80 % (Columnare et al., 2009). Sin embargo, el fréjol es la leguminosa de mayor área de cultivo en nuestro país 105127 a la cual es cosechada tanto en seco como en verde. Además, la provincia Bolívar dispone de zonas agroecológicas con un gran potencial para el cultivo de fréjol arbustivo, las mismas que van desde los 1200 a los 2700 m de altitud con más de 40000 ha, en los cantones de Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes (Campos, 2018).

En Bolívar, durante el último año se observó un incremento en la severidad de la enfermedad conocida como mancha angular, cuyo agente causal se ve favorecido por temperaturas entre 16 y 28°C, el desarrollo máximo se produce entre 20 y 25°C y la infección es limitado a 6 y 29°C (Keller et al., 2015). Los síntomas observados por *P. griseola* son las lesiones pequeñas y angulares en el envés, de color grisáceo, y están limitadas por las venas, estas se oscurecen con la edad y en estados más avanzados las lesiones se unen provocando la necrosis de las hojas y la defoliación prematura (Rodríguez, 2017). Esta enfermedad puede ocasionar pérdidas de hasta el 70% dependiendo de las condiciones climáticas, virulencia del patógeno, nivel de susceptibilidad del cultivar y etapa de crecimiento del patógeno (De Jesus et al., 2001). Para el manejo de esta enfermedad se debe eliminar los residuos de cosecha, rotaciones de cultivo con plantas no hospedantes, usar semilla libre del patógeno, manejo químico y siembras con número de plantas adecuado (Mena & Velázquez, 2010). Aunque los fungicidas son una opción para el control de la mancha angular, el costo

de la aplicación encarece el manejo sobre todo para pequeños productores (Nay et al., 2019). Por esta razón, la manera más efectiva para el control de la enfermedad es a través de cultivares resistentes haciendo importante la caracterización genética de la resistencia destinada al mejoramiento del fréjol (Oblessuc et al., 2012). En la Región Andina se han identificado cultivares con cierto nivel de resistencia a mancha angular, como es el caso del cultivar AND 277, luego de un análisis a nivel molecular se detectó la presencia del gen *Phg-1*, responsable de conferirle tal cualidad (Gonçalves et al., 2011) El referido, es apenas uno de los 5 loci de resistencia asociados con enfermedad reconocido por el Comité de Genética de la Cooperativa de Mejoramiento de Fréjol. Además, sea reportado otros loci independientes y dominantes el *Phg-2*, mapeado en el cromosoma Pv08 en cultivares México 54 y 332 BAT (Sartorato, 2002), *Phg-3* y *Phg-5*, mapeado en el cromosoma Pv04 en el cultivar Mesoamericano Ouro Negro (Gonçalves et al., 2013) y *Phg4* mapeado en el cromosoma Pv04 en los cultivares G5686 y CAL 143 (Keller et al., 2015; Souza et al., 2016).

Aun cuando en el Ecuador no se cuenta con estudios que puntualicen los genes asociados con la resistencia a enfermedades foliares, sí se ha trabajado en la caracterización de razas del patógeno, así como en la identificación de material vegetal con diferentes niveles de resistencia (Rodríguez et al., 2017). Sin embargo, el INIAP cuenta con variedades como INIAP-484 Centenario y INIAP-414 Yunguilla las cuales presentan resistencia completa a antracnosis y mancha angular; INIAP- 483 Intag, que en particular muestra cierta resistencia a algunas razas de patógenos asociados a la antracnosis y mancha angular, así como para roya y pudrición de raíz; INIAP-482 Afroandino e INIAP-430 Portilla, las que ofrecen características de resistencia completa a antracnosis; INIAP-481 Rojo del Valle, INIAP-429 Paragachi, INIAP-422 Blanco Belén, INIAP-428 Canario Guarandeño e INIAP-480 Rocha, materiales vegetales que presentan resistencia completa a roya y resistencia parcial a antracnosis; INIAP-427 Libertador, variedad que alcanza a tener una resistencia completa a roya, antracnosis y ascoquita; finalmente la variedad INIAP-402 con características de resistencia genética parcial a mancha angular y ascoquita (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2014).

Dada la importancia del cultivo en la provincia de Bolívar y la necesidad de generar nuevas variedades para la producción de éste, se vuelve imprescindible la búsqueda de materiales adaptados, con tolerancia a enfermedades y que cumplan con las necesidades de los productores. Es por este motivo que para las zonas agroecológicas o áreas en las

que se tienen similitudes edafoclimáticas y por tanto el mismo potencial biofísico para la producción de fréjol el que se identifiquen materiales vegetales tolerantes a la mancha angular.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es determinar la tolerancia para mancha angular de 17 accesiones o muestras de germoplasma de fréjol arbustivo almacenados originalmente en los bancos de germoplasma del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), así como por la Universidad Estatal de Bolívar. Dicho material genético fue probado en parcelas experimentales en la Granja Naguan-UEB ubicada en la parroquia San Lorenzo de la provincia Bolívar 1°41'41" de latitud sur y 78°59'07" de longitud oeste; lugar que además presenta condiciones climáticas y edáficas promedio y representativas de otras zonas de producción de la leguminosa, esto es una precipitación de 980 mm por año, una temperatura máxima de 23°C y una humedad relativa del 70 %.

METODOLOGÍA

Enfoque, método y tipo de investigación

La presente investigación se utilizó el tipo cuantitativo, pues recolectó y analizó datos numéricos, empleando un método experimental al definir un experimento para llegar a la comprobación de una hipótesis planteada; siendo de tipo descriptivo, puesto que se describen las características específicas de tolerancias a la enfermedad objeto de estudio, así como a variables relacionadas con el rendimiento y sus componentes.

Diseño y manejo del experimento

El diseño del experimento fue un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones donde los tratamientos fueron 17 accesiones de fréjol. El material vegetal utilizado en esta investigación fue el siguiente: Línea FMR2 y Línea FMR1 resistente a roya y antracnosis, INIAP-484 Centenario resistente a antracnosis, roya y añublo de halo; INIAP-483 Intag resistente a antracnosis y susceptible a mancha angular; INIAP-481 Rojo del valle y INIAP-480 Canario Rocha resistente a roya y pudrición de la raíz; INIAP-427 Libertador resistente a roya, ascoquita y añublo de halo; INIAP-428 Canario Guarandeño y Panamito Chillanes resistente a roya y resistencia intermedia a mancha angular, INIAP-482 Afro-Andino resistente a antracnosis y pudrición del tallo; Panamito (Huevo de Quinde) resistente a antracnosis; INIAP-485 Urcuquí resistencia completa a roya y antracnosis y resistencia intermedia a mancha angular, Fréjol Bayo de Chillanes resistente a roya y virus del mosaico común; INIAP-430 Portilla, INIAP-

422 Blanco Belén; Fréjol Canario Chillanes y Fréjol Canario Chillanes 2 resistente a roya.

La preparación de suelo se realizó de forma manual. La siembra se llevó a cabo el 08 de abril del 2022 en forma manual con una distancia de siembra de 90×40 cm con 3 semillas por golpe. El manejo de malezas se realizó de forma manual además de dos aporques en las etapas tercera hoja trifoliada (V4) y prefloración (R5). La fertilización fue química con 18-46-0 en las etapas primera hoja trifoliada (V3) y floración (R6). No se efectuó el manejo de enfermedades, pero el manejo de plagas se ejecutó con 2 aplicaciones del insecticida Bala 55 (ECUAQUIMICA; 500 g de Clorpirifos + 50 g de Cipermetrina) en una dosis de 2 mL L^{-1} , en las etapas prefloración (R5) y Formación de las vainas (R7). Además, se realizaron riegos por aspersión, en todas las etapas del cultivo hasta la etapa de maduración (R9).

Determinación de la severidad y área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE)

Para determinar la severidad de esta enfermedad se utilizó la escala propuesta por Godoy (1996) en 10 plantas de cada una se evaluaron tres folíolos en las siguientes etapas, la primera observación se realizó en la etapa prefloración (R5), la segunda durante la formación de las vainas (R7) y finalmente en el periodo de llenado de las vainas (R8). De esta forma se obtuvieron los datos de severidad que luego fueron utilizados para calcular ABCPE de acuerdo a la fórmula de Shaner & Finney (1977). La determinación de la ABCDE se realizó en el programa RStudio versión 4.0.4 con el paquete epifiter con la función AUDPC (RStudio, 2021).

Rendimiento y componentes de rendimiento

Para determinar la variable número de vainas por plata (NVP) se contabilizó las vainas de 10 plantas al azar por cada tratamiento y para determinar el número de granos por vaina (NGV) se contabilizó los granos de 10 vainas por cada tratamiento.

Para determinar la variable peso de cien granos en seco (PCGS) fue realizado en una balanza con 100 granos seleccionados al azar de cada variedad. En el caso del rendimiento (RH) el total del grano cosechado en área neta cosechada en m^2 fue pesado y luego estos valores fueron ajustados al 14% de humedad.

Análisis de Datos

Para el análisis de datos se utilizó el programa INFOSTAT versión estudiantil 2008 (InfoStat, 2008). Antes de realizar el análisis se verificó los supuestos de normalidad

con la prueba de Shapiro-Wilks diseñada para contrastar si el conjunto de datos recogidos en la investigación, siguen una distribución normal y homocedasticidad con la prueba de Levene, con la cual se evaluó la igualdad de las varianzas de las variables calculadas. Una vez cumplidos los supuestos se procedió a realizar análisis de varianza y la separación de medias con la prueba de Tukey ($p < 0.05$), con la cual se comparó las medias individuales provenientes del análisis de varianza. El análisis gráfico y visualización de datos fue realizado en RStudio con el paquete ggplot2 (RStudio, 2021).

RESULTADOS

Análisis del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE)

El análisis de varianza realizado en este estudio mostro que las variables ABCDE Ma, VP, NGV, PCGS y RH, fueron significativas $p < 0.05$ (Tabla 1).

Tabla 1

Análisis de varianza de variables Área bajo la curva de la enfermedad de mancha angular (ABCDE Ma)

Variables	GL	F	p-valor	CV (%)
ABCDE Ma	16	5.18 **	0.0001	11.80
VP	16	48.06 **	0.0001	8.41
NGV	16	2.26 *	0.0242	8.67
PCGS	16	4621.38 **	0.0001	0.85
RH	16	17.92 **	0.0001	18.35
Error	32			
Total	50			

Nota. Vainas por planta (VP), número de granos por vaina (NGV), peso de cien granos en seco (PCGS), rendimiento (RH). Fuente: Autoría propia

El área bajo la curva de la enfermedad de Mancha angular mostró que el fréjol canario Chillanes fue menor en un 44.41% comparado con la línea FMR2 es decir fue más tolerante a la mancha angular. Las otras variedades presentan niveles de tolerancia y otras son igualmente susceptibles a la enfermedad (Figura 1).

Figura 1

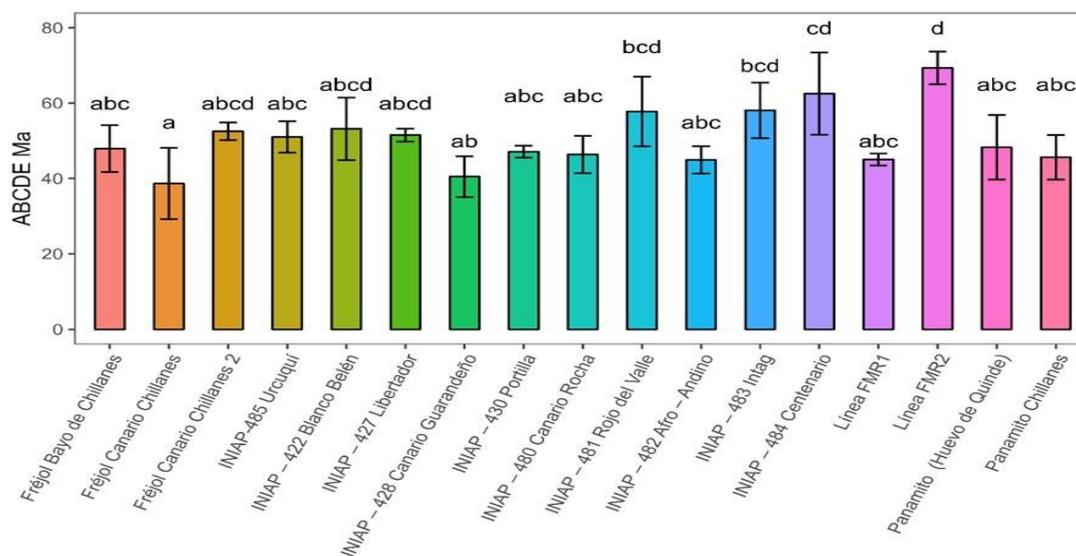
Presencia de la enfermedad y área bajo la curva de la enfermedad durante el desarrollo del ensayo.



A



B



C

Nota. A) Variedad Fréjol canario Chillanes en la se observa menor severidad mostrando tolerancia mancha angular B) La línea FMR2 en la muestra defoliación prematura de las hojas debido a la mayor severidad de la mancha angular; etapa de llenado de las vainas (R8), Naguan, provincia de Bolívar. C) Área bajo la curva de la enfermedad de mancha angular (ABCDE Ma) de 17 variedades de fréjol probadas en Naguan provincia de Bolívar. Medias con letras iguales no son significativas $p < 0.05$ con la prueba de Tukey.

La enfermedad se presentó durante la etapa de formación de las vainas (R7) y en la etapa llenado de las vainas (R8) en mayor grado mostrando su daño en los folios de las variedades estudiadas (Figura 2). Además, se pudieron identificar las estructuras del patógeno bajo el microscopio como se muestra en la Figura 3.

Figura 2

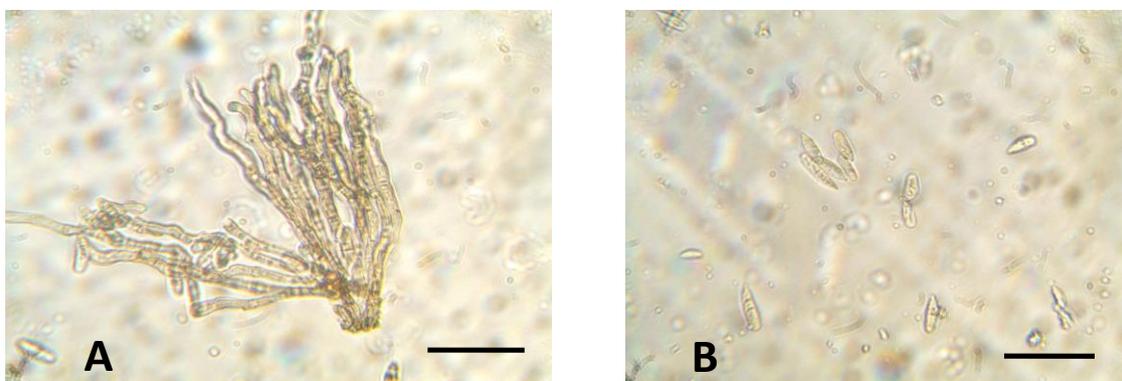
Síntomas y signos de la enfermedad en muestras tomadas del campo experimental Naguan, provincia de Bolívar.



Nota. A) Síntomas de la mancha angular en el haz del foliolo de la hoja de fréjol inicialmente gris a café con un halo clorótico de márgenes indefinidos. B) Lesiones necróticas con forma angular definida C) Signo de la enfermedad sobre el envés del foliolo de fréjol que corresponde a un micelio gris. Muestras procedentes de Naguan, provincia de Bolívar.

Figura 3

*Estructuras del fitopatógeno *Pseudocercospora griseola* (Sacc.), extraídas de aislados tomados del campo experimental Naguan, provincia de Bolívar*



Nota. Conjunto de conidióforos de coloración oscura dispuestos en forma de sinema de *Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & U. Braun. B) Conidias grises de forma cilíndrica a fusiforme, ligeramente curvada con septos. Escala 50 µm.

Análisis de variables de rendimiento

En relación a VP la variedad INIAP 485 Urcuquí indico un número de vainas por planta mayor con 71.34% comparada con la variedad INIAP 428 canario guarandño. En el

caso del NGV se observó que la variedad INIAP 482 Afro-Andino presentó 36.23% menos vainas que el cultivar Panamito Chillanes (Tabla 2).

Las variedades estudiadas en referencia al PCGS mostraron que INIAP 430 Portilla presenta un 73% mayor de peso comparado con las variedades Panamito Chillanes y Panamito (huevo de quinde). Además, el rendimiento INIAP 480 canario Rocha fue de 75.43% mayor que rendimiento del Fréjol canario Chillanes (Tabla 2).

Tabla 2

Medias de las variables vainas por planta (VP), número de granos por vaina (NGV), peso de cien granos en seco (PCGS), rendimiento (RH).

Variedades	VP	NGV	PCGS	RH
FMR2	39.00 cd	4.00 ab	69.87 fg	1444.85 cde
FMR1	41.00 d	4.00 ab	77.57 j	1650.20 de
INIAP – 484 Centenario	48.00 de	4.00 ab	72.97 i	1537.82 de
INIAP – 483 Intag	40.00 d	4.33 ab	81.43 j	1410.81 cde
INIAP – 430 Portilla	48.33 de	4.00 ab	87.30 k	2550.59 ef
INIAP – 481 Rojo del Valle	55.67 ef	4.00 ab	66.40 e	1407.45 cde
INIAP – 427 Libertador	29.67 bc	4.00 ab	64.03 d	1859.08 def
INIAP – 428 Canario Guarandeño	17.00 a	4.00 ab	89.33 l	231.69 a
INIAP – 480 Canario Rocha	41.33 d	4.33 ab	56,10 c	2465.21 f
INIAP – 422 Blanco Belén	43.00 d	4.33 ab	68.23 f	462.42 ab
INIAP – 482 Afro – Andino	39.67 cd	3.67 a	95.87 n	667.07 abc
Panamito Chillanes	29.67 cd	5.00 b	22.77 a	1524,66 de
Panamito (Huevo de Quinde)	66.33 g	4.33 ab	23.03 a	1159,02 bcd
INIAP-485 Urcuquí	59.33 fg	4.67 ab	29.17 b	1227.37 bcd
Fréjol Bayo de Chillanes	24.67 ab	4.33 ab	78.80 j	1853.74 def
Fréjol Canario Chillanes	25.00 ab	4.00 ab	71.07 gh	605.57 ab
Fréjol Canario Chillanes 2	26.33 ab	4.00 ab	72.00 hi	2186.21 ef

Nota. Medias con letras iguales no son significativas $p < 0.05$ con la prueba de Tukey

DISCUSIÓN

El cultivo de fréjol en la provincia de Bolívar es de suma importancia para la diversificación de los sistemas tradicionales, además que permite una rotación de cultivos que puede mejorar las características del suelo. Sin embargo, la afectación por fitopatógenos durante las etapas de desarrollo hace difícil el manejo del cultivo (Tituaña, 2022). En este estudio la enfermedad que produjo mayores grados de severidad en el campo fue la mancha angular.

En el presente estudio las variedades de fréjol utilizadas mostraron diferentes niveles de tolerancia a esta enfermedad entre las que podemos destacar la variedad Fréjol canario Chillanes; mientras que la línea FMR2 fue la más afectada mostrando que esta variedad es susceptible. El grado de tolerancia a la mancha angular podría también estar influenciado por el hábito de crecimiento denominado indeterminado trepador de las variedades lo que evita el contacto con el suelo reduciendo el daño; ya que se ha reportado que el patógeno puede sobrevivir sobre la superficie de suelo en restos de cultivo (Waggoner & Berger, 1987).

Con relación al rendimiento se observa que una sola variedad Fréjol Canario Chillanes aunque es menor el ABCDE muestra una baja productividad. En contraste, INIAP – 430 Portilla, INIAP– 480 Canario Rocha, Fréjol Canario Chillanes, Fréjol Canario Chillanes 2 indica un rendimiento más alto asociadas a una menor ABCDE, por lo tanto, estos cultivares son tolerantes a esta enfermedad confirmado reportes de (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2014). En este contexto, el rendimiento estaría asociado a otras variables como número de vainas, tamaño, peso y número de granos por vaina, produciendo variaciones (Beebe et al., 2003). Además, indica que las variedades no están adaptadas a las condiciones ambientales de la zona agroecológica de Naguan, por tanto, los resultados corroboran que el rendimiento es una característica varietal y depende de su interacción genotipo ambiente. Adicionalmente Curay (2019) afirma que los cambios bruscos de clima son factores letales para el rendimiento del cultivo de fréjol arbustivo.

Una de las estrategias de manejo de la enfermedad es la utilización de variedades con resistencia como se ha reportado en otras investigaciones (Oblessuc et al., 2012; Gonçalves-et al., 2013; Keller et al., 2015; Souza et al., 2016), debido a que estas variedades tienen una mayor capacidad para resistir o reducir los efectos negativos de la enfermedad (Tovar et al., 2018). Esta investigación ha mostrado que hay variedades que evidencian niveles de tolerancia a mancha angular, lo que podría ser corroborado con la detección de genes de resistencia antes vinculados con esta cualidad.

La identificación de variedades con tolerancia a la mancha angular, valida una estrategia de manejo orientada hacia la reducción del uso y costo de plaguicidas que encarecen el manejo de este cultivo, como ha sido reportado por Nay (2019). Con el reporte de la presencia de la mancha angular en Bolívar nos exige trabajar en el mejoramiento de variedades con un buen nivel de tolerancia a esta enfermedad. Otro de los factores a

considerar es el manejo adecuado de la humedad debido a que la mancha angular del frejol arbustivo tiene a desarrollar en condiciones de alta humedad por lo tanto es necesario evitar el exceso de riego y asegurarse que haya un buen drenaje en el campo para reducir la propagación y desarrollo de la enfermedad (Jara & Navarro, 2021).

CONCLUSIONES

La producción de fréjol es una alternativa dentro de los sistemas de producción de la Provincia Bolívar debido a su rentabilidad. El cultivo de fréjol se ve afectado principalmente por la mancha angular. La investigación reporta presencia de esta enfermedad y a su vez se puede destacar que algunas variedades como INIAP – 430 Portilla, INIAP 480 canario, INIAP 428 Canario guarandeño y la Línea FMR1 presentan tolerancia a mancha angular.

Se recomienda para el caso de futuras investigaciones el que se considere a la variedad de Fréjol canario Chillanes; puesto que, pese a su bajo rendimiento, demostró tener una cualidad de tolerancia a mancha angular comparativamente superior a los otros materiales genéticos que se probaron durante el estudio, por lo que su genética podría ser utilizada en fitomejoramiento con relación a la búsqueda del incremento en los niveles de tolerancia a la enfermedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beebe, S., Blaire, M., Cardona, C., Mahuku, G., & Morales, F. (2003). *Informe Técnico anual: POA 2002-2003 CIAT*. kerwa.ucr.ac.cr

Campos, A. (2018). *Evaluación de once variedades de fréjol (Phaseolus vulgaris L.) durante la época seca del año 2004 en la zona de Quevedo*. [Tesis de pre grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional Universidad Técnica Estatal de Quevedo.https://repositorio.uteq.edu.ec/simplesearch?location=%2F&query=Evaluaci%C3%B3n+de+once+variedades+de+fr%C3%A9jol+&rpp=10&sort_by=score&order=desc

Columnare, C., Laxum, E., Solimani, C., Puttemansii, A., & Sthulmanri, C. (2009). La antracnosis y la mancha angular del fríjol común (Phaseolus vulgaris L.). *Temas*

- de *Ciencia y Tecnología*, 13(39), 45-54.
https://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas39/2NOTAS%2039-3.pdf
- Curay, J. (2019). *Evaluación agronómica de tres variedades de Fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) bajo las condiciones climáticas de la comunidad de Rumichaca del cantón Pelileo*. [Tesis de pre grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional Universidad Técnica de Ambato.
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30037>
- FAOSTAT. (2022). *Producción mundial de fréjol*.
<https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>.
- Gonçalves Vidiga, M., Cruz, A., Garcia, A., Kami, J., Vidigal Filho, P., Sousa, L., & Pastor-Corrales, M. (2011). Linkage mapping of the *Phg-1* and *Co-1* 4 genes for resistance to angular leaf spot and anthracnose in the common bean cultivar AND 277. *Theoretical and Applied Genetics*, 122(5), 893-903.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3043234/>
- Gonçalves Vidiga, M. C., Cruz, A. S., Lacanallo, G. F., Vidigal Filho, P. S., Sousa, L. L., Pacheco, C. M. N. A., ... & Pastor-Corrales, M. A. (2013). Co-segregation analysis and mapping of the anthracnose *Co-10* and angular leaf spot *Phg-on* disease-resistance genes in the common bean cultivar Ouro Negro. *Theoretical and Applied Genetics*, 126(9), 2245 -2255. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23760652/>
- InfoStat (2008, marzo 2019). *Softwars Estadístico*. <https://www.infostat.com.ar/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2014). *Fréjol arbustivo*.
<http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mlegum/rfrejola>.
- Jara, C., & Navarro Racines, C. (2021). *Guía de manejo agronómico de frijol arbustivo para pequeños agricultores*. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/116328>
- De Jesus, W., Do Vale, F., Coelho, R., Hau, B., Zambolim, L., Costa, L., & Filho, A. (2001). Effects of angular leaf spot and rust on yield loss of *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology*, 91(11), 1045-1053. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18943439/>
- Keller, B., Manzanares, C., Jara, C., Lobaton, J., Studer, B., & Raatz, B. (2015). Fine-mapping of a major QTL controlling angular leaf spot resistance in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 128(5), 813–826.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25740562/>

- Mahuku, G., Jara, C., Cuasquer, J., & Castellanos, G. (2002). Genetic variability within *Phaeoisariopsis griseola* from Central America and its implications for resistance breeding of common bean. *Plant Pathology*, 51(5), 594–604. <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-3059.2002.00742.x>
- Mena, C., & Velázquez, R. (2010). *Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas*. <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6409/1/Manejo%20integrado%20de%20plagas%20y%20enfermedades%20en%20frijol.pdf>
- Nay, M., Souza, T., Raatz, B., Mukankusi, C., Gonçalves-Vidigal, M., Abreu, A., & Pastor-Corrales, M. (2019). A review of angular leaf spot resistance in common bean. *Crop Science*, 59(4), 1376-1391. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33343018/>
- Oblessuc, P., Baroni, R., Garcia, A., Chioratto, A., Carbonell, S., Camargo, L., & Benchimol, L. (2012). Mapping of angular leaf spot resistance QTL in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under different environments. *BMC genetics*. 13(1), 1-9. <https://bmcbgenomdata.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2156-13-50>
- Rodríguez, D. G. (2017). *Análisis fenotípico y genético de la resistencia a mancha angular (*Pseudocercospora griseola*) en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris*)* [Tesis doctoral, Universidad de Puerto Rico]. Repositorio Institucional Universidad de Puerto Rico <https://scholar.uprm.edu/entities/publication/a264e0fb-1a7a-4a24-a9ff-445e133bbcc2>
- Rodríguez, D., Vega, L., Murillo, Á., & Peralta, E. (2017). Variabilidad patogénica de aislamientos de *Pseudocercospora griseola* en dos provincias de Ecuador. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 101(1), 107-119. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5168/1/iniapscR2017v101n1p107-119.pdf>
- RStudio. (2021, septiembre 17). *RStudio: Integrated Development Environment for R*. RStudio, PBC, Boston, MA. <http://www.rstudio.com/>.
- Sartorato, A. (2002). Identification of *Phaeoisariopsis griseola* pathotypes from five States in Brazil. *Fitopatologia Brasileira*, 27(1), 78-81. <https://www.scielo.br/j/fb/a/df36HgLG6hJxLjC67bZ7GyH/>

- Shaner, G., & R.E. Finney. (1977). The effect of nitrogen fertilization on the expression of slowmildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology* 67, 1051-1056.
https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1977Articles/Phyto67n08_1051.PDF
- Souza, T., Gonçalves Vidiga, M., Raatz, B., Mukankusi, C., Abreu, ÂF., Melo, L., (2016). Major loci controlling resistance to the angular leaf spot of common bean. *Bean Improvement Cooperative Annual Report*. 59, 49–50.
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1047558/1/CNPAF2016xv.pdf>
- Tituaña, J. (2022). *Tolerancia a la oxidación de 10 genotipos de fréjol arbustivo en grano tierno en Malchinguí, Pichincha* [Tesis de pre grado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional de la Universidad Central del Ecuador.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/28855/1/FAG-CIA-TITUANA%20JOHANNA.pdf>
- Tovar, G., Ixcotoyac, E., & Gómez, W. (2018). Efecto de Densidades de siembra en el rendimiento del frijol arbustivo (*Phaseolus Vulgaris* L.) ICTA Hunapú Precoz en el altiplano de Huehuetenang.
http://cunori.edu.gt/descargas/Efecto_de_Densidades_de_siembra_en_el_rendimiento_del_frijol_arbustivo.pdf
- Waggoner, P., & Berger, R. (1987). Defoliation, disease, and growth. *Phytopathology*, 77(3), 393-398.
https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1987Articles/phyto77n03_393.PDF