

Identificación fenotípica de mecanismo de resistencia de las bacterias *Burkholderia gladiolii* y *Burkholderia plantarii* y sensibilidad *in vitro* a bactericidas de uso agrícola

Phenotypic identification of the resistance mechanism of *Burkholderia gladiolii* and *Burkholderia plantarii* bacteria and *in vitro* sensitivity to bactericides for agricultural use

Julio Cesar Escorcía¹, Jeffrey Lumardi Arauz Espinoza², Isaías Ezequiel Sánchez Gómez³, Eliézer Hazael Lanuza Rodríguez⁴

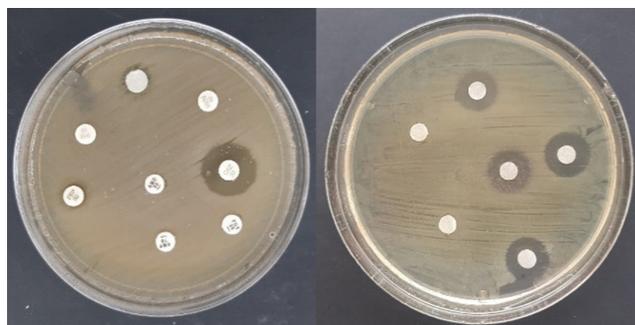
¹ Ingeniero Agrónomo, graduado de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2592-4699>/ escojuliocesar19@gmail.com

² Ingeniero Agrónomo, graduado de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9431-8928> / jeffreয়ারauz1@gmail.com

³ MSc. en Sanidad Vegetal, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Departamento de Protección Agrícola y Forestal, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6604-1660> / isanchez@ci.una.edu.ni

⁴ MSc. en Innovación tecnológica, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Departamento de Protección Agrícola y Forestal, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9717-4709> / eliezer.lanuza@ci.una.edu.ni

Autor para correspondencia: isanchez@ci.una.edu.ni



RESUMEN

Las bacterias *Burkholderia glumae*, *Burkholderia gladiolii* y *Burkholderia plantarii* son importantes en el cultivo de arroz, por provocar manchado y tizón del grano. El objetivo de esta investigación fue identificar fenotípicamente mecanismos de resistencia de *B. gladiolii*, *B. plantarii* y sensibilidad *in vitro* a bactericidas de uso agrícola. Los aislados bacterianos de *B. gladiolii* y *B. plantarii* fueron proporcionados por el laboratorio de Microbiología Vegetal de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. La identificación de mecanismo de resistencia y sensibilidad a bactericidas de uso agrícola se realizó por el método de Bauer –Kirby (difusión en agar), se midió el tamaño de los halos de inhibición, se observó el tamaño y forma de los halos de inhibición producidos por la sinergia entre los discos de antibióticos. Se identificaron seis aislados con mecanismo de resistencia AmpC dereprimada, de estos, cuatro fueron de *B. gladiolii* y dos de *B. plantarii*; se identificó un aislado multiresistente con presencia de AmpC y cinco que no manifestaron mecanismos de resistencia. Los aislados bacterianos de *Burkholderia gladiolii* (D4 y M4) fueron sensibles al ácido oxolínico en comparación con los aislados (V5, D2I, V2, T5 y D3) y el aislados

ABSTRACT

The bacteria *Burkholderia glumae*, *Burkholderia gladiolii* and *Burkholderia plantarii* are important in rice cultivation, for causing spotting and grain blight. The objective of this research was to phenotypically identify resistance mechanisms of *B. gladiolii*, *B. plantarii* and *in vitro* sensitivity to bactericides for agricultural use. Bacterial isolates of *B. gladiolii* and *B. plantarii* were provided by the Plant Microbiology Laboratory of the National Agrarian University, Nicaragua. The identification of the mechanism of resistance and sensitivity to bactericides for agricultural use was carried out by the Bauer-Kirby method (agar diffusion), the size of the inhibition halos was measured, the size and shape of the inhibition halos produced were observed by the synergy between the antibiotic disks. Six isolates with derepressed AmpC resistance mechanism were identified, of these, four were from *B. gladiolii* and two from *B. plantarii*; One multiresistant isolate with the presence of AmpC and five that did not show resistance mechanisms were identified. The *Burkholderia gladiolii* bacterial isolates (D4 and M4) were sensitive to oxolinic acid compared to the isolates (V5, D2I, V2, T5 and D3) and the *B. plantarii* isolates (T5II). The M4 isolate

Recibido: 3 de abril del 2023
Aceptado: 9 de agosto del 2023



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donauld.juarez@ci.una.edu.ni

© Copyright 2023. Universidad Nacional Agraria (UNA).

CIENCIAS DE LAS PLANTAS

de *B. plantarii* (T5II). El aislado M4 de *B. gladiolii* fue susceptible al ácido oxolínico más gentamicina, mientras que los aislados de *Burkholderia gladiolii* (D4, D2I y D3) y el aislado de *Burkholderia plantarii* (T5II) fueron poco susceptible, a diferencia de los aislado bacteriano de *B. gladiolii* (T5 y V2) que no mostraron sensibilidad a dicho producto comercial. La dosis comercial 1.5 kg ha⁻¹ de ácido oxolínico inhibió el mayor número de aislados en comparación con la dosis 1 kg ha⁻¹. El producto biológico a base de *Bacillus subtilis* y el producto formulado sulfato de estreptomycin más oxitetraciclina no ejercieron efecto inhibitorio sobre los aislados de *Burkholderia gladiolii* y *Burkholderia plantarii*.

Palabras clave: difusión, antibióticos, AmpC, Beta-lactamasas, carbapenemasas, aislados.

of *B. gladiolii* was susceptible to oxolinic acid plus gentamicin, while the isolates of *Burkholderia gladiolii* (D4, D2I and D3) and the isolate of *Burkholderia plantarii* (T5II) were not very susceptible, unlike the bacterial isolates of *B. gladiolii* (T5 and V2) that did not show sensitivity to said commercial product. The 1.5 kg ha⁻¹ commercial dose of oxolinic acid inhibited the highest number of isolates compared to the 1 kg ha⁻¹ dose. The biologic product based on *Bacillus subtilis* and the formulated product streptomycin sulfate plus oxytetracycline had no inhibitory effect on *Burkholderia gladiolii* and *Burkholderia plantarii* isolates.

Keywords: Diffusion, antibiotics, AmpC, Beta-lactamases,

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) pertenece a la familia de las gramíneas y se caracteriza por ser uno de los principales granos básicos de mayor importancia en el mundo generando un alto valor socioeconómico de cada país, como también un excelente y valioso aporte para el consumo interno de la población. (González, 2016).

En Nicaragua la producción de arroz representa el 11% del PIB agrícola nacional. Existen actualmente productores que cultivan 97 284 hectáreas, 60 % se da en condiciones de secano y un 40 % en riego con mayor tecnología. Estos productores de arroz generan unos 30 000 empleos anuales (Aguilar, 2017).

Lombeida *et al.* (2016) argumenta que el cultivo arroz se ve afectado por factores que limitan a la producción estos pueden ser la temperatura, humedad, velocidad del viento, suelos compactos y escasas de agua y, por otra parte, están los originados por insectos, hongos, virus, nematodos y bacterias, que dificultan el manejo agronómico.

Giona-Cerezo *et al.* (2020) describen que la resistencia antimicrobiana se define como la capacidad de una bacteria que posee en su material genético para resistir los efectos de diferentes antibióticos, siendo una característica inherente de la bacteria o puede ser una capacidad adquirida durante el proceso infeccioso.

La resistencia a los antimicrobianos es un problema continuo y en aumento. Se hace aun mayor cuando un microorganismo presenta uno o más mecanismos de resistencias, teniendo la capacidad de transmitirlo, no sólo a su descendencia, sino también a otras bacterias de su misma o distintas especies, presentando diferentes mecanismos de resistencia como en el caso de las enzimas hidrolíticas, la modificación del sitio activo, la proteína de unión a la penicilina (PBP), modificación ribosomal, disminución de la permeabilidad de la pared celular al ingreso del antimicrobiano y la bomba de flujos (Moreno *et al.*, 2009).

En los últimos años algunas especies como *B. gladiolii* (añublo del arroz) y *B. plantarii* (tizón de las

plántulas), han venido ocasionando un impacto negativo en la producción de arroz. Ambas especies generan grandes pérdidas económicas anuales en los países productores de arroz, debido al conocimiento de los productores respecto a su detección temprana, prevención y manejo de la enfermedad (Pedraza, 2012). El manejo de *B. gladiolii* y *B. plantarii*, es cada vez más difícil de manejar, por lo que se han venido planteando diferentes estudios y estrategias con el objetivo de resolver los problemas originados por estas bacterias que afectan en gran escala al cultivo; una de estas prácticas de manejo es el uso de productos químicos que ejercen gran control contra estas enfermedades, pero en algunos casos se han encontrados bacterias que han desarrollado resistencia a diferentes formulaciones químicas (Ochi *et al.*, 2017). El objetivo de esta investigación es fue identificar fenotípicamente mecanismos de resistencia de *B. gladiolii*, *B. plantarii* y sensibilidad in vitro a bactericidas de uso agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio. Este estudio se realizó en el laboratorio de Microbiología Vegetal del departamento de Protección Agrícola y Forestal de la Universidad Nacional Agraria en Managua, Nicaragua, ubicado en el km 12 1/2 Carretera Norte en las coordenadas geográficas 12°08'53.24" de latitud Norte y 83°09'51.24" de longitud Oeste.

Obtención del material biológico. Los aislados bacterianos de *B. gladiolii* y *B. plantarii* fueron proporcionados por el laboratorio de Microbiología Vegetal, cumpliendo los criterios de selección tales como: formar parte del cepario del laboratorio, aislados identificados mediante pruebas bioquímicas y confirmados con la técnica PCR (Polymerase chain reaction) por sus siglas en inglés.

Diseño experimental. El estudio fue descriptivo y cuantitativo, se realizó identificación de mecanismos de resistencia inducido con antibióticos en placas Petri; en el

CIENCIA DE LAS PLANTAS

caso de las pruebas de sensibilidad se hizo en un ambiente controlado bajo un diseño completamente al azar (DCA), se colocaron los discos de antibióticos a dosis baja y alta (según recomendaciones del fabricante) sobre la superficie de la placa con medio de cultivo. Se utilizaron cinco repeticiones por cada antibiótico y aislado bacteriano.

Identificación fenotípica de mecanismos de resistencias de *B. gladiolii* y *B. plantarii*. La identificación de mecanismo de resistencia se realizó mediante la medición y observación visual del tamaño y forma de los halos de inhibición producida por la sinergia de los discos de antibióticos (Figura 1). Los antibióticos empleados para la prueba fueron Cefepima (FEP), ceftazidima (CAZ), Ampicilina más ácido clavulánico (AMP), Meropenem (MER), Imepenem (IMP) y el inductor EDTA (ácido etilendiaminotetraacético), según Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia (CNDR, 2004).

Los betalactámicos de espectro extendido (BLEE) se encuentran presentes cuando se manifiesta achatamiento de halo de inhibición y sinergia en discos de ceftazidima (CAZ), Ampicilina más ácido clavulánico (AMP) y Cefepima (FEP) y ausencia si no hay achatamiento ni sinergia en discos de CAZ, AMP y FEP. En el caso de carbapenemasas se asume la presencia cuando hay achatamiento de halo de inhibición y sinergia en discos de Meropenem (MER), inductor EDTA e Imepenem (IMP) y ausencia cuando no hay achatamiento ni sinergia en discos de MER, EDTA e IMP (CNDR, 2006).

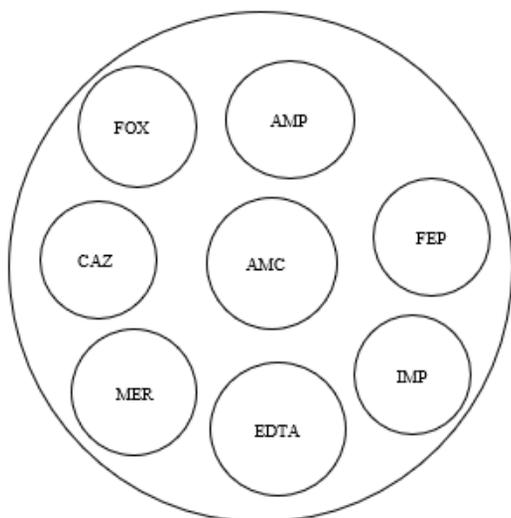


Figura 1. Orden de los antibióticos para la identificación fenotípica de mecanismos de resistencia de *B. gladiolii* y *B. plantarii*.

Prueba de sensibilidad in vitro a bactericidas de uso comercial. Se utilizó el método de difusión en agar que consiste en impregnar discos de papel filtro con las dosis de bactericidas comerciales (Serret-López, *et al.*, 2021). Los bactericidas de uso agrícola fueron: ácido oxolínico, sulfato de estreptomycin más oxitetraciclina, ácido oxolínico más gentamicina y *Bacillus subtilis* a dosis baja y alta recomendada en el producto (Cuadro 1, Figura 2).

Se consideran sensibles los aislados que no crecieron alrededor del disco impregnado con el bactericida produciendo halos de inhibición mayores de 16 mm y resistentes a los aislados bacterianos que presentaron crecimiento bacteriano alrededor del disco impregnados con el bactericida, mostrando halos de inhibición menores de 6 mm, como lo indica Clinical and Laboratory Standards Institutes (CLSI, 2014).

Cuadro 1. Dosis comerciales de bactericidas sintéticos y biológicos para evaluación de sensibilidad *in vitro* de *Burkholderia gladiolii* y *Burkholderia plantarii*.

Bactericidas sintéticos	Dosis g 200 L ⁻¹ de agua	
	Mínima	Máxima
Sulfato de estreptomycin + oxitetraciclina	500	600
Ácido oxolínico	1000	1500
Ácido oxolínico + gentamicina	300	500
Bactericida biológico	Dosis L 200 L ⁻¹ de agua	
	Mínima	Máxima
<i>Bacillus subtilis</i>	1.5 L	2.0 L

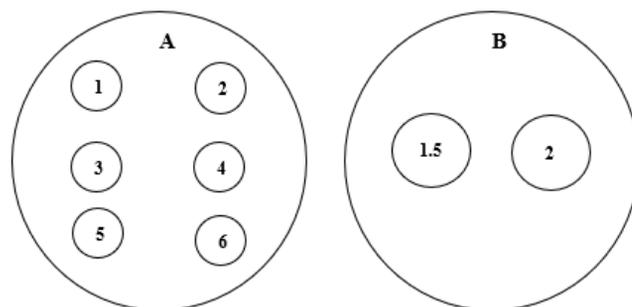


Figura 2. Posición de los bactericidas comerciales para prueba de sensibilidad.

A: Bactericidas sintéticos, 1: Sulfato de estreptomycin más oxitetraciclina 500 g 200 L⁻¹, 2: Sulfato de estreptomycin más oxitetraciclina 600 g 200 L⁻¹, 3: Ácido oxolínico 1000 g 200 L⁻¹, 4: Ácido oxolínico 1500 g 200 L⁻¹, 5: Ácido oxolínico + gentamicina 300 ml 200 L⁻¹, 6: Ácido oxolínico + gentamicina 500 ml 200 L⁻¹. **B:** Bactericida biológico (*Bacillus subtilis*), 1.5: dosis 1.5 L 200 L⁻¹ y 2: Dosis 2 L 200 L⁻¹ de agua.

Variables evaluadas. Se evaluaron los mecanismos de resistencias mediante la observación de achatamiento de halos de inhibición y la sinergia entre discos de antibióticos y la sensibilidad a bactericidas comerciales mediante la medición del halo de inhibición producido por los discos

CIENCIAS DE LAS PLANTAS

de antibióticos frente a las bacterias. Las mediciones se realizaron a las 24 horas después de la inoculación con el uso de una regla milimétrica.

Análisis de datos. Los datos fueron organizados en una hoja de Excel de Microsoft 365 empresarial. Para determinar el número de aislados que presentaron mecanismos de resistencia, se realizó un análisis descriptivo. Para la variable sensibilidad a bactericidas de uso agrícola se realizó un análisis de varianza (Andeva) y prueba de separación de medias de Tukey con 95 % de confiabilidad usando el programa estadístico InfoStat 2020 versión libre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación fenotípica de mecanismos de resistencia de *B. gladiolii* y *B. plantarii*. Se analizaron 10 aislados de *B. gladiolii* y dos aislados de *B. plantarii*. Se identificaron seis aislados con mecanismo de resistencia AmpC derreprimida, de estos, cuatro fueron de *B. gladiolii* (D2I, M4, D3 y V5) y dos de *B. plantarii* (T6 y T5II) un aislado multiresistente con presencia de AmpC (V2) y cinco que no manifestaron mecanismo de resistencia. Por otro lado, en tres aislados de *B. gladiolii* (D2I, V5 y V2) y dos de *B. plantarii* (T6 y T5 II) se identificaron cambios en la permeabilidad de la membrana externa por observarse halos de inhibición pequeños en los discos de Meropenem y halos más grandes en los discos de Imepenem.

La presencia del mecanismo AmpC fue evidente por la resistencia de la bacteria a Cefoxitina con halos menores a 14 mm; no se identificaron mecanismos por carbapenemasas por la ausencia de halos de inhibición menores a 18 mm en los discos de Imepenem y Meropenem, se descarta la posibilidad de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) por la ausencia de halos y sinergia en los discos de ceftazidima, ampicilina más ácido clavulánico y Cefepime (Figura 3). Los cinco aislados que no manifestaron mecanismo de resistencia son considerados como fenotipos salvajes o nativos, por no presentar mecanismo de resistencia.

Seral *et al.* (2012) mencionan que en la mayoría de las enterobacterias que poseen el gen AmpC, este se encuentra en el cromosoma bacteriano y su expresión es de bajo nivel e inducible como respuesta a la exposición a ciertos β -lactámicos como amoxicilina, ampicilina, cefoxitina, imipenem y ácido clavulánico. El fenómeno de inducción está regulado por un operon amp que requiere la presencia del β -lactámico y al menos cinco genes (AmpC, AmpR, AmpD, AmpG, AmpE) y está íntimamente relacionado con el reciclaje del peptidoglicano. El mecanismo de inducción de la β -lactamasa AmpC depende del gen AmpR, que actúa como activador durante el proceso de inducción y como represor en condiciones normales. Los genes AmpC y AmpE codifican la síntesis de proteínas de membrana (AmpC y AmpE, respectivamente) y AmpD da lugar a una proteína soluble (AmpD) que se libera en el citoplasma.

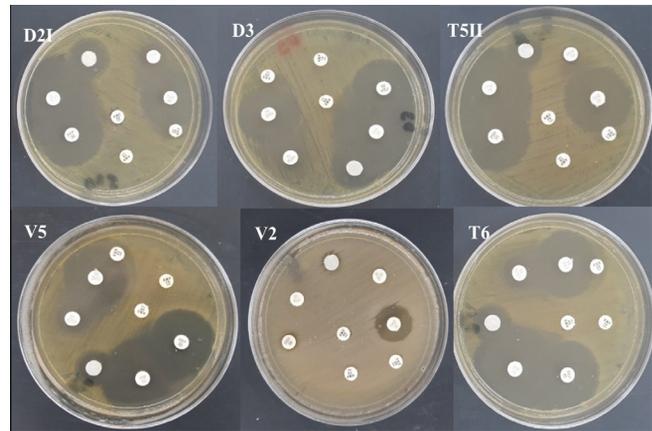


Figura 3. Identificación de mecanismos de resistencia de *B. gladiolii* y *B. plantarii*. D: aislados finca La Doña; T: aislado centro experimental TAINIC; V: aislados finca Virginia; 2, 3, 5 y 6: número de aislado; I y II: número de placas.

Estudios de la secuencia nucleotídica sugieren que los genes que codifican estas enzimas plasmídicas derivan de genes AmpC cromosómicos que poseen algunos miembros de la familia Enterobacteriaceae y el género *Aeromonas* spp, los que han sido integrados en elementos genéticos transferibles facilitando su difusión a diferentes microorganismos.

Sousa *et al.* (2011) expresan que *Burkholderia cepacia* se caracteriza por su resistencia natural a antibióticos, debido a la capacidad de formar biopelículas y cambiar su envoltura celular para reducir la permeabilidad de la membrana, impidiendo así la entrada del antibiótico. Por otra parte, Ranjan *et al.* (2014) manifiestan que los mecanismos que le brindan resistencia incluyen la producción de β -lactamasas y otras enzimas, así como la modificación de los puntos objetivo de los antibióticos.

Becka *et al.* (2021), menciona que los miembros del género *Burkholderia* son intrínsecamente resistentes a múltiples fármacos y poseen una carbapenemasa PenA y una β -lactamasa AmpC, lo que hace que el tratamiento de infecciones en humanos debidas a estas especies sea problemático.

Radice *et al.* (2011) manifiestan que la baja permeabilidad de la membrana externa de *Burkholderia cepacia* produce β -lactamasas de tipo PEN que hidrolizan cefalosporinas de primera y segunda generación que son específicas de genomoespecies que produce PCM-1 (Clase D, tipo OXA), que hidroliza con más eficiencia a Imepenem que a meropenem, por lo que presenta sensibilidad variable al antibiótico meropenem.

Segonds *et al.* (2009) demostraron que *B. gladiolii* es susceptible a piperacilina, imipenem, ciprofloxacina y aminoglucósidos y resistente a ceftazidima, cefepima o aztreonam. Por otra parte, Ruiz *et al.* (2022) manifiestan que *B. gladiolii* es resistente a la gentamicina.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Sensibilidad *in vitro* a bactericidas de uso comercial. Estas pruebas se realizaron con cinco aislados de *Burkholderia gladiolii* con mecanismos de resistencias, dos aislados de *Burkholderia gladiolii* sin expresión de mecanismos de resistencias y un aislado de *Burkholderia plantarii* con mecanismo de resistencia (Figura 4). El análisis de varianza demostró diferencia estadística ($p < 0.0001$) entre los aislados que fueron expuestos al ácido oxolínico; la prueba de separación de medias indicó que los aislados D4 y M4 fueron sensibles al ácido oxolínico por presentar halos de inhibición mayores a 38 mm, en comparación con los aislados T5, T5II, V5, D2I, V2 y D3 que mostraron halos de inhibición menores a 16 mm (Figura 5).

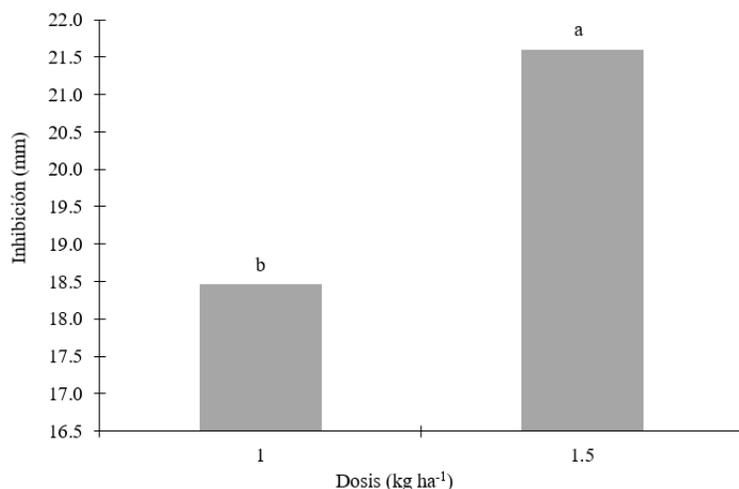


Figura 6. Sensibilidad de *B. gladiolii* y *B. plantarii* según dosis de ácido oxolínico.

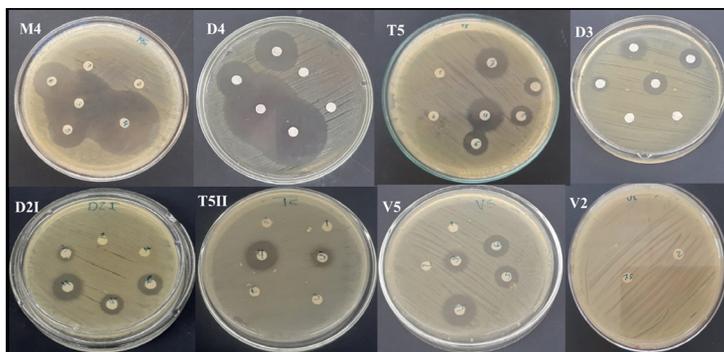


Figura 4. Aislados de *Burkholderia gladiolii* y *Burkholderia plantarii* en medios de cultivo Mueller-Hinton.

M: Agrícola Miramontes; D: aislados finca La Doña; T: aislado centro experimental TAINIC; V: aislados finca Virginia; 2, 3, 4 y 5: número de aislado; I y II: número de placas.

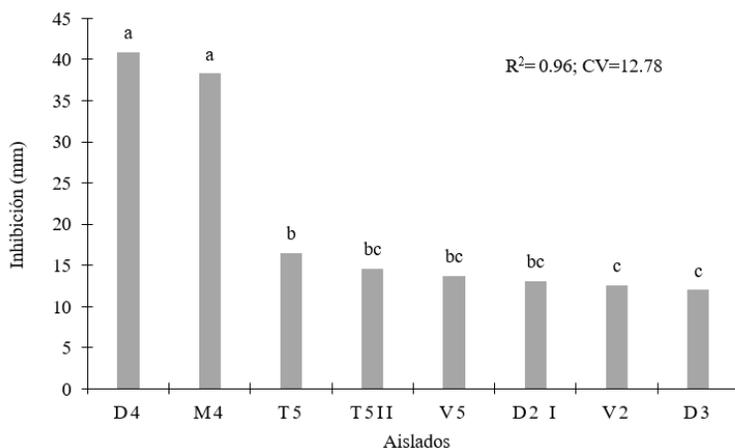


Figura 5. Sensibilidad de *B. gladiolii* y *B. plantarii* al ácido oxolínico.

En relación con las dosis de ácido oxolínico el ANDEVA mostro diferencia estadística ($p=0.0001$) y la prueba de separación de medias indica que la dosis comercial de 1.5 kg ha⁻¹ inhibe el mayor número de aislados en comparación a la dosis comercial de 1 kg ha⁻¹ (Figura 6).

Los aislados que fueron expuestos a ácido oxolínico más gentamicina, presentan diferencias significativas ($p<0.0001$) siendo el aislados M4 el más susceptible al bactericida, mientras que los aislados V5, T5II, D3, D2I, D4 T5 y V2 no mostraron sensibilidad a dicho producto comercial (Figura 7). No se registra diferencia estadística ($p=0.2970$) en las dosis comerciales de 300 ml ha⁻¹ y 500 ml ha⁻¹. El producto biológico a base de *Bacillus subtilis* y el producto formulado con ingredientes activos a base de sulfato de estreptomicina más oxitetraciclina, no ejercieron efecto inhibitorio sobre los aislados de *B. gladiolii* y el aislado de *B. plantarii*.

Según Gutiérrez (2019), en un estudio realizado utilizó Ácido Oxolínico y Actybac SC *Streptomyces racemochromogenes* sobre el control de *Burkholderia glumae*, y concluyó que los bactericidas incidieron significativamente sobre control de la enfermedad que se sitúa en la panícula del arroz conocida como añublo bacteriano.

Moreira (2017) realizó pruebas de sensibilidad *in vitro* evaluando la eficacia de ácido oxolínico y estreptomicina más oxitetraciclina y registró que ambos bactericidas ejercieron efecto inhibitorio sobre el crecimiento de *B. glumae* siendo el ácido oxolínico quien presenta el mayor porcentaje de inhibición sobre las bacterias.

CIENCIAS DE LAS PLANTAS

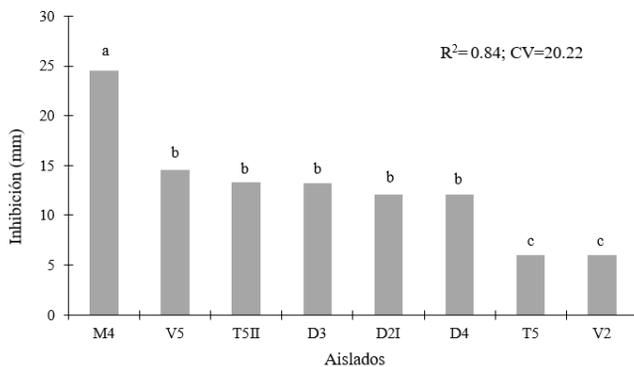


Figura 7. Sensibilidad de *B. gladiolii* y *B. plantarii* al ácido oxolinico más gentamicina.

Valdez-Núñez (2020), manifiesta que al menos siete cepas (46.7 %) presentaron resistencia a $10 \mu\text{g ml}^{-1}$ de ácido oxolinico y la sensibilidad a este antibiótico fue variable, en particular para *B. glumae* (AMG12-06). Para el caso de aislados de *B. glumae* al aumentar la concentración de ácido oxolinico la mayoría de las cepas se mostraron más o menos sensibles y solo el aislado de *B. gladiolii* (TUG05-07) pudo ser considerada como altamente resistente a este antibiótico.

Serret-López *et al.* (2021), demostraron que los productos ensayados cuprimicin agrícola ($200 \text{ g } 100 \text{ L}^{-1}$), serenade polvo ($1 \text{ kg } 200 \text{ L}^{-1}$), bactrol 2X ($60 \text{ g } 100 \text{ L}^{-1}$),

bactriomicin agrícola ($400 \text{ g } 100 \text{ L}^{-1}$), fungifree biológico ($2.5 \text{ kg } 200 \text{ L}^{-1}$), cuprimicin 500 ($625 \text{ g } 100 \text{ L}^{-1}$), phyton ($1.5 \text{ ml } \text{L}^{-1}$), oxiclورو de cobre ($400 \text{ g } 100 \text{ L}^{-1}$), kasumin ($2 \text{ L } 200 \text{ L}^{-1}$), final bacter ($1.6 \text{ kg } 200 \text{ L}^{-1}$), bacterbest biológico ($1 \text{ L } 200 \text{ L}^{-1}$) y biotermin biológico ($3 \text{ L } 200 \text{ L}^{-1}$) no tuvieron efecto inhibitorio sobre *B. gladiolii* (MT672591) aislados de cebolla.

En nuestro país es el primer estudio que se realiza sobre la evaluación de sensibilidad *in vitro* de *B. gladiolii* y *B. plantarii* a bactericidas de uso agrícola, destacando a los aislados D4 y M4 perteneciente a *B. gladiolii* como sensibles al ácido oxolinico.

CONCLUSIONES

Se identificaron seis aislados con mecanismo de resistencia AmpC reprimida, de estos, cuatro fueron de *Burkholderia gladiolii* y dos de *Burkholderia plantarii*; se identificó un aislado multiresistente con presencia de AmpC y cinco que no manifestaron mecanismo de resistencia. Los aislados D4 y M4 fueron sensibles al ácido oxolinico en comparación con los aislados T5, T5II, V5, D2I, V2 y D3. El aislado M4 de *Burkholderia gladiolii* fue susceptible al ácido oxolinico más gentamicina, mientras que los aislados D4, D2I, T5II, y D3 no fueron susceptible por presentar halos de inhibición menor a 16 mm, a diferencia de los aislados T5 y V2, que no mostraron sensibilidad por no mostrar halos de inhibición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Bustamante, V., Méndez, C., Treminio Artola, E. y Loáisiga Vallecillo, V. L. (2017). Evaluación agronómica de nueve líneas avanzadas de arroz (*Oriza sativa* L.) y dos testigos comerciales bajo condiciones de riego por inundación, Sébaco, Matagalpa. *La Calera*, 29(17), 51-56. <https://doi.org/10.5377/calera.v17i29.6524>
- Becka, S. A., Zeiser E., T., LiPuma J., J. & Papp-Wallace, K. M. (2021). Activity of Imipenem-Relebactam against Multidrug- and Extensively Drug-Resistant *Burkholderia cepacia* Complex and *Burkholderia gladioli*. *American Society for Microbiology*, 65(11), 1321-1332. <https://doi.org/10.1128/AAC.01332-21>
- Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia. (2004). *Manual de procedimiento de Bacteriología Médica*. Litonic.
- Clinical and Laboratory Standars Institutes. (2014). *Perfomance Standar for Antimicrobial Susceptibility Testing: Twenty-Fourth Informacional Supplemen*. <https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=59202a0696b7e4d462166956&assetKey=AS%3A496054988533760%401495280134033>
- Giona-Cerezo, S., Santos-Preciado, J. I., Marfin-Otero, M. R., Torrez-López, F. J. y Alcantar-Curriel, M. D. (2020). Resistencia antimicrobiana. Importancia y esfuerzo por contenerla. *Gaceta Medica de México*, 156, 172-180. <https://doi.org/10.24875/GMM.20005624>
- González, B. M. y Alonso, A. M. (2016). Tecnologías para ahorrar agua en el cultivo de arroz. *Nova*, 14(26), 111-126. <https://doi.org/10.22490/24629448.1757>
- Gutiérrez Lozada, D. F. y Espinosa Artunduaga, D. (2019). *Evaluación de los bactericidas de oxilobac (Ácido oxolinico) y actybac sc (streptomyces racemochromogenes) para el control de la bacteria Burkholderia glumane como uno de los causantes del añublo bacteriano de la panicula del arroz (Oryza sativa) en el municipio de Campoalegre, departamento Huila* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25407/dfgutierrezl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lombaida La Rosa, A. L. y Cepeda Landin, E. W. (2016). *Diseño de una metodología de evaluación preliminar para el manejo del Añublo Bacterial de la panicula del arroz en el Ecuador* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio de ESPOL. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51706>
- Moreira C., R. I. (2017). *Evaluación in vitro de la eficacia de bactericidas sobre la inhibición del crecimiento de Burkholderia glumae* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repository.una.edu.ni/3554/1/tmh20m838.pdf>

CIENCIA DE LAS PLANTAS

- Moreno, M. C., González, E. R. y Beltrán, C. (2009). Mecanismos de resistencia antimicrobiana en patógenos respiratorios. *Revista de Otorrinolaringología y Cirugía De Cabeza y Cuello*, 69, 185-192. <https://www.scielo.cl/pdf/orl/v69n2/art14.pdf>
- Ochi, A., Konishi, H., Ando, S., Sato, K., Yokoyama, K., Tsushima, S., Yoshida, S., Morikawa, T., Kaneko, T., & Takahashi, H. (2017). Management of bacterial seedling blight diseases in nurseries by irradiating rice seeds with atmosféric plasma. *Plant pathology*, 66, 67-76. <https://doi.org/10.1111/ppa.12555>
- Pedraza-Herrera, L. A., Bautista, J. P., Cruz-Ramírez, C. A., & Uribe-Vélez, D. (2020). BUN2755 Bacillus strain controls seedling root and bacterial panicle blight caused by Burkholderia glumae. *Biological Control*, 153, 1-32. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104494>
- Radice, M., Marín, M., Giovanakis, M., Vay, C., Almuzara, M., Limansky, A., Casellas, J. M., Famiglietti, A., Quinteros, M., Bantar, C., Galas, M., Pupko, J. K., Nicola, F., Pasterán, F., Soloaga, R. y Gutkind, G. (2011). Criterios de ensayo, interpretación e informe de las pruebas de sensibilidad a los antibióticos en los bacilos gram negativos no fermentadores de importancia clínica: recomendaciones de la Subcomisión de Antimicrobianos de la Sociedad Argentina de Bacteriología, Micología y Parasitología Clínicas, Asociación Argentina de Microbiología. *Revista Argentina de Microbiología*, 43, 136-153. <http://www.scielo.org.ar/pdf/ram/v43n2/v43n2a12.pdf>
- Ranjan, N., Chaudhary, U., Chaudhry, D., & Ranjan K, P. (2014). Ventilator-associated pneumonia in a tertiary care intensive care unit: Analysis of incidence, risk factors and mortality. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 18(4) 200-204. <https://doi.org/10.4103/0972-5229.130570>
- Ruiz H, E., Caro V., M. R. y Ortega H., N. (2022). Resistencia fenotípica y genotípica en los patotipos Aiec, Stec y Eaec de E. coli. *Anales de Veterinaria de Murcia*, 36. <https://doi.org/10.6018/analesvet.540611>
- Serret-López, M., Aranda-Ocampo, S., Espinosa-Victoria, D., Ortiz-Martínez, L. E., & Ramírez-Razo, K. (2021). Polyphasic characterization of Burkholderia gladioli isolated from onion and evaluation of its potential pathogenicity for other crops. *Mexican Journal of Phytopathology*, 39. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2007-2>
- Seral, C., Gude, M. J. y Castillo, F. J. (2012). Emergencia de β -lactamasas AmpC plasmídicas (pAmpC ó cefamicinas): origen, importancia, detección y alternativas terapéuticas. *Revista española de quimioterapia*, 25(2), 89-99. https://seq.es/wp-content/uploads/2012/06/seq.es_seq_0214-3429_25_2_seral.pdf
- Segonds, C., Clavel-Batut, P., Thouverez, M., Grenet, D., Coustumier A., L., Plesiat, P., & Chabanon, G. (2009). Microbiological and Epidemiological Features of Clinical Respiratory Isolates of Burkholderia gladioli. *Journal of Clinical Microbiology*, 47(5), 1510–1516. <https://doi.org/10.1128/JCM.02489-08>
- Sousa, S. A., Ramos, C. G. & Leitao, J. H. (2011). Burkholderia cepacia Complex: Emerging Multihost Pathogens Equipped with a Wide Range of Virulence Factors and Determinants. *International Journal of Microbiology*. <https://doi.org/10.1155/2011/607575>
- Valdes-Nuñez, R. A., Rios-Ruiz, W. F., Ormeño-Orillo, E., Torres-Chavez, E. E., & Torres-Delgado, J. (2020). Genetic characterization of rice endophytic bacteria (Oryza sativa L.) with antimicrobial activity against Burkholderia glumae. *Revista Argentina de Microbiología*, 52(4), 315-327. <https://doi.org/10.1016/j.ram.219.12.002>