

Evaluación de la viabilidad y estabilidad de un consorcio bacteriano como biofungicida contra *Rhizopus oryzae*

Macías Peña, Danna

2024

<https://hdl.handle.net/20.500.11777/6145>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

Evaluación de la viabilidad y estabilidad de un consorcio bacteriano como biofungicida contra *Rhizopus oryzae*

Macías Peña Danna (tercer semestre de ingeniería en biotecnología)¹, Montero Rosas Alejandra (tercer semestre de ingeniería en biotecnología)¹, Torres Salvatori Mauricio (Quinto semestre de ingeniería de negocios)¹, Rodríguez Ramírez Rocío (Profesor responsable)¹ y López Cruz Lesther Emmanuel (Profesor asesor)¹.

¹Universidad Iberoamericana Puebla, San Andrés Cholula, Puebla, México

Palabras clave: Fungicida, Antagonismo, Fitopatógenos, Inhibición, BSR

***Autor Corresponsal:** 199385@iberopuebla.mx

• Introducción

Rhizopus oryzae es uno de los principales responsables de las pérdidas en cosecha y poscosecha, que a nivel internacional promedian un 5%, mientras que en México varían entre el 20% y 30% [1]. Para controlarlo, se han utilizado fungicidas, que han causado daños significativos en cultivos y suelos agrícolas [2]. Como alternativa, los biofungicidas, basados en microorganismos vivos, ofrecen una solución sostenible [3, 4]. Sin embargo, su vida útil limitada (6-18 meses) es un desafío para la comercialización [5, 6]. Este estudio evalúa la viabilidad y antagonismo de un consorcio bacteriano contra *Rhizopus oryzae* en almacenamiento de laboratorio.

• Metodología:

a) Viabilidad del consorcio bacteriano

Se prepararon tres medios LB (Luria Bertani o caldo de Lisogenia) líquidos con pH ajustado (6, 7, 8), y se inocularon las cepas bacterianas (F3, F123, F23) en su pH específico (F3 (pH 6), F12 (pH 7), F23 (pH 8)); se incubaron por 24 horas en el shaker. Posteriormente, se realizaron medios LB líquidos de 1 litro a diferentes concentraciones (100%, 50%, 10%) para la inoculación de las cepas bacterianas (se agregó 1 mL de cada cepa a cada litro de LB) y se incubaron nuevamente por 24 horas en el shaker. El consorcio bacteriano fue envasado en botellas PET esterilizadas con luz UV. Finalmente, cada semana (por 8 semanas) se cuantificaron las UFC (Unidad Formadora de Colonias)/mL mediante diluciones hasta 10⁻⁶(n=3) y posterior a esto se graficó la BSR (Bacterial Survival Rate) con la siguiente fórmula:

$$BSR = \log_{10} \frac{UFC_{final}}{UFC_{inicial}}$$

b) Determinación del porcentaje de inhibición del consorcio bacteriano sobre *Rhizopus oryzae*.

El hongo *Rhizopus oryzae* fue inoculado en placas de LB sin sal y se incubó por 48-72 horas a 25°C. Posteriormente, se realizaron pruebas de antagonismo colocando 20 µL del consorcio bacteriano en 3 puntos diferentes a 1.5 mm del micelio del hongo en las placas, evaluando el porcentaje de inhibición cada dos semanas durante 8 semanas, utilizando la fórmula:

$$ICM = \frac{C - T}{T} \times 100$$

c) Identificación los menores costos posibles de materia prima del consorcio bacteriano como biofungicida.

Se contactó a diversos proveedores en la ciudad de Puebla para obtener precios de las materias primas requeridas para el biofungicida: extracto de levadura, peptona, cloruro de sodio, agar bacteriológico, agua destilada y botellas de plástico PET. Una vez recibidas las cotizaciones, se consolidó la información de precios y cantidades en una hoja de Excel, sumando los costos de cada proveedor para calcular el costo total de producir un litro del producto. Posteriormente, se elaboró una tabla comparativa para identificar al proveedor óptimo, considerando dos criterios

fundamentales: el costo más bajo y la compatibilidad en las cantidades de entrega con el sistema de producción pull, asegurando así la eficiencia y ajuste en el proceso de fabricación.

Resultados

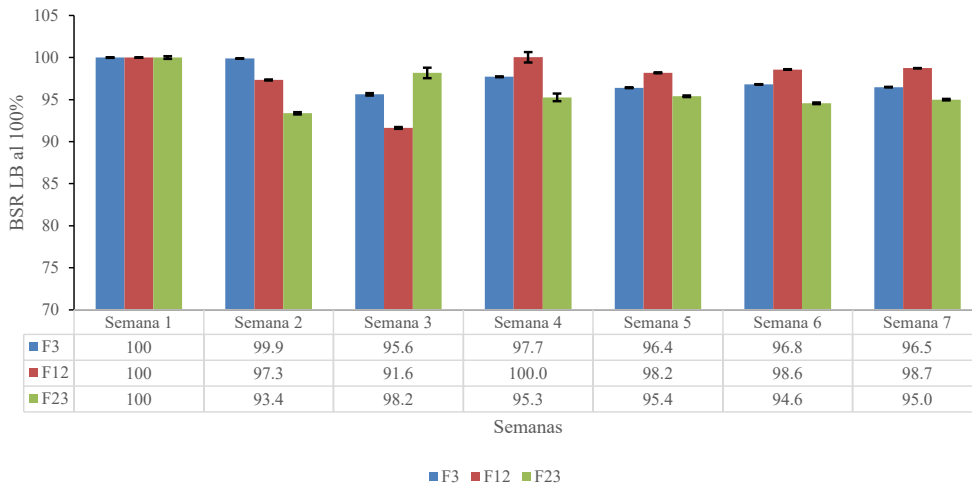


Fig. 1. Tasa de supervivencia bacteriana (BSR) del consorcio F3, F12 y F23 al 100% de LB por 7 semanas. n=3

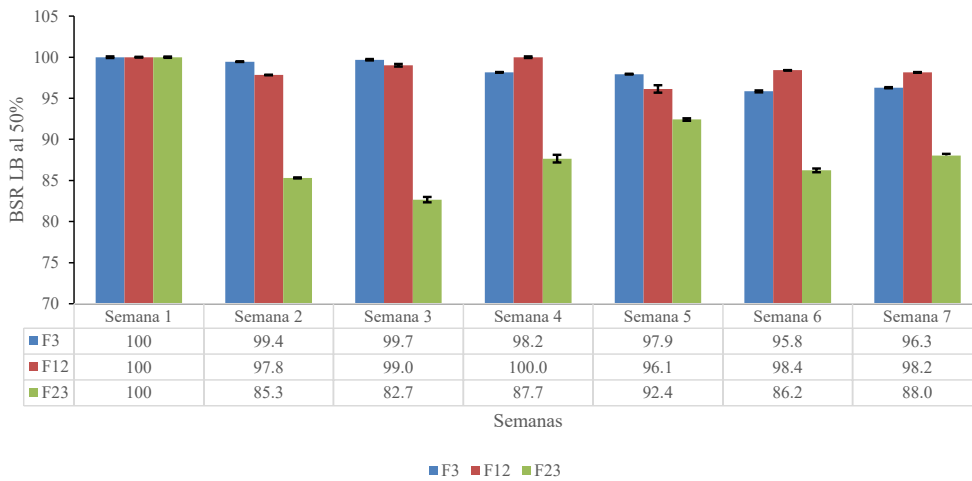


Fig. 2 Tasa de supervivencia bacteriana (BSR) del consorcio F3, F12 y F23 al 50% de LB por 7 semanas. n=3

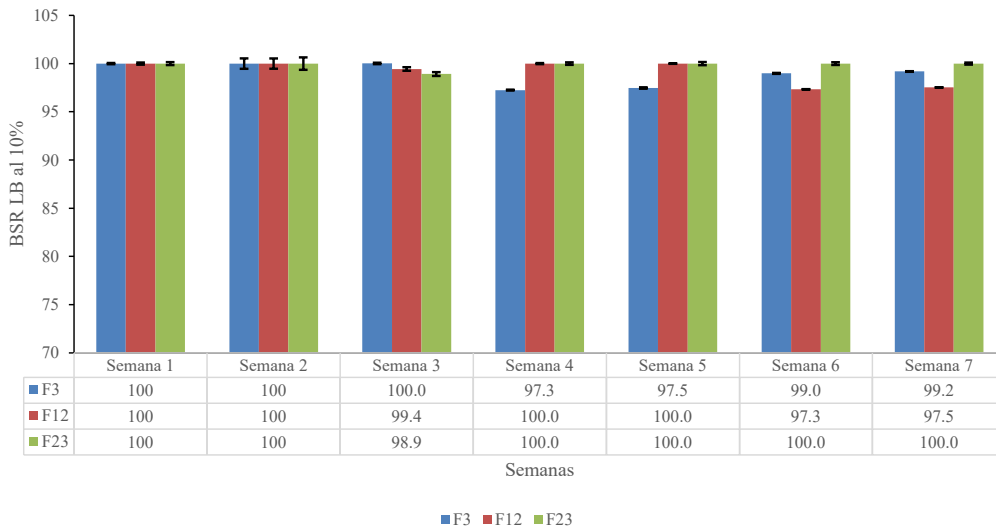


Fig. 3 Tasa de supervivencia bacteriana (BSR) del consorcio F3, F12 y F23 al 10% de LB por 7 semanas. n=3

Antagonismo contra *Rhizopus oryzae*

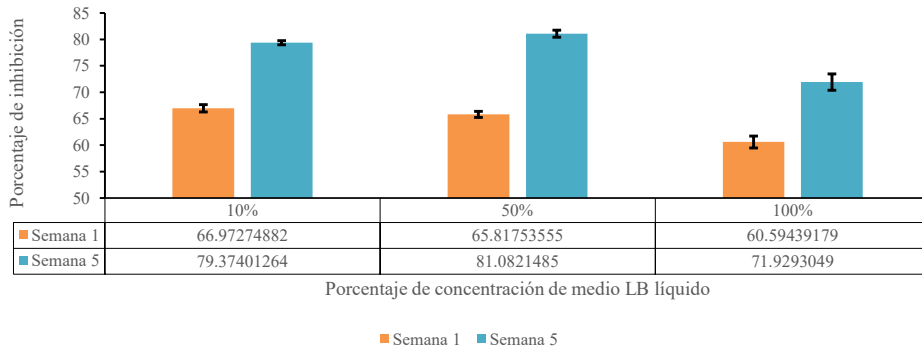


Fig. 4. Porcentaje de inhibición de la semana 1 y 5 del consorcio bacteriano contra el hongo *Rhizopus oryzae*

Tabla 1. Tabla comparativa del costo unitario con los 4 proveedores seleccionados

Proveedor	Costo materia prima	Contacto
CTR	\$139.92	ctrscientific@ctr.com.mx
OLYMPUS	\$242.53	quimicaolypvi@gmail.com
Master Leav	\$138.02	ventas@masterleav.com
DIKYSA	\$173.54	ctrscientific@ctr.com.mx

Análisis de resultados

La Figura 1 presenta los datos de la BSR en medio LB al 100%, evidenciando que este medio es adecuado para mantener la viabilidad del consorcio bacteriano. Esto se refleja en la tasa de supervivencia bacteriana, que se ha mantenido por encima del 90% durante un período de 7 semanas. En particular, se observa que en la semana 4 se alcanzó una supervivencia del 100% en la cepa F12. Además, al analizar el comportamiento general de las tres cepas bacterianas, se aprecia un ligero incremento en su viabilidad al comparar las semanas 3 y 4, lo que sugiere que el ambiente bacteriano es adecuado.

La Figura 2 muestra los datos de la BSR en medio LB al 50%, evidenciando que este medio no es completamente estable para el consorcio bacteriano, particularmente en el caso de la cepa F23. Se observa un descenso en su tasa de supervivencia desde el 100% en la semana 1 hasta alcanzar un 82.7% en las semanas 2 y 3, aunque posteriormente presenta ligeras fluctuaciones. En contraste, las demás cepas mantienen una tasa de supervivencia superior al 95% a lo largo de las 7 semanas. Cabe destacar que la cepa F12 experimentó un repunte, alcanzando nuevamente el 100% de viabilidad durante la semana 4.

La Figura 3 presenta los datos de la BSR en medio LB al 10%, mostrando una notable estabilidad en las bacterias. En la cepa F3, se observa un decrecimiento máximo del 2.7% a lo largo de las 7 semanas, mientras que las cepas F12 y F23 presentan un comportamiento aún más estable. En particular, la cepa F23 muestra una disminución mínima del 1.1% en la semana 3, manteniéndose al 100% en las semanas restantes. Esta estabilidad podría explicarse por la menor concentración de medio LB, que limita la producción de metabolitos bacterianos. A mayores concentraciones de medio LB, las bacterias tienden a generar más metabolitos, los cuales pueden interferir entre sí y afectar negativamente su viabilidad. En cambio, el medio LB al 10% reduce la cantidad de "alimento" disponible, minimizando la producción de metabolitos y favoreciendo un entorno más equilibrado para las cepas bacterianas.

En la figura 4 se presentan los datos relacionados con el antagonismo del consorcio bacteriano o biofungicida frente al hongo *Rhizopus oryzae*. Los resultados indican que el porcentaje de inhibición en la primera semana con una concentración de LB al 10% es menor en comparación con la quinta semana. En la semana 1, el porcentaje de inhibición alcanza el 66%, mientras que en la semana 5 aumenta hasta el 79%, lo que podría sugerir que a mayor tiempo podría favorecer la viabilidad del antagonismo. Por otro lado, con una concentración de LB al 50%, se observó un comportamiento similar en cuanto al porcentaje de inhibición, llegando incluso a un 81% en la quinta semana. Finalmente, al emplear LB al 100%, se evidenció una diferencia significativa en comparación con las otras concentraciones, ya que el porcentaje de inhibición en la semana 5 fue de solo un 71%.

La tabla 1 muestra a Masterleav como mejor proveedor, ya que ofrece los precios más bajos y sus presentaciones de materia prima permiten ajustarse a la demanda actual del mercado.

Conclusiones

Se logró prolongar la vida útil del biofungicida, ya que el consorcio bacteriano de F3, F12, y F23 demostró crecimiento y estabilidad en condiciones de almacenamiento durante el periodo evaluado. Los resultados muestran que el medio LB al 10% fue el más efectivo, manteniendo una tasa de supervivencia del 95-100% hasta la semana 8, lo que indica una alta viabilidad y sugiere una formulación optimizada para el biofungicida. Esta concentración también representa un menor costo en materia prima, beneficiando la rentabilidad del proyecto; tras la evaluación de proveedores, se identificó a Master Leav como la opción más rentable para este insumo. Se continuará evaluando la viabilidad del consorcio bacteriano a largo

plazo y se pondrá a prueba el biofungicida en condiciones reales de pre y poscosecha. Esto permitirá validar su eficacia en el control de *Rhizopus oryzae* y otros fitopatógenos en un entorno agrícola, alineando el proyecto con el objetivo de desarrollar una alternativa comercialmente viable a los fungicidas químicos.

Referencias

[1] *Almacenamiento en México*. (s.f.). SEMARNAT.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/185452/revista_271.pdf

[2] *ESQUIVE WP: Biofungicida para el control de enfermedades de madera de yesca, eutipiosis y BDA - Biofungicida - Idai Nature, líderes en Biocontrol agrícola*. (s.f.). Idai Nature, líderes en Biocontrol agrícola.

<https://www.idainature.com/biofungicidas-agricolas/esquive-wp-biofungicida-para-el-control-de-enfermedades-de-madera-de-yesca-eutipiosis-y-bda/>

[3] *Fenología Aplicada en el Cultivo de Tomate*. (s.f.). SMEAP México. <https://smeapmexico.org/manejo-de-fungicidas-en-la-agricultura-moderna/>

[4] *Fungicidas: Impacto en la Salud y el Medio Ambiente - TSI Group - Tecnosoluciones Integrales*. (s.f.). TSI Group - Tecnosoluciones Integrales. <https://tecnosolucionescr.net/blog/145-fungicidas-impacto-en-la-salud-y-el-medio-ambiente>

[5] *Fungicidas para el control de la antracnosis del mango en poscosecha*. (s.f.). gob.mx.

<https://www.gob.mx/inifap/articulos/fungicidas-para-el-control-de-la-antracnosis-del-mango-en-postcosecha>

[6] *Fungifree AB®: El Primer Biofungicida Desarrollado y Comercializado en México, Obtiene el Premio Innovadores de América 2014*. (s.f.). gob.mx. <https://www.gob.mx/conacyt/prensa/fungifree-ab-el-primer-biofungicida-desarrollado-y-comercializado-en-mexico-obtiene-el-premio-innovadores-de-america-2014>

Con formato: Español (México)