



Efecto de
BioFruit 15XF®
sobre la bacteria
fitopatógena
Ralstonia
solanacearum
en agua de riego

junio 2023

INFORME FINAL

ABSTRACT

La bacteria fitopatógena *Ralstonia solanacearum* se transmite por material vegetal, suelo, y agua contaminada, lo que hace difícil erradicarla una vez establecida. La validación de métodos para controlar a esta bacteria requiere estudios y evaluaciones que contribuyan a reducir la dispersión del problema. Paralelamente, el creciente requerimiento de productos especializados para los sistemas productivos agrícolas y agroindustria, con alto valor agregado, que permitan generar alimentos con nula o reducida carga de residuos de plaguicidas y agroquímicos, está impulsando el desarrollo de formulaciones simples y efectivas contra diversos problemas fitosanitarios. En este contexto, si bien existen microorganismos con actividad antagonista sobre *Ralstonia solanacearum*, hasta ahora no existen formulaciones disponibles. Este trabajo tiene por objetivo evaluar la actividad controladora y erradicante de BioFruit 15XF® sobre *R. solanacearum* en agua de riego en el valle de Azapa, Desierto de Atacama, extremo norte de Chile.

Dr. German F. Sepúlveda Chavera
Profesor de Patología Vegetal
Universidad de Tarapacá

Ing. Agr. Sr. Francisco Ibáñez
Ing. Agr. Srta. Mabel Arismendi

I.- INTRODUCCIÓN

El uso de productos efectivos y que no dejen residuos en el manejo de microorganismos fitopatógenos se está generalizando. Estos insumos se encuentran formulados como polvo, líquidos y granulares y, entre otras ventajas, se aplican sin mayores dificultades en los sistemas agroproductivos, siempre que sean compatibles con las condiciones del agroecosistema.

La región de Arica y Parinacota, principalmente el valle de Azapa, produce el 13% del tomate para consumo fresco en Chile (ODEPA, 2012), abasteciendo casi totalmente la producción interna de tomates en los meses de invierno y principios de primavera (junio a noviembre). El nivel productivo para hortalizas en la región es alto, siendo común que los agricultores alcancen rendimientos superiores a 220 t/ha en cultivos de tomate. A pesar de ello, existen importantes pérdidas de rendimiento, debido principalmente a problemas fitosanitarios (plagas y enfermedades).

Los problemas bacterianos en cultivos de tomates en el valle de Azapa representan un desafío cada vez más frecuente y las alternativas de manejo son limitadas. Estas incluyen algunos antibióticos, sulfato de cobre y algunos oxidantes. Hasta ahora, estos elementos presentan resultados erráticos, las aplicaciones son honerosas y requieren cierto nivel tecnológico, requisitos que si no se cumplen, generan resultados nulos o muy escasos.

En las últimas 5 temporadas, nuestro laboratorio ha detectado alta frecuencia de enfermedades bacterianas: *Ralstonia solanacearum*, *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomate*, *Clavibacter michiganensis* pv. *michiganensis* y, secundariamente, *Erwinia* sp, *Xanthomonas vesicatoria* y *Pectobacterium* sp.. También participan del patosistema hongos tales como *Fusarium oxysporum* y nemátodos del género *Meloidogyne*. Para completar el cuadro fitosanitario, se deben mencionar diferentes virus fitopatógenos: TSWV, PNSV, TMV, PepMV, TYLCV, entre otros.

Los problemas fitosanitarios asociados al suelo se previenen, primariamente, con fumigación de suelos e incorporación de plaguicidas específicos, muchos de ellos, pueden generar problemas de residuos y participan del fenómeno de resistencia de plagas y enfermedades a los plaguicidas..

La creciente demanda por alimentos inocuos ha impulsado el concepto de manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, por ello, se están desarrollando diferentes prácticas de manejo de los fitopatógenos del suelo, no solo en los sistemas productivos del norte grande, sino también en el resto del país con resultados satisfactorios tanto en campo abierto como en producción protegida de hortalizas (Vásquez, 2006). Entre estas tácticas destaca la aplicación de materia orgánica (Zavaleta-Mejía *et al.*, 2002), biofumigación (Gómez *et al.*, 2006), solarización del suelo (Baptista *et al.*, 2006), uso de rotación de cultivos donde se introducen variedades no susceptibles, tolerantes y porta injertos resistentes (Cortada *et al.*, 2009) y aplicación de control biológico (Soto-Barrientos *et al.*, 2011).

La aplicación de oxidantes, si bien tiene larga data, no existen antecedentes locales actualizados respecto de su eficacia sobre los problemas señalados. El peróxido de hidrógeno tiene bajo impacto ambiental y se utiliza en sistemas hidropónicos (Vines *et al.*, 2003), sustituyendo al cloro y otros desinfectantes como alternativa de limpieza. Complementariamente, el ácido peracético es un antimicrobiano de amplio espectro, efectivo contra bacterias, virus, hongos y variadas formas esporuladas, pudiendo aplicarse sin mayor dificultad en afluentes de agua debido a su estabilidad en un amplio rango de pH (Kitis, 2004).

El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia de BioFruit 15XF®, insumo agrícola formulado en base a peróxido de hidrógeno y ácido peracético, como desinfectante del suelo, comparando dosis, sobre la bacteria fitopatógena *Ralstonia solanacearum*, responsable de la marchitez bacteriana del tomate.

1.1 El objetivo general del trabajo fue:

- Determinar el efecto de BioFruit 15XF® sobre la bacteria Fitopatógena *Ralstonia solanacearum*.

Objetivo específico del trabajo fue:

- Determinar el efecto de BioFruit 15XF® sobre la bacteria fitopatógena *Ralstonia solanacearum*, *in vitro*, en maceta.

Estrategia experimental.

En maceta. Se definió una serie de evaluaciones, *in vitro* y en plantas cultivadas en maceta. Se trabajó con tomate cv Poncho Negro, por ser un cultivar sensible a diferentes alteraciones nutricionales y fitosanitarias, representando un modelo experimental adecuado.

In vitro. Para determinar la actividad *in vitro* de BioFruit 15XF® sobre *R. solanacearum*, se hicieron pruebas de inhibición y eficacia sobre 3 aislados locales de *R. solanacearum*.

Estudio Bacteriológico de cepas locales de *R. solanacearum*.

Materiales:

- Medio de cultivo líquido de acuerdo al tipo de microorganismo que se desea separar
- tubos de cultivo
- Placas de Petri con medio de cultivo sólido
- Asa en “loop”
- Rastrillo
- Micropipetas
- Alcohol desinfectante (etanol 70%) o cloro diluido
- Mechero
- Incubador de temperatura regulada

Procedimiento de aislamiento por agotamiento de estrías (Figura 1):

1. Limpiar el área de trabajo con una solución de cloro diluido o etanol 70%.
2. Encender el mechero y trabajar siempre en la zona inmediata a éste.
3. Calentar el asa de inoculación hasta que quede de color rojo intenso para eliminar cualquier microorganismo. Repetir este procedimiento.
4. Enfriar el asa durante 20 o 30 segundos y recoger una muestra de cultivo a partir de un caldo o una Placa de Petri.
5. Próximo al mechero, levantar la placa que será sembrada y colocar el asa en el borde de la placa.

6. Tocar con el asa en el medio y pasar a través de la superficie de la placa con un movimiento en forma de S desde atrás hacia delante (estriás), como se observa en la Figura 1.
7. Calentar el asa a incandescencia y dejar enfriar.
8. Colocar el asa en la última zona estriada y pasar a través de la superficie de la placa con un movimiento en estrías.
9. Repetir los dos últimos pasos por tercera vez.
10. Calentar el asa a rojo intenso, enfriar y guardar.
11. Incubar la Placa de Petri inoculada hasta la aparición de colonias aisladas.
12. Picar las colonias obtenidas en las últimas estrías e inocularlas en medio líquido estéril.

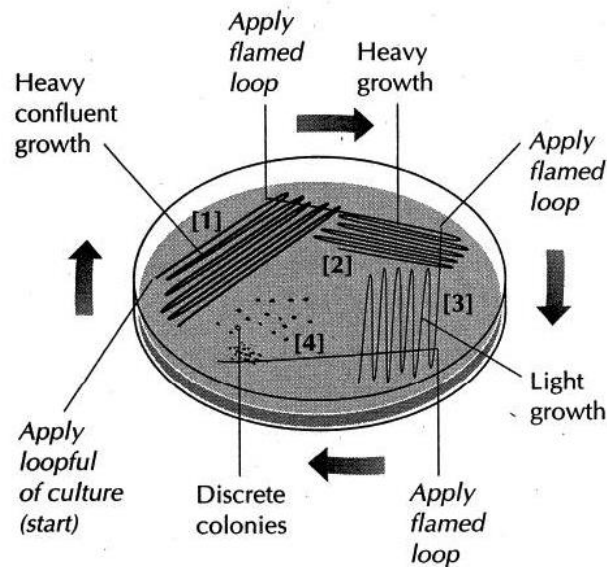


Figura 1. Separación de colonias por agotamiento de estrías.

Procedimiento de aislamiento por dilución seriada (Figura 2):

1. Limpiar el área de trabajo con una solución de cloro diluido o etanol 70%.
2. Encender el mechero y trabajar siempre en la zona inmediata a éste.
3. Tomar una alícuota de 1 ml de un cultivo mixto y agregarla a 9 ml del mismo medio de cultivo estéril. Homogeneizar suavemente.
4. Tomar 1 ml del cultivo diluido obtenido en el paso anterior y agregarlo a 9 ml del mismo medio de cultivo estéril. Homogeneizar suavemente.
5. Repetir este último hasta obtener al menos 10 diluciones en serie del cultivo mixto original. Si el cultivo mixto original se encuentra muy concentrado se requerirán al menos 12 diluciones en serie.
6. Realizar por triplicado.
7. Adicionalmente, tomar una alícuota no mayor a 100 µl de cada dilución y transferirla a una Placa de Petri con medio sólido. Distribuir con un rastrillo.
8. Incubar los tubos y Placas de Petri hasta la aparición de colonias aisladas.

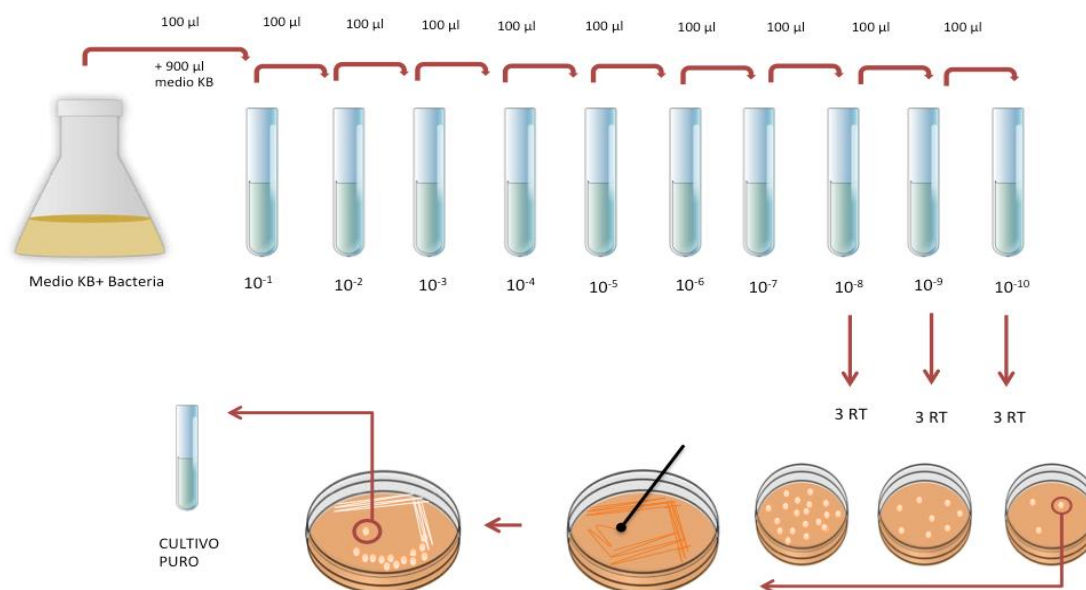


Figura 2. Separación de bacterias por dilución seriada.

Aislados. Los microorganismos forman poblaciones mixtas con otras especies de microorganismos, denominándose cultivos mixtos. Sin embargo, los estudios específicos requieren cepas aisladas, cultivadas en laboratorio como cultivos axénicos, identificados y caracterizados biológica y bioquímicamente.

Las cepas, previamente aisladas de plantas de tomate con síntomas y signos de la enfermedad presentaron las siguientes características: gram negativos, anaerobios facultativos, de forma redondeada, actividad pectolítica positiva (maceran rodajas de papa) y crecimiento a 37°C; catalasa positiva; oxidasa y fosfatasa negativos; sensible a la eritromicina; negativo para la utilización de alfa metil glucósido, producción de indol y reducción de azúcares a partir de sacarosa; producción de ácido a partir de arabitol, sorbitol y reacción negativa a partir de citrato, pero positivas para la utilización de rafinosa y melibiosa. La amplificación por PCR del gen del ARN ribosomal 16S produjo un tamaño de fragmento de 1400 pb, que tiene un valor de 100% de homología con *Ralstonia solanacearum*.

Basados en las características morfológicas, bioquímicas y moleculares, 16S ribosomal RNA gene, todos los aislamientos se identificaron como *Ralstonia solanacearum*.

Ubicación de los experimentos. Los experimentos se realizaron en el laboratorio e invernadero del Laboratorio de Patología Vegetal de la Universidad de Tarapacá, ubicado en la Parcela 27 de la colonia Juan Noé, km 12 valle de Azapa, a 520 msnm.

Preparación del inóculo e inoculación de *R. solanacearum*. El inóculo de *R. solanacearum* se obtuvo de plantas de tomate con síntomas de marchitez bacterial en condiciones de campo. Las colonias de *R. solanacearum* (Kelman, 1954) se purificaron y se mantuvieron en viales con agar nutritivo (AN) inclinado y aceite mineral estéril. También se dejaron las cepas seleccionadas en agua destilada estéril a 21°C. Estas cepas se reprodujeron en TZC a 28°C, 48 h antes de hacer la inoculación en las plantas.

Diseño experimental, variables evaluadas y análisis estadístico

Evaluación 1.- Control, *in vitro*, de *Ralstonia* con BioFruit 15XF® en agua de riego. Para esta evaluación, se sembró *Ralstonia* en caldo peptonado y se dejó crecer por 24 horas a 22 ± 2 °C. La suspensión bacteriana se ajustó a 3×10^6 UFC/mL, con recuento directo usando un hematocímetro. Cada recuento se hizo tres veces. Paralelamente, se preparó 8 diluciones de dosis crecientes de Biofruit 15XF®, utilizando agua destilada estéril como solvente y Biofruit 15XF® como soluto. Se preparó 100 mL de cada dilución, tomando 10 mL de cada una de ellas para preparar una suspensión de esporas de 10^6 UFC/mL. Luego, en placa de Petri con medio King'sB, se sembró una estría de cada suspensión, y se cultivó a 2 temperaturas: 20 °C y 25 ± 1 °C, en estufa de cultivo. Se evaluó crecimiento de las colonias 24, 48 y 72 horas después de la inoculación. Cada evaluación se repitió 4 veces.

Tabla 1. Concentración comercial de Biofruit 15XF®, evaluada.

	Disolución mL Biofruit/litro agua	Producto comercial (ppm)
1)	16	16.000
2)	10	10.000
3)	5	5.000
4)	2	2.000
5)	1	1.000
6)	0,1	100
7)	0,01	10
8)	0	0

Resultados

- 1.- El efecto de Biofruit 15XF® es drástico. En cantidades pequeñas se verificó reducción total de la formación de colonias sobre medio de cultivo (King'sB), tanto a 20 como a 25 °C (Tablas 2 y 3).
2. Se verificó diferencias en el desarrollo de colonias expuestas a dos temperaturas de incubación (Tablas 2 y 3).
3. Para ambos casos, es posible concluir que la dosis mínima inhibitoria para *R. solanacearum*, fue de 100 ppm de Biofruit 15XF® (producto comercial), equivalente a 35 ppm H₂O₂ + 15 ppm ac. peracetico (Figura 3).
4. Se verificó crecimiento de colonias de *R. solanacearum*, después de 72 horas de inoculadas, presumiblemente debido a pérdida de la efectividad de Biofruit 15XF® debido a la acción enzimática (actividad peroxidasa).

Tabla 2. Control, *in vitro*, de *Ralstonia* con BioFruit 15XF® en agua de riego. 20 °C.

Biofruit mL/litro de agua.		Crecimiento de colonias		
		Tiempo (horas)		
		24	48	72
1)	16	no	no	no
2)	10	no	no	no
3)	5	no	no	no
4)	2	no	no	no
5)	1	no	no	no
6)	0,1	no	no	no
7)	0,01	no	si	si
8)	0	si	si	si

Tabla 3. Control, *in vitro*, de *Ralstonia* con BioFruit 15XF® en agua de riego. 25-28 °C.

Biofruit mL/litro de agua.		Crecimiento de colonias		
		Tiempo (horas)		
		24	48	72
1)	16	no	no	no
2)	10	no	no	no
3)	5	no	no	no
4)	2	no	no	no
5)	1	no	no	no
6)	0,1	no	si	si
7)	0,01	no	si	si
8)	0	si	si	si

Las colonias de *R. solanacearum* son sensibles a los oxidantes de uso general y se señala como efectivo el peróxido de hidrógeno en combinación con óxido nítrico (Hong et al., 2013).

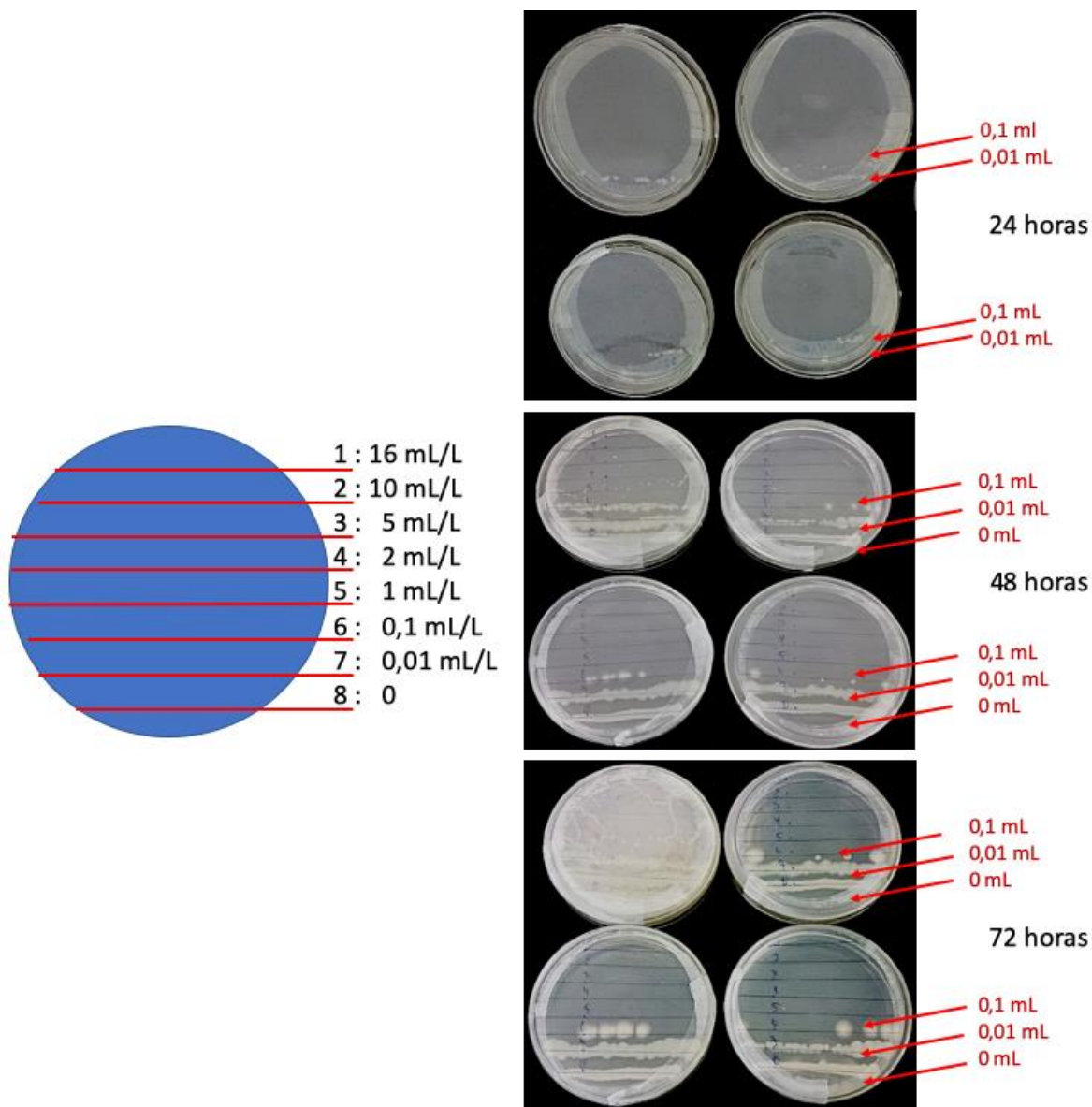


Figura 3. Control, *in vitro*, de *Ralstonia* con BioFruit 15XF® en agua de riego. 20 °C, 24, 48 y 72 horas después de inoculadas. Cada Placa de Petri representa una unidad experimental. Flechas rojas indican crecimiento de colonias de *R. solanacearum*.

Evaluación 2. Efecto de Biofruit 15XF® en plantas de tomate sin presencia de *R. solanacearum*.

Esta evaluación resulta fundamental en el diseño de la dosis efectiva de Biofruit 15XF®. Esta evaluación se desarrolló utilizando tomate cv Poncho negro, que posee crecimiento vigoroso y está adecuadamente adaptado a las condiciones de la región. Para ello, se dispuso de bolsas de cultivo de 1 L de capacidad, usando turba como sustrato. Previamente, semillas desinfectadas con hipoclorito de sodio al 3% se sembraron en bandejas germinadoras de poliestireno. El trasplante se hizo con plantas de 1 semana. Después de 24 horas de trasplante, las plantas se regaron con las disoluciones desarrolladas en el experimento 1. Se evaluó supervivencia de plantas 24, 48 y 72 h después de regadas. Se trabajó con un diseño experimental completamente aleatorizado con 5 repeticiones.

Resultados.

1. Dosis altas de Biofruit 15XF® causan daño en las plantas 24, 48 y 72 horas después de expuestas (Tabla 4).
2. La dosis mínima que causa toxicidad en plantas de tomate es 5 mL de producto comercial (Biofruit 15XF®) (Figura 4).
3. Al integrar los resultados de la evaluación 1 y 2, se verificó que el rango recomendable de Biofruit 15XF®, en agua de riego, oscila entre 100 y 5.000 ppm.

Tabla 4. Efecto de Biofruit 15XF® en plantas de tomate Poncho negro 24, 48 y 72 h después de regadas. Cada referencia representa el promedio de 5 repeticiones.

Biofruit mL/litro de agua.		Sobrevivencia de plantas		
(ppm)		Tiempo (horas)		
		24	48	72
1)	16	no	no	no
2)	10	no	no	no
3)	5	si	no	no
4)	2	si	si	si
5)	1	si	si	si
6)	0,1	si	si	si
7)	0,01	si	si	si
8)	0	si	si	si

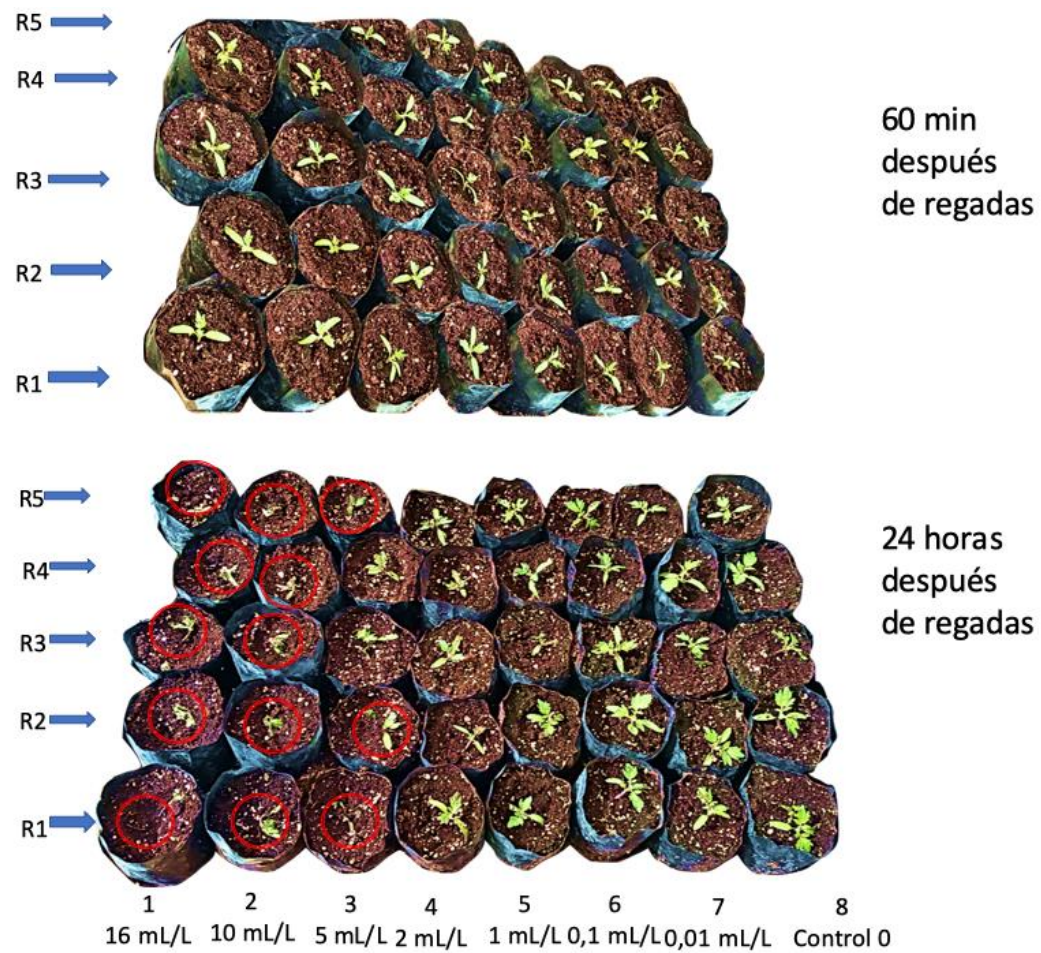


Figura 4. Evaluación de la toxicidad de Biofruit 15XF® en plantas de tomate trasplantadas en maceta con turba como sustrato. Circulos rojos indican plantas muertas. Ri: Repetición.

Evaluación 3. Eficacia, *in vitro*, de Biofruit 15XF® y Ammeno Floral® sobre la bacteria fitopatógena *R. solanacearum*.

En placas con medio King'sB se sembró en césped 1 mL de una suspensión de la bacteria fitopatógena *R. solanacearum*, previamente cultivada 24 h en caldo peptonado. La suspensión bacteriana se ajustó a 3×10^6 UFC/mL. 30 minutos después de sembrada la suspensión bacteriana, con sacabocados estéril se hizo una perforación en el centro de la placa. En esta perforación se depositó 500 µL de una disolución del producto a evaluar (Tabla 7). Con pie de metro se evaluó el diámetro del halo de inhibición del crecimiento bacteriano 12, 24 y 48 horas después de expuesta la bacteria al producto. Aplicando la formula de eficacia de Abbott (1921) se determinó la eficacia (%) de los productos. Se comparó la eficacia de Biofruit 15XF® (BF) y Ammeno Floral®.

Resultados.

1. Biofruit 15XF® presentó altos niveles de inhibición del crecimiento bacteriano.
2. Al aplicar Biofruit 15XF® al 10% (producto comercial), se registró una eficacia del 89,4, 90, 9 y 90,9 %, después de 12, 24 y 48 horas de exposición, respectivamente (Tabla 7).
3. El desinfectante Ammeno Floral®, fue notablemente inferior en su respuesta inhibitoria, comparado con Biofruit 15XF® (Figura 6).
4. Los datos presentados en la tabla 7 (Figuras 6 y 7), sugieren que la dosis recomendada de Biofruit 15XF® corresponde a 5.000 ppm de producto comercial (equivalente a 5% de concentración). Con dosis menores, el efecto también es alto, inhibiendo drásticamente, pero no totalmente, los propágulos de *Ralstonia*.
5. Concentraciones superiores a 10 % en ambos desinfectantes, presentaron eficacia total.
6. Biofruit 15XF es superior en eficacia en concentraciones menores, esto es 5, 4, 3, 2 y 1 %.
7. No se evidencia diferencia en el tiempo. Es decir, el efecto a las 12 horas es el mismo evaluado 24 y 48 horas después de la aplicación.
8. El coeficiente de determinación (r^2), es la proporción de la variación en Y explicada por X, pudiendo adoptar cualquier valor entre 0 y 1, inclusive. En un modelo polinómico, el coeficiente de determinación para AF, R^2 : 0,89; mientras que para BF, R^2 : 0,97, es decir, el incremento en la concentración de BF explica en un 97% la reducción de *Ralstonia* en el agua de riego, mientras que para AF, la correlación es menor: 89%, lo que se ve claramente representado en la figura 6.

Tabla 7. Eficacia comparada, *in vitro*, de distintas concentraciones de Biofruit 15XF® (BF) y Ammeno Floral® (AF) sobre la bacteria fitopatógena *Ralstonia solanacearum*, evaluado 12, 24 y 48 horas. Cada valor representa el promedio de 3 repeticiones.

Concentración (mL/L)	Ammeno Floral®			Biofruit 15XF®		
	Tiempo (h)					
	12	24	48	12	24	48
100	100	100	100	100	100	100
50	100	100	100	100	100	100
30	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100
5	47,3	45,9	45,9	89,4	90,9	90,9
4	34,9	34,2	34,2	75,1	78,3	78,5
3	17,0	17,1	17,1	70,0	72,1	72,3
2	1,7	1,8	1,8	62,8	63,7	64,0
1	0,0	0,0	0,0	33,3	32,9	33,2
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Se consideró 22 mm de diámetro como control total, es decir, 100% de eficacia.

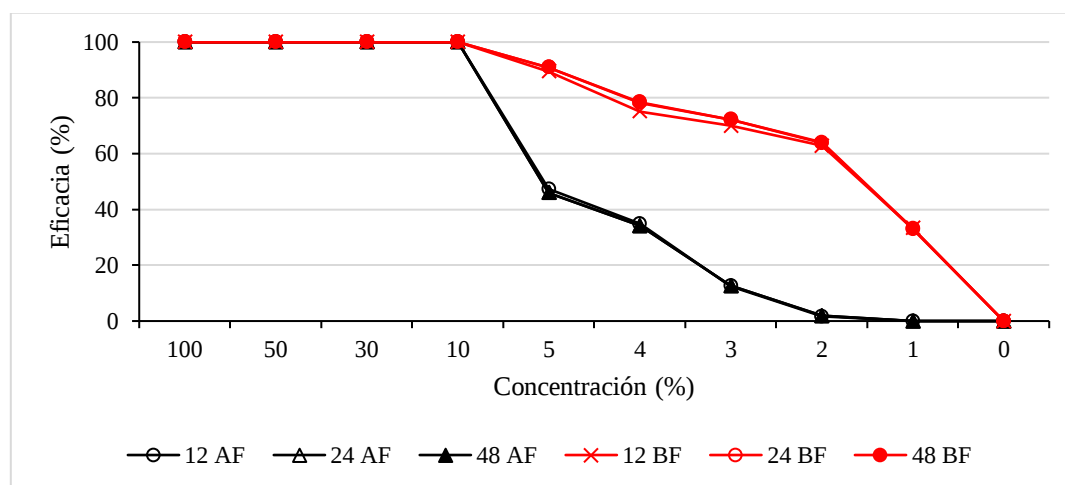


Figura 6. Eficacia comparada, *in vitro*, de distintas concentraciones (%) de Biofruit 15XF® (BF) y Ammeno Floral® (AF) sobre la bacteria fitopatógena *Ralstonia solanacearum*, evaluado 12, 24 y 48 horas. Cada punto representa el promedio de 3 repeticiones.

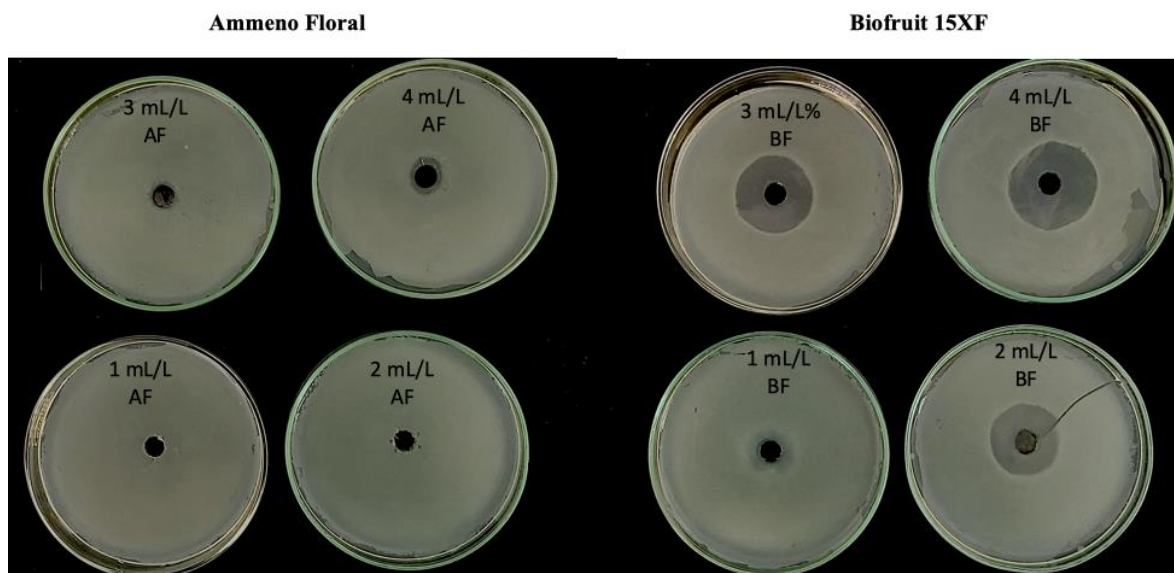


Figura 7. Eficacia comparada, *in vitro*, de 4 concentraciones (mL/L) de Biofruit 15XF® (BF) y Ammeno Floral (AF) sobre la bacteria fitopatógena *Ralstonia solanacearum*, evaluado 12 horas después de la aplicación.

Evaluación 4. Control de *Ralstonia* en tomates con BioFruit 15XF® en agua de riego.

Para verificar e integrar la información generada en los ensayos 1, 2 y 3, se evaluó el control de una infección artificial de la bacteria fitopatógena *R. solanacearum* en plantas de tomate. Para ello, semillas de tomate cv Poncho negro desinfectadas con hipoclorito de sodio al 3% se sembraron en bandejas germinadoras de poliestireno. El trasplante se hizo en macetas con plantas de 1 semana. Las plantas se inocularon con inóculo de *Ralstonia*, previamente en ensayos controlados, se verificó la patogenicidad de la cepa en tomate. Para inocular las plantas, con bisturí estéril se hizo un corte a lo largo del tallo (1 cm) a la altura del cotiledón. Sobre el corte y con la ayuda de una varita con algodón estéril, se inoculó una suspensión bacteriana con 3×10^6 UFC/mL en cada planta. Se definió como control negativo, a plantas con heridas, inoculadas con agua destilada estéril. La dilución desinfectante se aplicó 2 veces. Después de 10 días, se eliminaron las plantas y se colectó tejido de la zona del cuello de cada planta para reaislar al fitopatógeno.

Resultados.

1. Las concentraciones superiores no se evaluaron por la toxicidad.
2. La concentración 5% no presentó síntomas de la enfermedad.
3. Aun cuando en la concentración 5% no se expresaron síntomas, la bacteria se reaisló de las proximidades del tejido inoculado.
4. Los oxidantes, incluido Biofruit 15XF® actúan por contacto y es probable que la bacteria haya colonizado tejidos que quedaron fuera del ámbito de acción del desinfectante. Al respecto, en un trabajo pionero, Baldry (1982) comparó las propiedades antimicrobiales de peróxido de hidrógeno y ácido peracético, y encontró que son excelentes para eliminar esporas fúngicas, siendo buenos bacteriostáticos en condiciones de acidez.
- 5.

Tabla 4. Efecto de Biofruit 15XF® en plantas de tomate Poncho negro 5, 7 y 10 días h después de inoculadas. Cada referencia representa el promedio de 5 repeticiones.

Biofruit mL/litro de agua.	Síntomas en plantas / Reaislamiento		
	Tiempo (días)		
	5	7	10
16	---	---	---
10	---	---	---
5	No/No	No/Si	No/Si
2	No/Si	No/No	Si/Si
1	No/Si	Si/Si	Si/Si

0,1	Si/Si	Si/Si	Si/Si
0,01	Si/Si	Si/Si	Si/Si
0	No/No	No/No	No/No

Conclusiones

1. Biofruit 15XF® es un oxidante, que actúa por contacto y es biológicamente activo contra la bacteria fitopatógena *Ralstonia solanacearum* en agua de riego.
2. La concentración mínima inhibitoria sugerida es 1 a 5 % de producto comercial.
3. En dosis menores, Biofruit 15XF® tiene actividad, pero requiere aplicaciones consecutivas.
4. La bacteria no forma endosporas, por lo que su supervivencia se asocia a restos vegetales contaminados. Por lo tanto, concentraciones activas determinadas en este estudio, pueden contribuir a reducir el potencial de inóculo en el ambiente, por ejemplo aplicaciones en concentración 1 a 2%, esto es 100 a 200 ppm.
5. Aplicaciones de 2% reducen la actividad de la bacteria y su aplicación permanente puede reducir significativamente la actividad de los fitopatógenos en el suelo.
6. Las dosis superiores de Biofruit 15XF® pueden causar daño en el tejido vegetal, tal se demostró en el experimento 2. Esto se debe al efecto oxidante sobre la membrana celular y la pérdida de compartimentalización de los tejidos vegetales. La incorporación de osmoprotectores, tal como los aminoácidos glicina y betaina, podrían mitigar el daño.
7. Aun cuando existe un interesante efecto sobre *R. solanacearum*, no se debe descuidar la actividad de otros microorganismos del suelo y, particularmente, de la rizosfera, que pueden verse negativamente afectados con la aplicación de peróxido de hidrógeno y ácido peracético. Este aspecto se debe considerar en futuros estudios.



Figura 8. Test de Flujo bacteriano, diagnóstico para *Ralstonia solanacearum*.

REFERENCIAS

Baldry M. G. C. 1982. The bactericidal, fungicidal and sporocidal properties of hydrogen peroxide and peracetic acid. *Journal of Applied Bacteriology* 54:417-423.

Baptista, M.J.; Souza, R.B.; Pereira, W.; Lopes, C.A. y Carrijo, O.A. 2006. Efeito da solarização e biofumigação na incidência da murcha bacteriana em tomateiro no campo. *Horticultura Brasileira* 24:161-165.

Cortada L, Sorribas FJ, Ornat C, Andrés MF, Verdejo-Lucas S (2009) Response of tomato rootstocks carrying the *Mi*-resistance gene to populations of *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* and *M. javanica*. *Eur. J. Plant Pathol.* 124: 337-343.

Gómez, I., M. G. Rodríguez, I. Díaz-Viruliche, E. González y F. Wagner. 2006. Evaluación de materiales orgánicos para la biofumigación en instalaciones de cultivos protegidos para el manejo de *Meloidogyne incognita*. *Rev. Protección Veg.* 21(3):178-185.

Hong, J., Kang, S., Kim, Y., Yoon, D., Kim, D., Kim, H., Sung, C., Kang, H., Choi, C., Kim, S. and Kim, Y. 2013. Hydrogen Peroxide- and Nitric Oxide-mediated Disease Control of Bacterial Wilt in Tomato Plants. *Plant Pathol. J.* 29(4) : 386-396

Kitis M. 2004. Disinfection of wastewater with peracetic acid: a review. *Environment International* 30:47-55.

Soto-Barrientos N., de Oliveira J., Vega-Obando R., Montero-Caballero D., Vargas B., Hernández- Gamboa J., Orozco-Solano C. In-vitro predatory activity of nematophagous

U N I V E R S I D A D D E T A R A P A C A

LABORATORIO DE PATOLOGIA VEGETAL

Parcela 27, Colónia Juan Noé, Valle de Azapa, Km 12



**UNIVERSIDAD
DE TARAPACÁ**

fungi from Costa Rica with potential use for controlling sheep and goat parasitic nematodes. Rev Biol Trop 2011; 59 (1): 37-52.

Vines J. R. L., P. D. Jenkins, C. H. Foyer, M. S. French and I. M. Scott (2003) Physiological effects of peracetic acid on hidroponic tomato plants. Annals of Applied Biology 143:153-159.