



Identificación de resistencia en germoplasma de arroz a *Burkholderia glumae*

Identification of Resistance in Rice Germplasm to *Burkholderia glumae*

Leonardo Hernández Aragón^{1*} <https://orcid.org/0009-0004-9294-127>

Leticia Tavitas Fuentes¹ <https://orcid.org/0000-0002-3782-3145> | ltavitasf@hotmail.com

Sergio G. Ramírez Rojas¹ <https://orcid.org/0000-0003-2346-3510> | sergioinifap@yahoo.com.mx

Julián M. Pérez Mangas² <https://orcid.org/0000-0009-2893-954x> | perezmangasjulianmanuel@gmail.com

Petra Andrade Hoyos¹ <https://orcid.org/0000-0002-0501-9566> | andrade.petra@inifap.gob.mx

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP),
Campo Experimental Zacatepec; Zacatepec, Morelos, México.

²Exinvestigador del Programa de Fitopatología del Campo Experimental Zacatepec, Morelos, México.

*Autor para correspondencia hernandez.leonardo@inifap.gob.mx

Recibido: 28 de marzo de 2025

Aceptado: 12 de octubre de 2025

Publicado: 04 de noviembre de 2025

Resumen

Objetivo. Identificar germoplasma de arroz resistente a *Burkholderia glumae* para desarrollar variabilidad genética que dé origen a nuevas variedades de arroz con resistencia al tizón de la panícula del arroz causado por esta bacteria. **Materiales y métodos.** En 2023 se evaluaron 230 genotipos del banco nacional de germoplasma de arroz del INIFAP, los cuales se inocularon en la etapa fenológica 4 y 5 mediante inyección de 0.5 mL de la solución bacteriana (1×10^7 UFC/mL) durante la etapa fenológica 4 y 5, con una cepa de *B. glumae* (registrada en el Genbank con número de accesión PV210103.1); previamente, en el invernadero del Campo Experimental Zacatepec, Morelos,

Abstract

Objective. This research aimed to identify rice germplasm resistant to *Burkholderia glumae* in order to generate genetic variability that would give rise to new rice varieties resistant to rice panicle blight caused by *B. glumae*. **Materials and methods.** In 2023, 230 genotypes from the national rice germplasm bank of INIFAP were evaluated. They were subjected to inoculations in the phenological stage 4 and 5 by injection of 0.5 mL of the bacterial solution (1×10^7 CFU/mL) with a type strain of *B. glumae* (registered in the Genbank with accession number PV210103.1); prior to the above, in the greenhouse of Zacatepec Experimental station in Morelos state, two seeds of the rice genotypes were grown in pots

dos semillas de cada uno de los 230 genotipos de arroz fueron sembradas en macetas usando un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. Para sustentar los resultados se registró el porcentaje de grano vano y la severidad causada por la bacteria inoculada. **Resultados.** De la evaluación de los 230 genotipos de arroz, tres resultaron con resistencia a *B. glumae* (R): WAB45024-2-3P33HB, Orona A17 y FL02768-2P-6-4P-1P-M-1P, y 13 con moderada resistencia (MR). **Conclusiones.** Los materiales que resultaron resistentes a la cepa de *B. glumae* servirán como padres donadores de resistencia a *B. glumae* PV210103.1.

Palabras clave

Germoplasma, tizón, pérdidas, fitomejoramiento.

using a completely randomized experimental design with three replications. To support the results, the percentage of empty grain and the severity caused by the inoculated bacteria were recorded. **Results.** From the evaluation of 230 rice genotypes, three were resistant to *B. glumae* (R): WAB45024-2-3P33HB, Orona A17 and FL02768-2P-6-4P-1P-M-1P, and 13 with moderate resistance (MR). **Conclusions.** These materials three were resistant to the type strain of *B. glumae* will serve in the future as parents with resistance to *B. glumae* PV210103.1 in the crossing program for the generation of genetic variability that results in multiple populations and varieties of rice with resistance to *B. glumae*.

Keywords

Germoplasm, blight, losses, improvement.

Introducción

El tizón bacteriano de la panícula del arroz se observó por primera vez en Japón, en la década de 1950, y desde entonces se ha convertido en una de las enfermedades del arroz más graves en el mundo (Zhou-qi, 2016). *Burkholderia glumae* es el agente causal del tizón bacteriano de la panícula del arroz cultivado en México (Ramírez *et al.*, 2019 y Hernández-Nava *et al.*, 2025).

Para solucionar el problema del tizón bacteriano, causado por *B. glumae* (Kurita, 1992, Yabuuchi, 1992) en el cultivo del arroz en México, existen varios métodos, uno de ellos es el de resistencia genética, que es el de mayor impacto ecológico y económico; por lo cual, es necesario generar variabilidad genética a través de la identificación de germoplasma con resistencia estable a *B. glumae*, y utilizarla como progenitores donadores en el programa de cruzamientos, y mediante el manejo poblacional de las progenies seleccionar el material resistente a la bacteria en combinación con otros factores limitantes de la producción causados por efectos del cambio climático (INIFAP, 2023). Su seguimiento consiste en la obtención de líneas puras y las mejores podrán ser liberadas como variedades resistentes a *B. glumae* (Zhou, 2019; Maurya *et al.*, 2023).

Actualmente, el cultivo de arroz en México atraviesa por una difícil situación que lo ubica como uno de los principales importadores de arroz del mundo. La cadena agroalimentaria del arroz en México ha tenido cambios notables en los últimos 30 años, los cuales han afectado significativamente la superficie y volúmenes de producción de este cereal, y representan aproximadamente la quinta parte de la producción obtenida en los años ochenta y noventa. Otro de los problemas son las enfermedades que por años han causado pérdidas de consideración al cultivo del arroz, principalmente la quema del follaje y avanamiento del grano (*Pyricularia oryzae* Cav.), grano manchado (*Bipolaris*

oryzae, Teleo: Breda de Haan) Shoemaker = *Helminthosporium oryzae* Breda de Haan (Tel), *Cochliobolus miyabeanus* (Ito y Kuribayashi) Dreschler ex Dastur (Anam.) en asociación con otros patógenos, y el complejo sogata-VHB (virus de la hoja blanca) transmitido por la chicharrita *Tagosodes oryzicolus* (Muir.). Sin embargo, recientemente en algunos arrozales de los estados de Campeche (trópico húmedo), Nayarit y Jalisco (trópico seco) y últimamente Morelos (trópico seco de la Depresión del Balsas) se han presentado daños causados por la bacteria *B. glumae*, la cual, por su gran agresividad ha estado cuarentenada por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, antes SAGARPA) (Valencia *et al.*, 2016). Aunado a lo anterior y por efectos del cambio climático, últimamente se han presentado siniestros por las enfermedades de referencia en interacción con los efectos del cambio climático consistentes en ondas de calor altas y sequía en verano, e inundaciones abruptas en otoño, principalmente en los litorales del Pacífico y del Golfo de México.

La enfermedad tizón bacterial del arroz, causada por *B. glumae* (Kurita 1992, Yabuuchi, 1992) es una bacteria sistémica que se trasmite por semilla y residuos de cosecha de plantas de arroz. El inóculo primario se mantiene inactivo sin síntomas de daños durante las primeras etapas fenológicas de la planta; sin embargo, la bacteria se activa desde el inicio de la paniculación, en cuya fase en las espiguillas (floreccillas perfectas) se forman el androceo y el gineceo, y entonces el patógeno destruye ambos órganos por lo que al no haber polinización y fecundación en las espiguillas afectadas el grano resulta parcial o totalmente vano, aunque el pedicelo de los granos conserva el color verde (Ramírez *et al.*, 2019). Por su severidad, la bacteria *B. glumae* ha estado cuarentenada por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), y debido a su adaptación a los trópicos húmedo y seco, el tizón bacterial se considera como una enfermedad emergente por efectos del cambio climático, por lo que se propone su inmediata investigación para generar un método de manejo efectivo contra dicho patógeno.

La resistencia genética a las enfermedades constituye uno de los métodos de control biológico más importantes aplicados por el hombre; no obstante, para lograrlo se requiere disponer de fuentes de resistencia. En el caso del arroz, por mucho tiempo la enfermedad que causaba graves daños a este cultivo en México era la *quema del follaje* en las planicies del sureste y el *avanamiento del grano* en la Depresión del Balsas, causada por *Pyricularia oryzae* Cav. Afortunadamente en la década de los setenta, el Instituto Internacional de Investigaciones Arroceras (IRRI, por sus siglas en inglés) con sede en Filipinas, detectó y acopió las variedades Tetep (Vietnam), Carreón (Filipinas) y Dissi Hatiff (India) portadoras de resistencia a *Pyricularia oryzae* Cav.), las cuales fueron introducidas a México en esa época para su inclusión en el programa de cruzamientos del INIFAP, del cual en la década de los ochenta fueron generadas las variedades Campeche A80 y Cárdenas A80 para cultivos de temporal en el trópico húmedo del sureste (Hernández, 1982), y en los años noventa, Morelos A92 y Morelos A98 para cultivos bajo riego por trasplante en el estado de Morelos (Salcedo, 1993; Salcedo, 2006).

La necesidad de obtener germoplasma que sirva como progenitores donadores resistentes a *B. glumae* en el programa de cruzamientos del INIFAP para la generación de variabilidad

genética que derive en poblaciones múltiples. Ayudará, en estudios posteriores, para que se realice un seguimiento fitotécnico mediante la combinación de los métodos de *bulk* modificado y selección genealógica para la obtención de líneas puras, de donde las mejores de éstas darán origen a nuevos cultivares de arroz resistentes a *B. glumae* y posiblemente a eventos adversos del cambio climático. Motivo por el cual, el objetivo de esta investigación fue identificar germoplasma resistente a *B. glumae* (Kurita 1992, Yabuuchi, 1992).

Materiales y métodos

Del banco nacional de germoplasma de arroz del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se incluyeron 219 materiales y otros once introducidos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Colombia, con los que se integraron 230 genotipos. Simultáneamente, en el laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental Zacatepec, Morelos, en coordinación con la Facultad de Biotecnología de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos, se incrementaron y activaron las cepas virulentas de *B. glumae*, que desde 2020 se aislaron en plantas de arroz que mostraban síntomas del *tizón bacterial* y que fueron colectadas en los estados de Campeche (2017), Nayarit (2018) y Jalisco (2020).

En 2023, los 230 materiales se sembraron en macetas de 20 kg conteniendo un sustrato previamente preparado en la proporción 2:1 de arcilla y estiércol de bovino, sembrando dos semillas de cada genotipo por maceta, enseguida se dio un riego de germinación. La nutrición del experimento se efectuó con la dosis total de 200-40-40 dividida en cuatro partes, como se indica a continuación: al cuarto día de germinación de las semillas se realizó la primera aplicación de fertilizantes con la dosis 20-40-40, para lo cual se mezclaron 10 g de sulfato de amonio al 20.5 % + 10 g de superfosfato triple de calcio al 46 % + 7 g de cloruro de potasio al 60 %; y como el pH del suelo es 8.0 (alcalino), se agregaron a la mezcla 10 g de sulfato ferroso al 21 %; de esta mezcla de 37 g en total se incorporaron 4 g a cada una de las macetas. A los 15 días de edad de las plántulas fueron fertilizadas con la dosis de nitrógeno 60-00-00, para lo cual se aplicaron 3.3 g de sulfato de amonio por maceta; durante la etapa de amacollamiento de las plantas se volvió a aplicar la misma dosis de 60-00-00 de nitrógeno equivalente a 3.3 g por maceta y, finalmente, durante el fase de primordio floral se efectuó la última aplicación de nitrógeno con la misma dosis de 60-00-00, es decir 3.3 g de sulfato de amonio, con las cuales se completó la dosis total de 200-00-00. El control de maleza se efectuó en forma manual y el experimento se regó durante todo el ciclo de cultivo mediante riegos ligeros por las mañanas, los días lunes, miércoles, viernes y sábados, manteniendo siempre el suelo saturado de humedad.

El experimento se estableció en condiciones de invernadero, se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con tres bloques para eliminar los efectos de gradiente de la radiación solar y humedad relativa, principalmente, donde se efectuó la inoculación utilizando 0.5 mL de suspensión con *B. glumae* a la concentración de 1×10^7 UFC por mL en dos tallos de las plantas de cada uno de los 230 genotipos de arroz.

Para la evaluación de la resistencia a *B. glumae* en las panículas, en el invernadero del Campo Experimental Zacatepec, Morelos, se determinó el porcentaje de granos

vanos de cada uno de los cultivares de arroz a través de una escala de severidad (Vérgara *et al.*, 2025) con seis clases de intensidad del daño de *B. glumae*, donde: 1 = resistente (0.5 – 1.5 %), 2 = moderadamente resistente (media del 10 %), 3-4 = moderadamente susceptible y 5-6 = susceptible (más de 90 % de avanamiento) (figura 1). Los datos de grano vano y severidad causados por *B. glumae* se registraron en la etapa fenológica de madurez fisiológica del grano de cada uno de los cultivares evaluados en el presente trabajo.

Los valores de grano vano en plantas de arroz causado por *B. glumae* fueron expresados en porcentajes y se transformaron con angular arcoseno $\sqrt{x + 1}$. Los valores transformados fueron sometidos a análisis de varianza mediante el programa SAS 9.0. (2002), usando las pruebas de comparación de medias Tukey para determinar las diferencias significativas entre los cultivares de arroz con un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Figura 1

Escala logarítmica diagramatizada de seis clases de severidad de la bacteria *Burkholderia glumae* en panículas de arroz: 1 = resistente, 2 = moderadamente resistente, 3-4 = moderadamente susceptible, 5-6 = susceptible



Resultados

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos para el porcentaje de grano vano entre los cultivares de arroz inoculados con *B. glumae* (cuadro 1); en virtud de esa diferencia se procedió a realizar la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), la cual mostró tres tratamientos con mínimo avanamiento de grano (cuadro 2) y por lo mismo se consideraron resistentes a la enfermedad; estos tratamientos correspondieron a tres genotipos: WAB45024-2-3P33HB (0.5 %), Orona A17 (1.5 %) y FL02768-2P-6-4P-1P-M-1P (0.5 %) (figura 2), mientras que 13 tratamientos con severidad intermedia y llenado de grano superior al 90 %, considerándose moderadamente resistentes (MR):

IR70182-24PM1-2-4-11, Temporalero A-95, Pacífico FL-15, FL010164-7P-3-3P-1P-M, PCTMADR-707-2-1-2-5SR-1P, PCTMADR-707-2-1-1-3SR-2P, PCTMADR-682-2L-2-3-3SR-2P, PCTMADR-707-2-1-4-2SR-2P, PCTMADR-707-2-3-2-3SR-2P, PCTMADR-416-3L-1-1-2SR-2P, FL02768-2P-6-4P-1P-M-1P-F13, FL0100030-12P-9-2P-2P-4P-M y Morelos A2010) (figura 3). El resto de los tratamientos mostraron alta severidad de daño por *B. glumae* con más del 90% de avanamiento del grano en las panículas inoculadas y por ello resultaron susceptibles y altamente susceptibles.

Cuadro 1

Análisis de varianza entre cultivares de arroz, considerando el porcentaje de grano vano por efecto de la inoculación de la bacteria *Burkholderia glumae*

Fuente de variación	GL	SC	CM	F-valor	Pr $\geq$ F
Tratamientos	229	7614.420	33.250745	46.80	0.001
Bloques	2	108.106	54.053261		
Total	231	7722.526			

GL= Grados de libertad. SC= Suma de cuadrados. CM= Cuadrados medios.

Cuadro 2

Comparación de genotipos por la cantidad de grano vano (%)

Tratamientos	Grano vano (%)	Agrupamiento
IR70182-24PM1-2-4-11	10.0	A
Temporalero A-95	9.9	B
Pacífico FL-15	9.9	B
FL010164-7P-3-3P-1P-M	9.8	C
PCTMADR-707-2-1-2-5SR-1P	9.7	D
PCTMADR-707-2-1-1-3SR-2P	9.7	D
PCTMADR-682-2L-2-3-3SR-2P	9.7	D
PCTMADR-707-2-1-4-2SR-2P	9.6	E
PCTMADR-707-2-3-2-3SR-2P	9.6	E
PCTMADR-416-3L-1-1-2SR-2P	9.5	F
FL02768-2P-6-4P-1P-M-1P-F13	9.4	G
FL0100030-12P-9-2P-2P-4P-M	9.2	H
Morelos A2010	9.1	I
WAB45024-2-3P33HB	0.5	Z
Orona A17	1.5	W
FL02768-2P-6-4P-1P-M-1P	0.5	Z

Medias con la misma letra no son significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

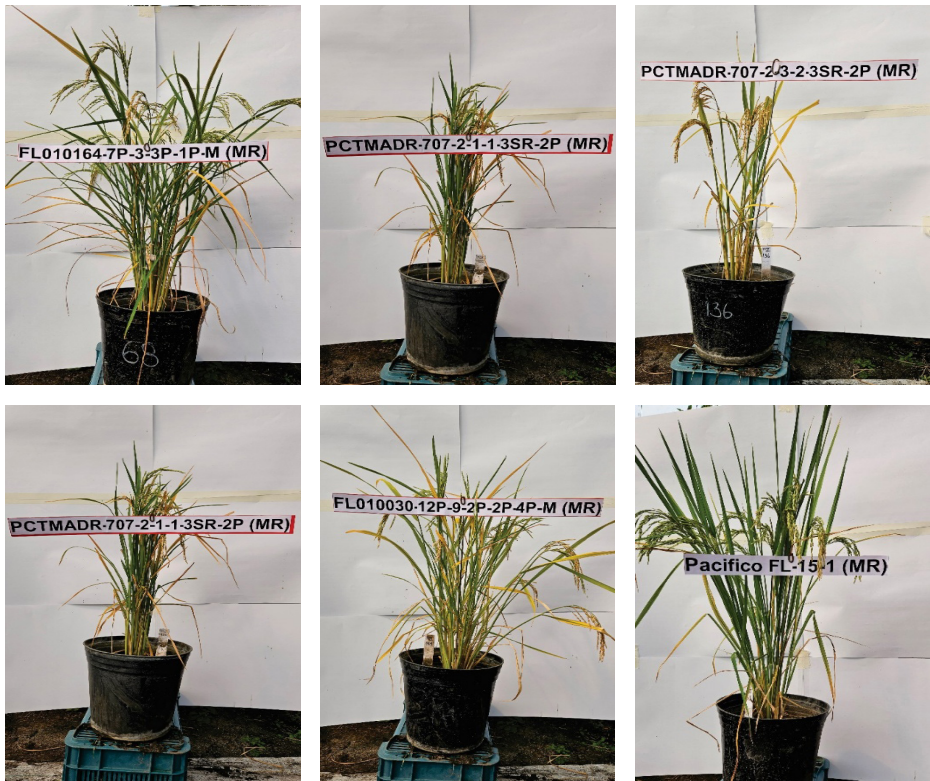
Figura 2

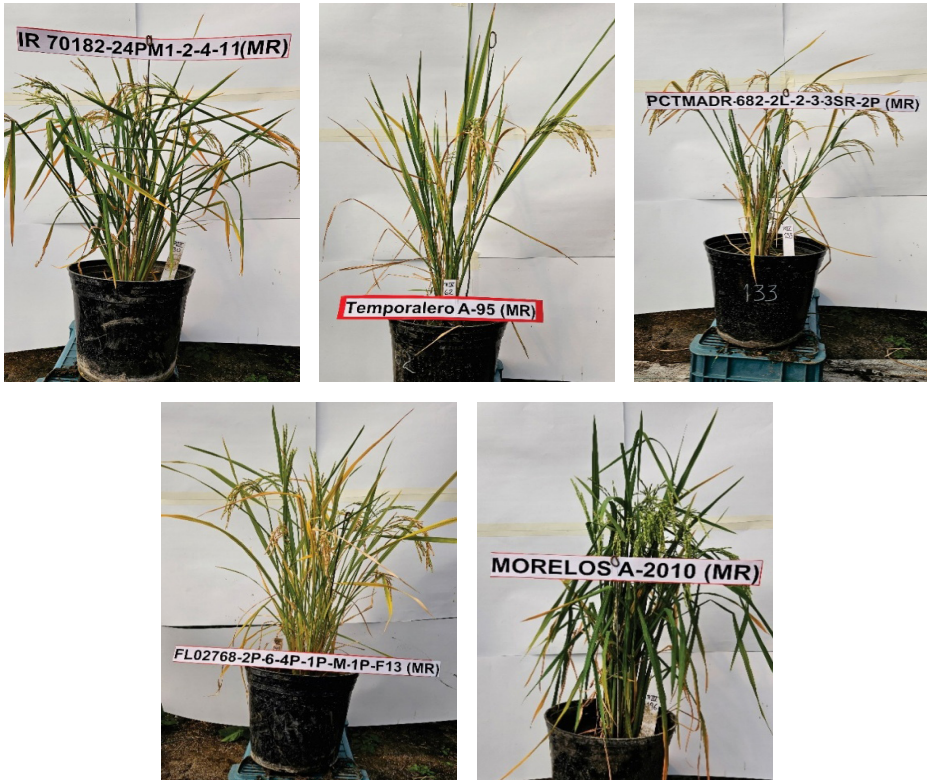
Aspectos de las panículas en forma de parábola por el peso de los granos llenos de los tres genotipos que resultaron resistentes a la bacteria *Burkholderia glumae*



Figura 3

Aspectos de las panículas de once de los 13 genotipos que reportaron moderada resistencia a *Burkholderia glumae*





Discusión

B. glumae es transmitida por las semillas y el grado de severidad se observa por influencia de las fluctuaciones ambientales; la estrategia para el control efectivo en variedades de arroz resistentes a la fecha aún es difícil de lograr, ya que en México y en otras áreas arroceras del mundo se carecía de fuentes de resistencia a este importante patógeno. Recientemente en Colombia se realizó una investigación con la variedad FEDEARROZ 67 centrada en evaluar nanopartículas de plata sintetizadas electroquímicamente (AgNPs) para el control de *B. glumae* (Morales *et al.*, 2023), mientras que 12 años antes, en un estudio con semillas de tres variedades comerciales colombianas de arroz, se identificó cierta resistencia con base a la severidad en plántulas de arroz (Uribe, 2011).

Mizobuchi *et al.* (2016), estudiaron en algunas variedades de arroz la resistencia a las enfermedades de mayor importancia de este cultivo en Japón, como la mancha café, la pudrición bacterial de las plántulas y la pudrición bacterial de grano de arroz, las cuales incrementaron sus niveles de virulencia debido al calentamiento global, habiendo encontrado alta susceptibilidad en todos los materiales estudiados. Estos resultados coinciden en parte con esta investigación, en la que fueron inoculados 230 genotipos de arroz, pero 214 de ellos mostraron moderada y alta susceptibilidad, mediante síntomas de pudrición de las vainas de las hojas en las plantas y avanamiento del grano ocasionados

por *B. glumae*; sin embargo, en este trabajo, tres genotipos resultaron resistentes y 13 moderadamente resistentes.

Por lo anterior, se consideró que la mejor estrategia para el control de *B. glumae* debe ser a través de una investigación como ésta, enfocada a identificar resistencia a esta bacteria mediante su aislamiento, purificación e inoculación en diferentes genotipos en que se evaluaron 219 materiales del banco nacional de germoplasma de arroz del INIFAP y once del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), habiendo resultado resistentes (R) tres de ellos porque reportaron muy baja severidad —correspondiente a la escala logarítmica 1— y trece reportaron ligeros daños en las panículas —considerados como moderadamente resistentes (MR) e incluidos en la escala 2—, cuyos resultados son similares a la escala logarítmica propuesta por Vergara *et al.* (2025), mientras que en los restantes 214 materiales evaluados visualmente se observaron panículas con los síntomas producidos por la bacteria, que variaron de color café a color pajizo, con manchado del grano, pudrición y tizón del follaje, ubicándose en las escalas 3-4 y 5-6; de ahí que la importancia de esta investigación consistente en inocular la bacteria en dos tallos de las plantas induciendo que se reprodujeran con éxito los Postulados de Koch, por lo que los tres genotipos resistentes podrán considerarse en el programa de cruzamientos como progenitores donadores de la resistencia a *B. glumae*. Cabe destacar que, a la fecha, no se ha encontrado literatura o programas de mejoramiento de arroz que informen sobre la incorporación de la resistencia genética de *B. glumae* en programas de mejoramiento genético del arroz en otros países, como este que se inicia en México.

Los genotipos de arroz resistentes a *B. glumae* a partir de 2024 serán utilizados como progenitores donadores de la resistencia en el programa de cruzamientos del INIFAP para la generación de variabilidad genética que derive en poblaciones múltiples que serán avanzadas generacionalmente de F_2 a F_5 o F_6 mediante la combinación de los métodos de *bulk* modificado y selección genealógica para la obtención de líneas puras, de las cuales las líneas elite serán evaluadas biométricamente de donde las mejores de éstas podrán convertirse en nuevos cultivares de arroz resistentes a *B. glumae*.

Los orígenes de los tres genotipos de arroz resistentes (R) son: West Africa Rice Development Association (WARDA) - África Occidental: WAB45024-2-3P33HB; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) - México: Orona A-17; y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) - Colombia: FL02768-2P-6-4P-1P-M-1P; así como, de los trece materiales que reportaron moderada resistencia (MR) a *B. glumae*, la variedad Morelos A2010, INIFAP-México.

Conclusiones

De los 230 materiales de arroz evaluados se detectó resistencia a *B. glumae* (Kurita 1992; Yabuuchi, 1992) en tres de ellos: WAB45024-2-3P33HB, Orona A17 y FL02768-2P-6-4P-1P-M-1P, porque las plantas resultaron completamente sanas y sus panículas produjeron granos (99.7%); en trece cultivares la resistencia fue moderada debido a que las panículas mostraron mínimo grado de avanamiento (5.7%); y el restante 93.0% de

los materiales fueron desde moderadamente susceptibles a totalmente susceptibles, porque sus panículas resultaron parcial o totalmente vanas.

Literatura citada

- Hernández, A. L. (1982). Campeche A80 y Cárdenas A80 Primeras variedades temporales de arroz en México resistentes a la quema del follaje (*Pyricularia oryzae* Cav.). En: *Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de arroz en el trópico húmedo de México* (pp. 17-20). SARH-INIA, México.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [INIFAP]. (2023). Matriz de programas nacionales de investigación para la incorporación de los resultados a la agricultura mexicana del futuro. *Reunión Presencial de Líderes de Programas Nacionales y Directores Regionales del Centro con Autoridades del INIFAP*. Ciudad de México, abril 24-26.
- Hernández-Nava G. A.; Aranda-Ocampo S.; Valdovinos-Ponce G. y Segura-León O. (2025). Caracterización e identificación de *Burkholderia glumae* en semillas de variedades de arroz (*Oryza sativa*) cultivadas en México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 43(2): 65. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2408-3>
- Maurya, R.; Singh, M.; Srivastava, D. y Rathor, S. (2023). Insights from the conventional breeding and molecular approaches for rice bacterial panicle blight disease resistance. En: D. Srivastava, Md. Shamim, M. M. Ahmad y K. N. Singh (eds.), *Bacterial Diseases of Rice and Their Management* (pp. 129-142). Apple Academic Press.
- Mizobuchi, R.; Fukuoka, S.; Tsushima, S.; Yano, M. y Sato, H. (2016). QTLs for resistance to major rice diseases exacerbated by global warming: brown spot, bacterial seedling rot and bacterial grain rot. *Rice*, 9(23): 1-12. DOI 10.1186/s12284-016-0095-4
- Morales, B. E.; Ortiz, C. R.; Yineth, L. y Chaves G. B. (2023). Assessment of *Burkholderia glumae* control in rice (*Oryza sativa* L.). FEDEARROZ 67, using silver nanoparticles (AgNPs) under greenhouse conditions. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 17. 10.17584/rcch.2023v17i3.16358
- Ramírez, R. S. G.; Aranda, O.S.; Hernández, R.J. y Hernández, A.L. (2019). Estudios de secuenciación del gen Ribosomal 16S por medio de la técnica de Sanger en los laboratorios del Campo Experimental Zacatepec (INIFAP) y del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Méx. (Confirmación de *Burkholderia glumae* en México). Reporte técnico entregado a solicitud de las autoridades de la SADER e INIFAP.
- Salcedo, A. J. (1993). Morelos A92. Nueva variedad de arroz para el estado de Morelos. Folleto Técnico No. 9. SAGAR-INIFAP-CE Zacatepec, Morelos.
- Salcedo A. J. (2006). Morelos A98. Nueva variedad de arroz para Morelos y otros estados de la República. Folleto Técnico No. 21. SAGARPA-INIFAP-CIRCE-CE Zacatepec, Morelos.
- SAS Institute (2002). SAS/STAT User's Guide, Software version 9.0. USA.
- Uribe, V. D. (2011). Determinación de la infección de *Burkholderia glumae* en semillas de variedades comerciales colombianas de arroz. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 64: 6093-6104.
- Valencia, B. A. J.; Hernández, A. M. y Ortega, A. R. (2016). Enfermedades del arroz en México. En: *El arroz en México*. SAGARPA-CONACYT-INIFAP-CIRPAS-Campo Experimental Zacatepec. Libro Técnico No. 14. Capítulo XIII. ISBN: 978-607-37-0584-4.
- Vergara, G. D.; Patricio, P. J. P.; Ramírez, R. S.; Pérez, M. J. M. y Hernández, A. L. (2025). Logarithmic scale of *Burkholderia glumae* severity in rice (*Oryza sativa* L.) panicles. *Investigación Agropecuaria*, 22: 1-7.
- Zhou-qi, C.; Bo, Z.; Guan-lin, X.; Bin, L. y Shi-wen, H. (2016). Research status and prospect of *Burkholderia glumae*, the pathogen causing bacterial panicle blight. *Rice Science*. 23(3): 111-118.
- Zhou, X. G. (2019). Sustainable strategies for managing bacterial blight panicle in rice. In: *Protecting rice grains in the post-genomic era* (pp. 67-84). IntechOpen.