

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA TAVAN® PARA ENFERMEDADES DE  
MADERA, CONTROL DE CÁNCER BACTERIAL Y SU EFECTO SOBRE LA  
PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE FRUTA EN CEREZOS

INFORME FINAL

23-03-2020

## ANTECEDENTES GENERALES Y METODOLOGÍA

### OBJETIVO

Evaluar el efecto de la aplicación del programa Tavan® para enfermedades de la madera, control de cáncer bacterial y además evaluar su efecto sobre la productividad y calidad de la fruta producida en cerezos var. Regina.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el efecto del programa Tavan® sobre el control de cáncer bacterial.
- Evaluar el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento vegetativo de las plantas
- Evaluar el efecto de los tratamientos sobre la productividad de las plantas.
- Evaluar el efecto de los tratamientos sobre la calidad de la fruta producida.

### UBICACIÓN DEL ENSAYO EXPERIMENTAL

El ensayo fue conducido en un huerto comercial de cerezos con alta presión de cáncer bacterial. Este huerto está ubicado en la localidad de Comalle, comuna de Teno, Región del Maule.

**Cuadro 1.** Características y producciones de las últimas tres temporadas del cuartel donde se realizó el ensayo.

Año de plantación	Edad(Años)	Superficie cuartel(Ha)	Producción por hectárea (kg/ha)		
			2017-2018	2018-2019	2019-2020
2011	8	0,4	11.291	16.204	12.961

## DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado construido con 2 tratamientos y 5 repeticiones. Cada unidad experimental está compuesta por 15 plantas, distribuidas en 3 hileras continuas de 5 plantas cada una.

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Descripción	Dosis	Época de aplicación	Fecha aplicación
T <sub>0</sub>	Programa productor en base a cobre (9 aplicaciones de cobre y 1 de Nacillus)			
	Wert	5 L/ha	10% caída de hojas	02 Mayo 2019
	pH4	0,5 L/ha		
	Wert	5 L/ha	45 días después de la aplicación de caída de hojas	21 Junio 2019
	pH4	0.5 L/ha		
T <sub>1</sub>	Wert	5 L/ha	Previo a yema hinchada	26 Agosto 2019
	pH4	0.5 L/ha		
	V6	5 L/ha	Inicio de brotación (presencia de hojas)	07 Octubre 2019
	Bactofus	2,5 L/ha		
	Ph4	0,5 L/ha		
	V6	5 L/ha	Fruto de 6-8 mm	21 Octubre 2019
	Bactofus	2,5 L/ha		
	Ph4	0,5 L/ha		

El tratamiento T<sub>0</sub> correspondió a la aplicación del programa huerto del productor (principalmente aplicaciones de cobre). El tratamiento T<sub>1</sub> correspondió a la aplicación del programa Tavan para Psa según las indicaciones del cliente.

Las aplicaciones de cobre en T<sub>0</sub> fueron realizadas en las siguientes fechas:

Fecha	Producto	Fecha	Producto	Fecha	Producto
02-05-19	NORDOX SUPER 75 WG	21-06-19	NORDOX SUPER 75 WG	14-08-19	NORDOX SUPER 75 WG
27-05-19	NORDOX SUPER 75 WG	18-07-19	NORDOX SUPER 75 WG	29-08-19	HIDROXICOBRE 50 WG
10-06-19	NORDOX SUPER 75 WG	05-08-19	NORDOX SUPER 75 WG	11-09-19	BIOCOPPER 56

## EVALUACIONES

### CONTEO BASE

Con la finalidad de estandarizar los árboles a evaluar, se realizó un conteo base que permitió atribuir los resultados generados a la aplicación de los tratamientos y no al azar en la selección de los árboles.

- Área sección transversal del tronco (ASTT)
- N° de ramas madres por planta
- N° de dardos y ramillas por planta

### INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE CÁNCER BACTERIAL

La incidencia de cáncer bacterial fue evaluada durante brotación, a través de la observación de sintomatología de los árboles. Para ello, se evaluó la presencia o ausencia de síntomas en el tronco y ramas del árbol central.

La severidad fue evaluada a través del grado de infección observado en cada árbol utilizado para evaluar incidencia. Para ello, se consideró el número de exudados por árbol y además se clasificó en base a si los exudados se ubican en el tronco, ramas madres o ramas secundarias.

Además, se cuantificó el número de centros frutales muertos por árbol como otro parámetro para evaluar la severidad.

### ANÁLISIS DE LABORATORIO DE CÁNCER BACTERIAL

Para validar las evaluaciones de incidencia y severidad, a fines de temporada, se envió una muestra de madera a un laboratorio externo para realizar un análisis fitosanitario, que determine la presencia de cáncer bacterial en el huerto.

## CRECIMIENTO VEGETATIVO

Durante la temporada, el crecimiento vegetativo fue evaluado a través de la fracción de cobertura (FC). Dicha medición fue realizada al árbol central de cada unidad experimental durante 3 oportunidades en la temporada.

Además en cosecha se evaluó el área foliar del total de hojas en 5 dardos por cada unidad experimental y se caracterizó la producción de aquellos dardos.

## RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD

La productividad de los árboles fue determinada a través del rendimiento de fruta de ellos. Además, se determinó los gramos por área sección transversal de tronco (ASTT) y los gramos de fruta por centro frutal (CF = Ramillas y dardos). La evaluación de rendimiento fue realizada sobre el árbol central de cada unidad experimental.

## CALIDAD DE LA FRUTA

Desde la fruta cosechada el día 24 de Diciembre 2019, se obtuvo una muestra de 50 cerezas, a las cuales se les evaluó su calidad, a través de los siguientes parámetros: Peso fruto (g), sólidos solubles (°Brix) y firmeza (UD). Además, se construirá una curva de calibre y color.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Previo al análisis estadístico, los resultados expresados en porcentaje (%) fueron transformados en arcoseno.

Posteriormente todos los resultados debieron cumplir con los supuestos de normalidad y homocedasticidad de varianza. Sin embargo, si los datos analizados no cumplían con estos supuestos se procedió a realizar el análisis no paramétrico de Kruskal Wallis.

Si los supuestos fueron cumplidos, se procedió a realizar un análisis de varianza (ANOVA). Si el ANOVA indicaba la existencia de diferencias significativas se procedió a realizar una prueba de comparación múltiple LSD con un 95% de significancia. Todos los análisis fueron realizados con el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2015).

## RESULTADOS

### CONTEO BASE

El conteo base, muestra que las plantas seleccionados en cada tratamientos fueron estadísticamente iguales, presentando un potencial productivo similar, al no observar diferencias significativas en el número de centros frutales por planta

**Cuadro 3.** ASTT, número de ramas madres, dardos, ramillas y centros frutales (CF) por planta, en los tratamientos evaluados.

Tratamiento	ASTT	N° ramas madres/pl	N° Dardos/pl	N° Ramillas/pl	CF/pl
T <sub>0</sub>	105 a	18 a	343 a	44 a	387 a
T <sub>1</sub>	115 a	18 a	398 a	34 a	432 a
<i>Sig (valor-p)</i>	<i>0,570</i>	<i>0,894</i>	<i>0,052</i>	<i>0,343</i>	<i>0,061</i>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE CÁNCER BACTERIAL

La incidencia de cáncer bacterial fue de un 100% en ambos tratamientos, ya que se observaron exudados en la totalidad de las plantas evaluadas (10 plantas).

Con respecto a la cantidad de centros frutales muertos por planta durante primavera (Brotación), se observa que las plantas tratadas con el programa TAVAN (T<sub>1</sub>) presentan un número estadísticamente menor a las plantas tratadas con el programa del huerto (T<sub>0</sub>).

Con respecto al número de exudados en las distintas estructuras de las plantas, no se observan diferencias significativas entre los tratamientos, aun cuando se observa una tendencia a mayor cantidad de exudados en T<sub>0</sub>.

**Cuadro 4.** Número de exudados y centros frutales (CF) muertos por planta, en los tratamientos evaluados.

Tratamiento	CF muertos (%)	N° de exudados			
		Tronco	Ramas madres	Ramas secundarias	Total
T <sub>0</sub>	16,0 a	13,5 a	18,3 a	1,0 a	32,8 a
T <sub>1</sub>	8,8 b	8,2 a	15,8 a	0,6 a	24,6 a
<i>Sig (valor-p)</i>	<i>0,024</i>	<i>0,146</i>	<i>0,635</i>	<i>0,575</i>	<i>0,250</i>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Con el objetivo de asegurar la presencia de cáncer bacterial (*Pseudomonas syringae* pv *syringae*) en las plantas tratadas con ambos tratamientos, se procedió a enviar muestras de dardos ubicados en el tronco de las plantas al laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad de Talca.

Los resultados indican que el cuartel donde se realizó el estudio tiene presencia de *Pseudomonas syringae* pv *syringae*, como se puede observar en la Figura 1, donde las colonias fluorescentes corresponden a *Pseudomonas syringae* pv *syringae*



**Figura 1.** Muestra positiva de *Pseudomonas syringae* pv *syringae*



## CRECIMIENTO VEGETATIVO

El crecimiento vegetativo fue evaluado a través de la fracción de cobertura de las plantas de cerezos. Estas evaluaciones fueron realizadas 3 veces durante la temporada y no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, se observa una clara tendencia a favor de T<sub>1</sub>.

**Cuadro 5.** Fracción de cobertura (%) de los tratamientos durante la temporada 2019-20.

Tratamiento	14-11-2019	29-12-2019	28-01-2020
T <sub>0</sub>	45,6 a	57,6 a	58,9 a
T <sub>1</sub>	50,7 a	61,7 a	64,7 a
<i>Sig. (Valor p)</i>	<i>0,319</i>	<i>0,470</i>	<i>0,217</i>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

Por otra parte, también se realizó una caracterización de los dardos, para evaluar el detalle del efecto del programa TAVAN® sobre los centros frutales. Los resultados indican que no existen diferencias significativas en el número de hojas por dardo, como también en el peso individual de los frutos. Sin embargo, si se observan diferencias significativas a favor de T<sub>1</sub> en el número de frutos por dardo, el peso total de frutos por dardo y el área foliar total de los dardos.

**Cuadro 6.** Características de los centros frutales (Dardos)

Tratamiento	N° hojas	N° de frutos	Peso fruto (gr)	Peso frutos (gr)/dardo	Área foliar Total dardo (cm <sup>2</sup> )
T <sub>0</sub>	7,5 a	2,5 b	10,5 a	25,7 b	231,5 b
T <sub>1</sub>	7,2 a	3,3 a	10,7 a	34,6 a	291,4 a
<i>Sig. (Valor p)</i>	<i>0,7187</i>	<i>0,0498</i>	<i>0,685</i>	<i>0,0152</i>	<i>0,0382</i>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

## RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD

Los resultados de productividad muestran, al igual que los resultados observados en la caracterización de los dardos, que T<sub>1</sub> presentan un número de frutos por centro frutal estadísticamente mayor que T<sub>0</sub> y por consiguiente también una mayor carga frutal (Frutos/pl). Al igual que en la caracterización del dardo, se observa que los centros frutales de T<sub>1</sub> presentan un peso de fruta estadísticamente mayor a T<sub>0</sub> explicado por el mayor número de frutos. Estos resultados combinados con la menor cantidad de centros frutales muertos en T<sub>1</sub> explican el rendimiento estadísticamente mayor observado en este tratamiento en relación a T<sub>0</sub>.

**Cuadro 7.** Rendimiento y productividad expresados como frutos/CF, g/CF, g/ASTT, frutos/planta, kg/planta y kg/ha, en los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Frutos/CF	g/CF	g/ASTT	Frutos/planta	Kg/pl	Kg/ha
T <sub>0</sub>	2,4 b	26,3 b	103,6 b	921 b	10,2 b	12.703 b
T <sub>1</sub>	3,6 a	40,2 a	154,8 a	1.557 a	17,3 a	21.594 a
<i>Sig. (Valor p)</i>	<i>0,001</i>	<i>0,002</i>	<i>0,067</i>	<i>0,016</i>	<i>0,016</i>	<i>0,016</i>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)

## CALIDAD DE LA FRUTA

La calidad de fruta cosechada no se vio afectada por los tratamientos. No se observaron diferencias significativas en el peso de los frutos, sólidos solubles y firmeza.

**Cuadro 8.** Calidad de fruta a cosecha expresa como peso (g) de fruto, sólidos solubles (°brix) y durofel (UD) en los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Peso (g)	Sólidos solubles (°brix)	Firmeza (UD)
T <sub>0</sub>	10,9 a	22,0 a	75,5 a
T <sub>1</sub>	11,1 a	21,1 a	73,0 b
<i>Sig. (Valor p)</i>	<i>0,596</i>	<i>0,507</i>	<i>0,047</i>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)

La curva de calibre fue similar en ambos tratamientos, no se observó diferencias significativas en ninguno de los calibres. Por otra parte, la fruta de ambos tratamientos se concentró en el calibre JJ.

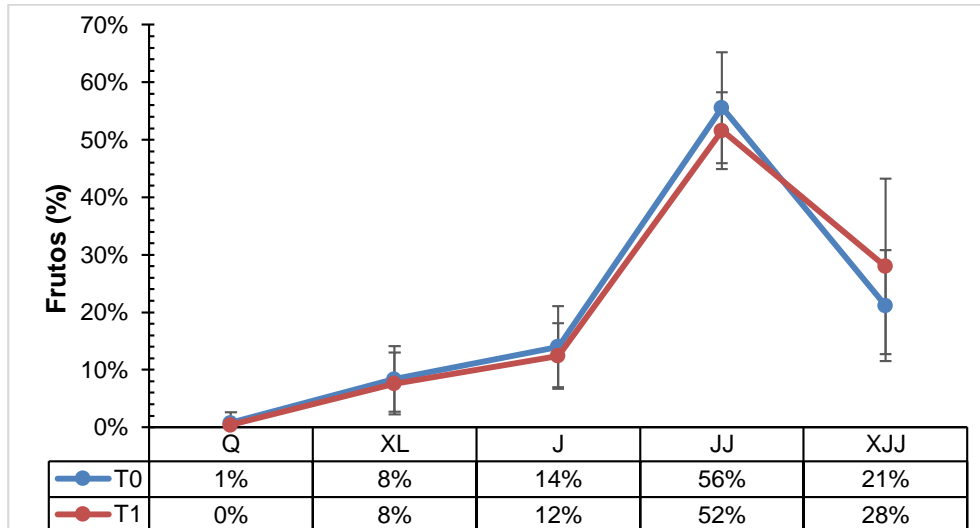


Figura 2. Distribución de calibre según peso (g) de fruto a cosecha, en los tratamientos evaluados.

La curva de color de la fruta tampoco mostro diferencias entre los tratamientos, concentrándose en el Santina.

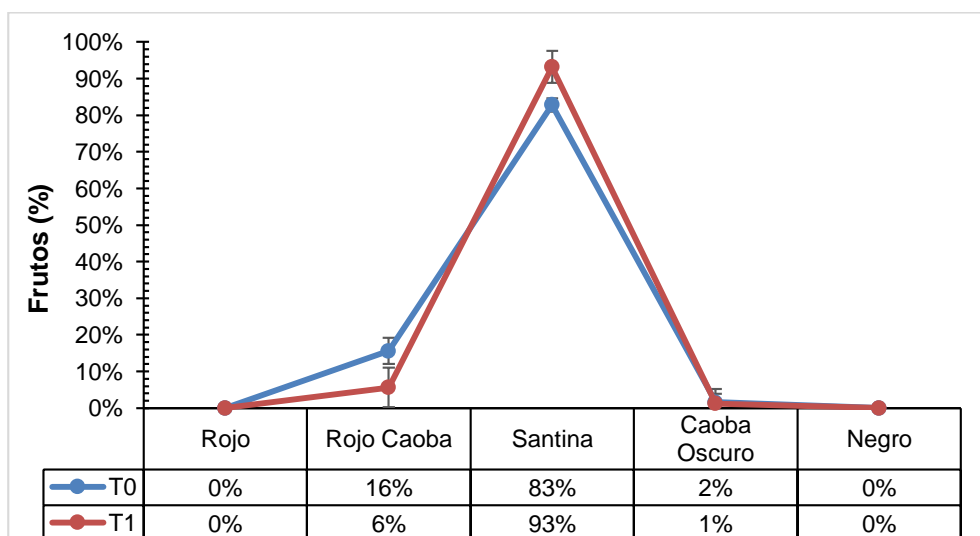


Figura 3. Distribución de color en fruta a cosecha en los tratamientos evaluados.

## CONCLUSIÓN

Los resultados de la primera temporada, muestran que el programa TAVAN® en cerezos var. Regina, causa una disminución estadísticamente significativa de los centros frutales muertos.

Los resultados no muestran un efecto significativo en el crecimiento vegetativo de las plantas. Sin embargo, la caracterización de los dardos muestra que las plantas con el programa TAVAN® presentan una mayor área foliar, la cual no es explicada por un mayor número de hojas, sino más bien por el mayor tamaño de ellas.

Por otra parte, los resultados también muestran que las plantas tratadas con el programa TAVAN® presentan un mayor número de frutos por centro frutal que causan un aumento significativo del rendimiento.

La calidad de la fruta cosechada no se afecta por el programa TAVAN®, presentando igual curva de calibre y color que la fruta proveniente de plantas tratadas con el programa del huerto.

En conclusión, se puede señalar que durante el primer año de estudio se observó que el programa TAVAN® en plantas de cerezos var. Regina presenta un mejor control del cáncer bacterial que el programa del huerto (en base a cobre) al presentar un menor número de centros frutales muertos, y aumenta la productividad del huerto al producir un fruto más por centro frutal vivo, posiblemente debido a la mayor área foliar de los dardos. Sin embargo, estos resultados solo corresponden al primer año de estudios siendo necesario su validación en próximas temporadas.