



**ENSAYO TAVAN
PROGRAMA TAVAN**

2018-2019



**PRUEBA DEL EFECTO DEL PROGRAMA TAVAN EN EL CONTROL DE CANCER BACTERIAL
(*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*) EN CEREZOS CV. BING**

ÍNDICE

PRUEBA DEL EFECTO DEL PROGRAMA TAVAN EN EL CONTROL DE CANCER BACTERIAL (Pseudomonas syringae pv. syringae) EN CERZOS CV. BING	3
RESUMEN	3
Lugar	4
Datos del cultivo	4
Datos meteorológicos	5
Evaluaciones	8
Receso Invernal 2018	8
Identificación y cuantificación	8
Precosecha	8
Incidencia.....	8
Análisis estadístico	9
Receso Invernal 2018	10
Identificación y cuantificación	10
Precosecha	12
Incidencia.....	12

PRUEBA DEL EFECTO DEL PROGRAMA TAVAN EN EL CONTROL DE CÁNCER BACTERIAL (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*) EN CEREZOS CV. BING

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del programa Tavan en el control del cáncer bacterial (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*) en cerezo (*Prunus avium*) cv. Bing, se realizó un estudio en un huerto comercial Fundo Santa Cecilia, ubicado en la localidad de Santa Isabel, comuna de Rengo (34°19'21.63" Latitud Sur; 70°54'33.07" Longitud Oeste), Región del Libertador Bernardo O'Higgins, Chile.

Se utilizaron plantas de cerezo (*Prunus avium*) cv. Bing, injertados sobre portainjerto Gisella 6, plantadas el año 2006 con un marco de plantación de 1,8 x 4,9 m y conducidos bajo el sistema de tatura. Este ensayo se llevó a cabo desde el 20 de Abril de 2018 al 7 de diciembre de 2018, momento en el cual fue realizada la última evaluación.

A fin de cumplir con el objetivo planteado, se establecieron dos tratamientos, establecidos como DCA, con 5 repeticiones cada una: Programa convencional de campo (T1), Programa Tavan (T2). Las aplicaciones fueron realizadas en los momentos (a) 10% caída de hoja, (b) 7 días después de la aplicación de cianamida, (c) caída de chaqueta y (d) fruto de 10 mm. Se evaluaron las siguientes variables por tratamiento: (a) recuento de UFC previo y posterior a las aplicaciones de Wert, (b) prueba de eficacia *in vitro* e (c) incidencia y severidad de canchros en brotes de la temporada.

El recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) fue muy similar para ambos tratamientos, solo registrando diferencias de significancia estadística al momento de caída de hoja, siendo inferior para el Programa Tavan que para el Programa Campo.

Respecto del avance de la enfermedad sobre brotes de la temporada, la incidencia de canchros observada en campo fue muy baja, registrando valores de incidencia entre un 1,3% y un 5,3%, sin observarse diferencias entre ambos tratamientos.

El Programa Tavan se presenta como una alternativa equivalente a la aplicación de un programa convencional de cobres en cerezos cv. Bing.

OBJETIVO

Evaluar el efecto del Programa Tavan incorporado en un programa de aplicación en el control del cáncer bacterial (*Pseudomonas syringae pv. syringae*) en cerezos cv. Bing.

ANTECEDENTES GENERALES

Lugar

El ensayo se realizó en Fundo Santa Cecilia, comuna de Rengo (34°19'21.63" Longitud Sur; 70°54'33.07" Longitud Oeste), Región del Libertador Bernardo O'Higgins, Chile (Figura 1).

Datos del cultivo

Nombre científico	<i>Prunus avium</i>
Variedad utilizada	Bing
Portainjerto	Gisella 6
Año de plantación	2006
Distancia de plantación	1,8 m x 4,9 m
Sistema de conducción	Tatura
Duración del ensayo	20 de abril de 2018 momento en que se realizó la primera aplicación – 4 de enero de 2019, momento en que se realizó la última evaluación de cancro en brotes



Figura 1. Imágenes del huerto en el que se realizó el ensayo. A) Previo a caída de hojas, B) receso invernal y C) fruto de 12-15 mm.

Datos meteorológicos

Todos los datos climáticos fueron obtenidos de una estación meteorológica ubicada cercana al huerto donde se realizó el ensayo. El Cuadro 1 y la Figura 2 muestran el registro de las temperaturas mínimas, máximas y oscilación térmica presentes durante el periodo de realización del ensayo. En el Cuadro 2 se presentan las condiciones de tiempo meteorológico imperantes los días en que fueron efectuadas las aplicaciones. Por otra parte, en la Figura 3 se detalla la precipitación (mm) durante el desarrollo del ensayo.

Cuadro 1. Media aritmética mensual de temperaturas mínima, máxima, oscilación térmica y precipitación acumulada mensual durante el periodo de realización del ensayo.

Mes	Temperatura			Precipitación
	Mínima	Máxima	Oscilación térmica	
	°C			
Abril	6,3	23,1	16,8	0,0
Mayo	4,5	19,3	14,8	23,1
Junio	2,0	13,9	11,9	0,0
Julio	3,0	14,2	11,2	0,0
Agosto	2,9	16,5	13,5	35,0
Septiembre	5,5	19,1	13,6	31,7
Octubre	7,2	21,3	14,1	20,8
Noviembre	9,3	26,7	17,4	0,0
Diciembre	10,6	28,4	17,8	0,0
Enero	11,0	29,2	18,2	0,0

Cuadro 2. Datos climáticos del día de las aplicaciones correspondientes a las aplicaciones del programa Wert y del programa Campo.

Fecha	Temperatura			Precipitación
	Mínima	Máxima	Oscilación térmica	
	°C			
20-04-2018	4,3	24,0	19,7	0,0
27-04-2018	2,8	19,4	16,6	0,0
10-05-2018	5,3	20,3	15,0	0,0
30-05-2018	4,2	12,6	8,3	0,3
13-06-2018	-1,8	11,6	13,4	0,25
09-07-2018	1,1	19,9	18,9	0,25
24-07-2018	-2,9	15,0	17,9	0,0
30-07-2018	-0,6	14,8	15,4	0,25
13-08-2018	5,0	16,6	11,6	0,0
11-09-2018	4,7	21,1	16,3	0,0
03-10-2018	2,5	21,6	19,1	0,0
25-10-2018	11,6	24,2	12,6	0,0

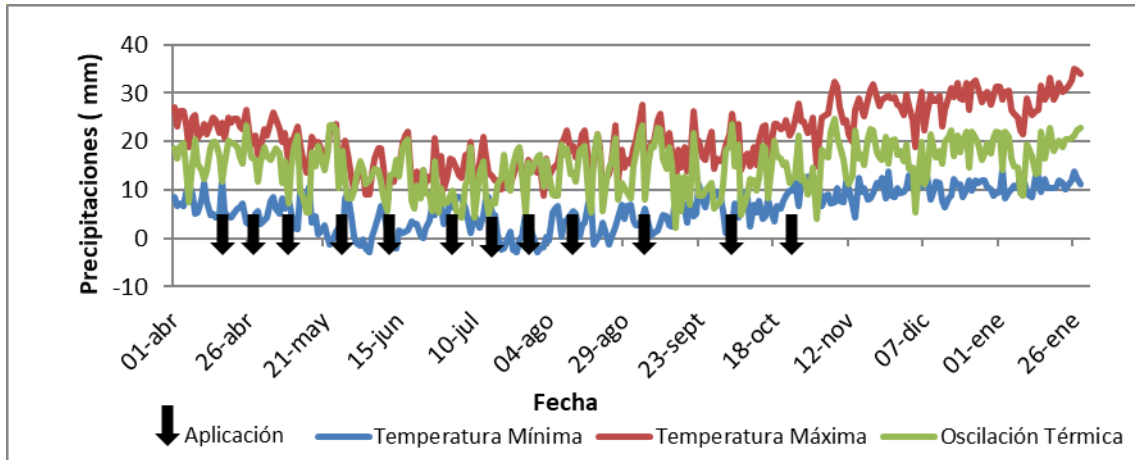


Figura 2. Temperatura máxima, mínima y oscilación térmica diaria para el periodo de estudio.

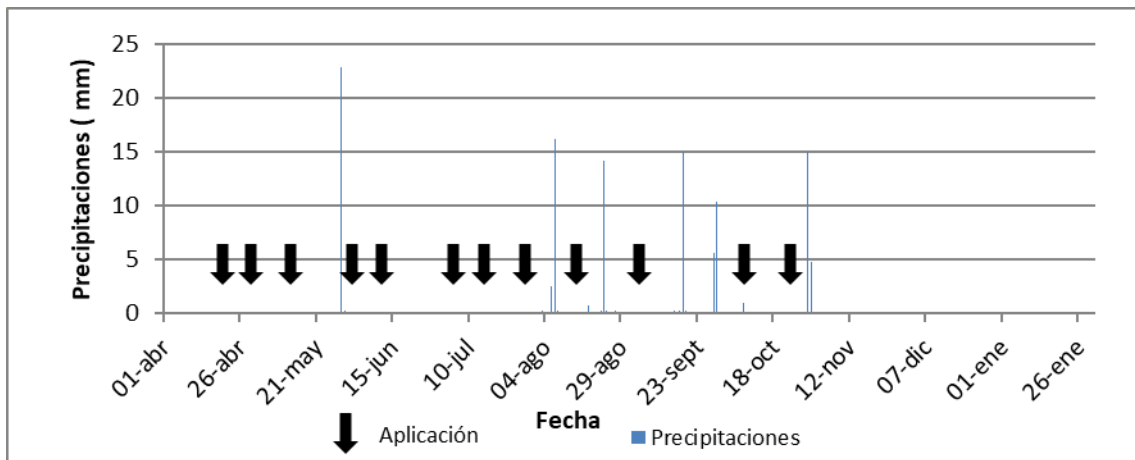


Figura 3. Precipitación acumulada mensual para el periodo de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo estuvo constituido por dos tratamientos compuestos por cinco repeticiones cada uno. Cada repetición de muestreo constó de cinco plantas. El detalle de cada uno de los tratamientos se presenta en el Cuadro 3. Adicionalmente, previo a las aplicaciones, las plantas correspondientes al programa comercial fueron pintadas con una mezcla de Sulfato cuprocalcico con cola fría.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos realizados.

Tratamiento	Programa de aplicación	Concentración cc/gr*100 L	Mojamiento L*ha-1	Momento de aplicación	Fecha de aplicación
T1 Programa TAVAN*	Zenet	333,3	1500	Previo a caída de hoja	20.04.2018
	Wert	266,6		10% caída de hoja	26.04.2018
	Ph4	33,3		3-7 días después de aplicación de cianamida	30.07.2018
	Wert	533,3			
	Ph4	33,3		Caída de chaqueta	03.10.2018
	V6	333,3		Fruto 12-15 mm	25.10.2018
Bactofus ph4	166,6				
	V6	333,3			
	Bactofus ph4	166,6			
T2 Programa comercial	Sulfato cuprocalcico	750	1500	Pintura de troncos	16.04.2018
	Cola fría			Previo a caída de hoja	20.04.2018
	Sulfato de Zn	2000		Receso	11.05.2018
	Urea	2000			
	Dodine	180		Receso	30.05.2018
	Oxicloruro de cobre	500		Receso	11.06.2018
	Sulfato cuprocalcico	750		Receso	03.07.2018
	Oxicloruro de cobre	500		Receso	23.07.2018
	Sulfato cuprocalcico	750		Receso	13.08.2018
Oxicloruro de cobre	500	Inicio flor	11.09.2018		
	Strepto plus	600			

Las aplicaciones fueron realizadas mediante el empleo de una maquina cuatro estanques con un mojamiento equivalente a 1.500 L*ha⁻¹ en receso invernal (Figuras 4 y 5).

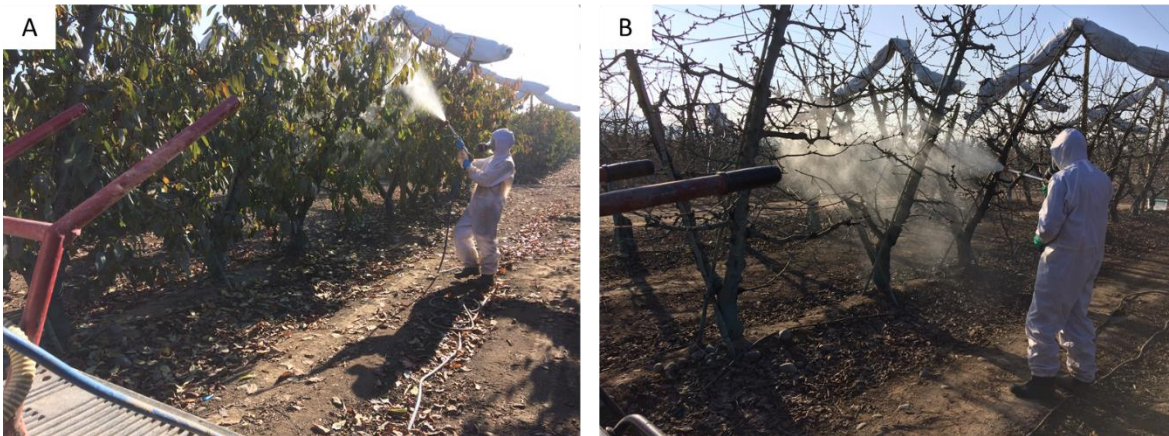


Figura 4. Aplicación de los tratamientos. A) Previo a caída de hojas y B) receso.

Evaluaciones

Receso Invernal 2018

Identificación y cuantificación

Con el objetivo de detectar la presencia de la bacteria, en plantas sintomáticas seleccionadas, se realizó una colecta de muestras de madera de 5 a 10 cm de longitud (tejido proveniente de ramillas) por repetición previo a cada una de las aplicaciones de Wert (10% de caída de hoja y 7 días luego de la aplicación de cianamida) desde la cual se identificó y se cuantificó las unidades formadoras de colonias (UFC) presentes en la muestra. A partir de las colonias de PSS recuperadas se realizó una prueba de eficacia mediante dilución de una suspensión bacteriana con los productos utilizados en el ensayo a igual dosis de la aplicación realizada en campo.

Luego de 5 días de realizada las aplicaciones de Wert, se colectaron muestras nuevamente con el objetivo de cuantificar las ufc/g de muestra.

Precosecha

Incidencia

Con el objetivo de determinar la incidencia mediante la aparición de nuevos signos y/o síntomas y su evolución en el tiempo, en el periodo de brotación se marcaron 15 brotes sanos de cada repetición, los que fueron evaluados en dos oportunidades previo a la cosecha, obteniendo como resultado de esta evaluación el porcentaje de incidencia de la enfermedad en brotes nuevos.



Figura 5. Evaluación de incidencia de canchros en brotes. A) Estado fenológico del huerto y B) incidencia de canchro en brotes.

Análisis estadístico

Las medias de cada evaluación se sometieron a un análisis estadístico mediante un ANDEVA. Los análisis estadísticos se realizarán con el programa Infostat, versión profesional 2013.

RESULTADOS

Receso Invernal 2018

Identificación y cuantificación

La dinámica de crecimiento de la bacteria fue similar para ambos tratamientos, solo encontrando diferencias en la evaluación posterior a la aplicación de Wert en el momento de 10% de caída de hojas, siendo inferior para el programa Tavan con un recuento de $2,5 \times 10^3$ ufc/gramo de ramilla y mayor para el programa Campo con un recuento de $2,4 \times 10^4$ ufc/g de ramilla, presentando diferencias de significancia estadística. Al momento de receso posterior a la aplicación de Wert, el programa Tavan presentó un recuento de 30 ufc/g de ramilla, mientras que el programa de Campo registró un recuento de 40 ufc/g de ramilla, siendo ambos tratamientos estadísticamente iguales. El Cuadro 4 muestra las medias de recuento de ufc/g de ramilla en cada momento de muestreo. Estos resultados son presentados además de manera gráfica en la Figura 6.

Cuadro 4. Recuento bacteriano para cada tratamiento presentado como unidades formadoras de colonias (ufc) por gramo de ramillas.

Tratamiento	Recuento (ufc/gr de ramilla)			
	Previo 1° aplicación de Wert* 10% caída de hojas	Posterior 1° aplicación de Wert* 10% caída de hojas	Previo 2° aplicación de Wert* Receso	Posterior 2° aplicación de Wert* Receso
Programa Campo	195.700	24160 b	500	40
Programa Tavan	227.900	2530 a	400	30
p-valor	0,618	0,0029	0,8832	0,6454

*Tratamientos unidos por igual letra no son estadísticamente diferentes (p-valor >0,05).

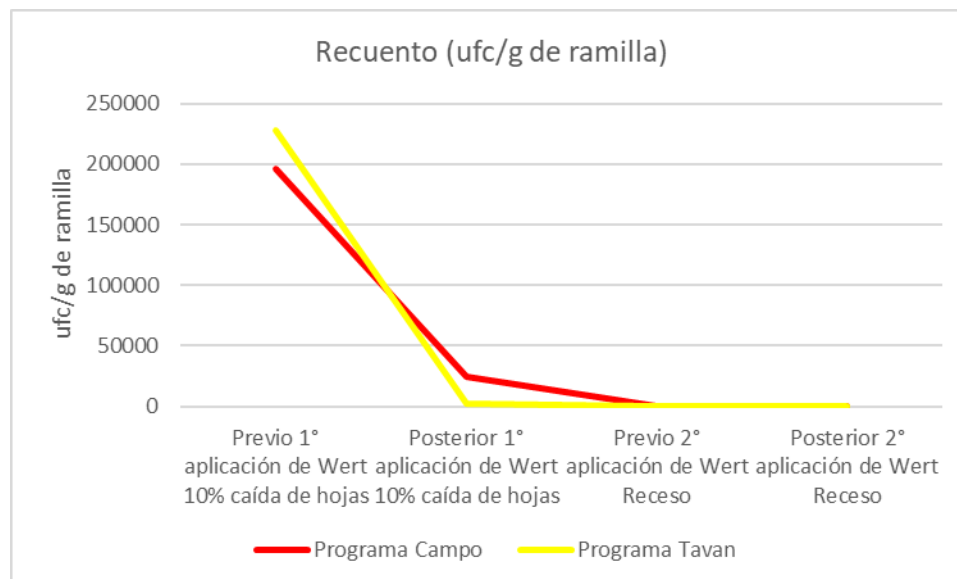


Figura 6. Recuento bacteriano para cada tratamiento presentado como unidades formadoras de colonias por gramo de ramillas.

Prueba de eficacia

A partir de los aislados de *Pseudomonas* sp. recuperados, se realizó una prueba de eficacia *in vitro* con los principales productos para el control de bacterias, utilizados por ambos programas. De la prueba *in vitro*, fue posible obtener porcentajes de efectividad en el control de *Pseudomonas* sp. del 56% para el producto Wert, de 100% para el producto Bactofus y de un 71% para oxiclورو de cobre, eficacia que fue comparada por el antibiótico Streptomina sulfato, que alcanzó un 100% de control del crecimiento de la bacteria. El detalle de esta evaluación es presentado en el Cuadro 5, las medias y error típico son presentados además, de manera gráfica en la Figura 7.

Cuadro 5. Prueba de eficacia *in vitro*.

Tratamiento	Prueba de efectividad <i>in vitro</i>		
	Dosis (gr o ml * L ⁻¹)	Control (%)*	
		MEDIA	E.E.
Testigo	--	0 a	0,0
Wert	5,33	56 b	3,4
Bactofus	1,66	100 D	0,0
Oxicloruro de cobre	3	71 c	3,1
Streptomina sulfato	1	100 d	0,0
p-valor			<0,0001

*Tratamientos unidos por igual letra no son estadísticamente diferentes (p-valor>0,05).

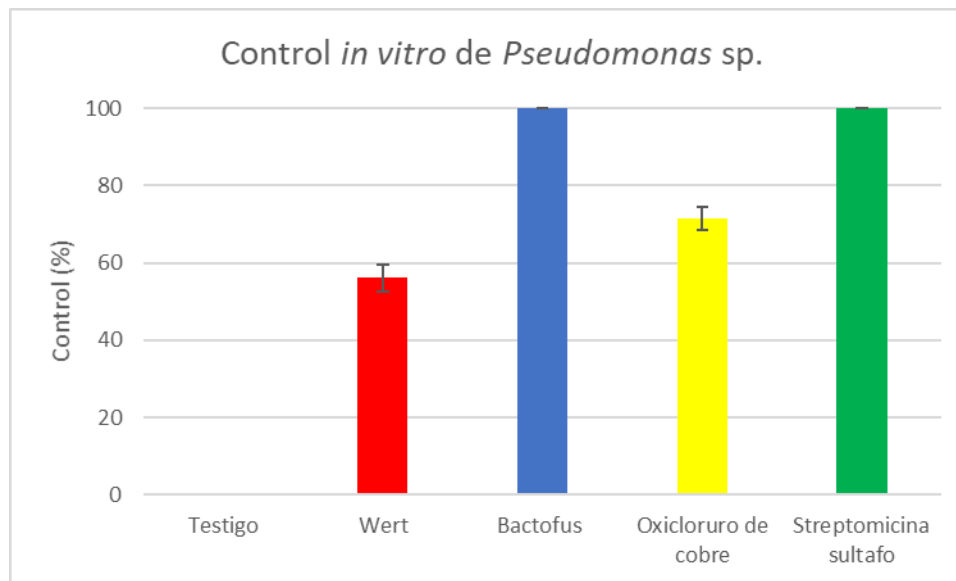


Figura 7. Medias y error típico asociado a la prueba de eficacia realizada a nivel *in vitro*.

Precosecha

Incidencia

Respecto de las evaluaciones de incidencia de la enfermedad, evaluada sobre brotes en dos momentos de la temporada, no fue posible observar diferencias de significancia estadística entre tratamientos. Para la primera evaluación se obtuvieron porcentajes de incidencia de 4% y 1,2% para el programa de Campo y el programa Tavan, respectivamente. Para la segunda evaluación se obtuvieron porcentajes de incidencia de 5,3% y 4%, para el programa campo y el programa Tavan, respectivamente. Los resultados de estas evaluaciones son presentados en el Cuadro 7. La evaluación de incidencia de daño en brote es presentada además de manera gráfica en la Figura 9.

Cuadro 6. Evaluación de Incidencia y Severidad en brotes de la temporada.

Tratamiento	Incidencia de cancros			
	Evaluación 1 (07.12.2018)*		Evaluación 2 (03.01.2019)*	
	MEDIA	E.E.	MEDIA	E.E.
Programa Campo	4,0	2,7	5,3	2,5
Programa Tavan	1,3	1,3	4,0	1,6
p-valor	0,3982		0,6698	

*Tratamientos unidos por igual letra no son estadísticamente diferentes (p-valor >0,05).

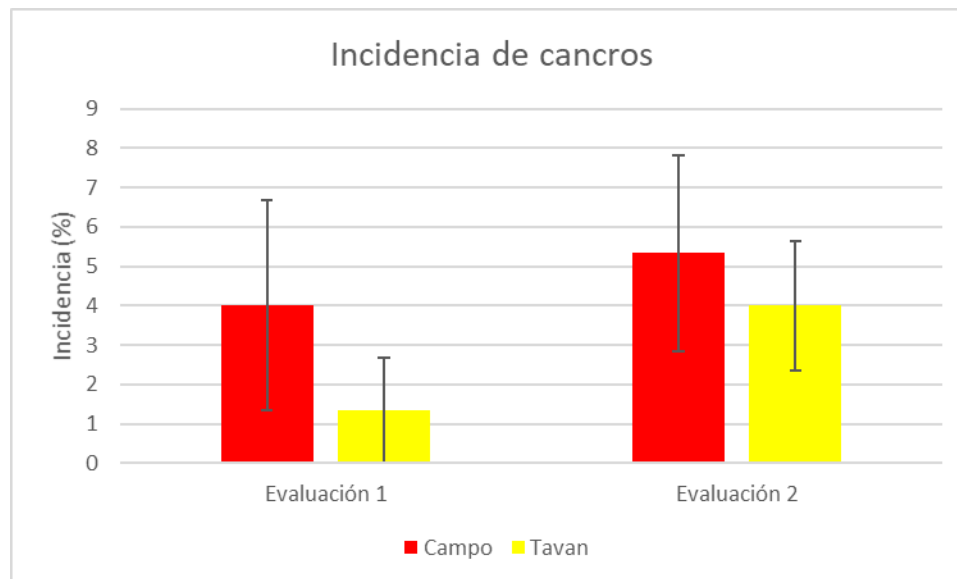


Figura 8. Incidencia de cancros en brotes de la temporada.

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en las condiciones del presente ensayo se puede concluir que:

El recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) fue similar para ambos tratamientos, durante el periodo de desarrollo del ensayo, que consideró muestras previo y posterior a cada aplicación de Wert en los momentos de 10% de caída de hojas y receso. Sólo obteniéndose diferencias de significancia estadística en el momento posterior a la aplicación de 10% de caída de hojas, presentando el programa Tavan un recuento significativamente menor que el programa Campo.

No se observaron diferencias estadísticas en relación con el avance de la enfermedad, evaluada como incidencia de canchales sobre brotes de la temporada.

De la evaluación de efectividad *in vitro* de los productos Wert y Bactofus, se logró determinar que ambos logran controlar el crecimiento de *Pseudomonas* sp. con porcentajes de efectividad de 56% y 100%, respectivamente.

El programa Tavan se presenta como una alternativa efectiva para el control de cáncer bacterial en cerezo, que responde de forma similar a un programa de aplicación de cobres en el periodo de receso invernal y primaveral.