



pucalan
enriqueciendo sus cultivos

ENSAYO PUCALAN BIOESTABILIZADOS

2019-2020



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BIOESTABILIZADO DE CERDO EN EL CRECIMIENTO
VEGETATIVO Y DE RAÍCES DE CEREZOS (*Prunus avium* L.) cv REGINA EN CONDICIONES
CONTROLADAS**

ÍNDICE

RESUMEN	3
OBJETIVO.....	4
MATERIALES Y MÉTODOS	4
Lugar	4
Datos del cultivo	4
Datos meteorológicos.....	5
Tratamientos	7
Evaluaciones.....	9
DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	9
RESULTADOS.....	10
Altura de planta.....	10
Largo de brote	11
Diámetro de brotes	13
Biomasa.....	14
Distribución de raíces por diámetro y profundidad.....	16
CONCLUSIONES.....	17

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BIOESTABILIZADO DE CERDO EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y DE RAÍCES DE CEREZOS (*Prunus avium* L.) cv REGINA EN CONDICIONES CONTROLADAS

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del bioestabilizado de cerdo sobre el crecimiento vegetativo y radicular de cerezos cv. Regina, se realizó un estudio en condiciones controladas de crecimiento en la Agrícola Los Arroyos ubicado en la localidad de “Rosario” en la comuna de Rengo (34° 34' Latitud sur - 70° 84' Longitud oeste), Región de O’Higgins, Chile. Se utilizaron plantas de cerezo (*Prunus avium* L.) cv. Regina, injertadas sobre el portainjerto Maxma14, plantadas el año 2018 en rizotrones aéreos (macetas).

A fin de cumplir con el objetivo planteado, se establecieron 3 tratamientos: testigo absoluto sin aplicación (T0), aplicación de bioestabilizado de cerdo (T1); aplicación de testigo comercial (Biorend y ácido fosfórico) en el tratamiento T2. Las aplicaciones se realizaron los días 11 y 30 de octubre de 2018.

Las evaluaciones llevadas a cabo consistieron en análisis de largo y diámetro de brotes (i); altura de planta (ii) biomasa aérea y radicular (iii) distribución de raíces por diámetro.

Considerando las condiciones de este ensayo, se puede concluir que la aplicación de bioestabilizado de cerdo y del testigo comercial durante el primer flash de crecimiento de raíces aumentaron significativamente la altura de planta y el largo de brotes durante el seguimiento realizado desde octubre de 2018 hasta junio 2019, ya sea evaluando la longitud (cm) como la tasa de crecimiento diario, diferenciándose ambos tratamientos del tratamiento testigo. Sin embargo, el efecto en estos parámetros de crecimiento se diluye cuando se compara la biomasa aérea, la cual fue similar para todos los tratamientos, además, no se identificó un efecto de la aplicación de los tratamientos en el número de brotes por planta.

La aplicación de bioestabilizado de cerdo no tiene un efecto significativo en las variables asociadas al crecimiento de raíces, ya sea considerando la biomasa total radicular, como la distribución de raíces por diámetro y profundidad. Todos los tratamientos, fueron similares en términos estadísticos.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de bioestabilizado de cerdo representado por la empresa Pucalán sobre el crecimiento vegetativo y de raíces en cerezos cv. Regina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar

El ensayo se realizó en un huerto perteneciente a la Agrícola Los Arroyos ubicado en la localidad de “Rosario” en la comuna de Rengo (34° 34' Latitud sur - 70° 84' Longitud oeste), Región de O’Higgins, Chile.

Datos del cultivo

Nombre científico	<i>Prunus avium</i> L.
Variedad utilizada	Regina
Portainjerto	Maxma 14
Año de plantación	2018
Sistema de conducción	Eje
Duración del ensayo	10 octubre 2018 – 20 junio 2019



Figura 1. Plantas de cerezos cv. Regina plantadas en rizotrones correspondientes al ensayo.

Datos meteorológicos

Todos los datos climáticos fueron obtenidos de una estación meteorológica cercana al predio en el cual se desarrolló el estudio. El Cuadro 1 muestra el registro de las temperaturas mínimas y máximas y las precipitaciones durante el período en que se efectuó el ensayo, mientras que el Cuadro 2 entrega el registro de temperaturas y precipitaciones en los momentos de aplicación. En las Figuras 2 y 3 se observan las gráficas para dichos datos.

Cuadro 1. Media aritmética mensual de temperatura mínima, temperatura máxima, oscilación térmica y precipitación acumulada mensual durante el período del ensayo.

Mes	Temperatura			Precipitación mm
	Mínima	Máxima	Oscilación térmica	
	°C			
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	11,1	29,5	18,4	0,0
Febrero	11,8	30,0	18,2	0,0
Marzo	7,8	27,4	19,6	0,8
Abril	6,2	22,0	15,8	2,8
Mayo	4,2	17,6	13,4	24,1

Cuadro 2. Registro de temperaturas y precipitaciones el día de la aplicación.

Fecha	Temperatura			Precipitación mm
	Mínima	Máxima	Oscilación térmica	
	°C			
11/10/2018	6,8	18,8	12,0	0,0

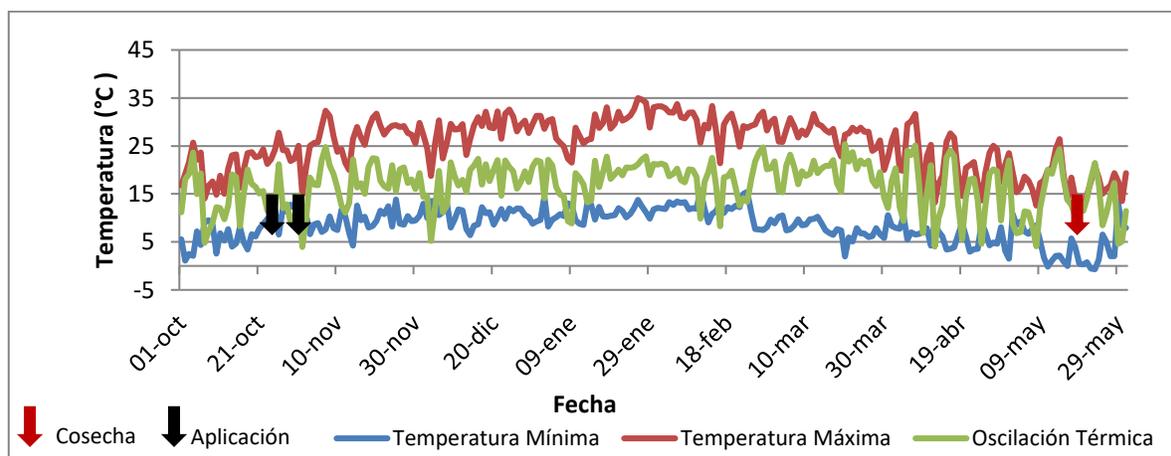


Figura 2. Gráfica de temperaturas máximas, mínimas y oscilación térmica registrada durante el período de ejecución del ensayo.

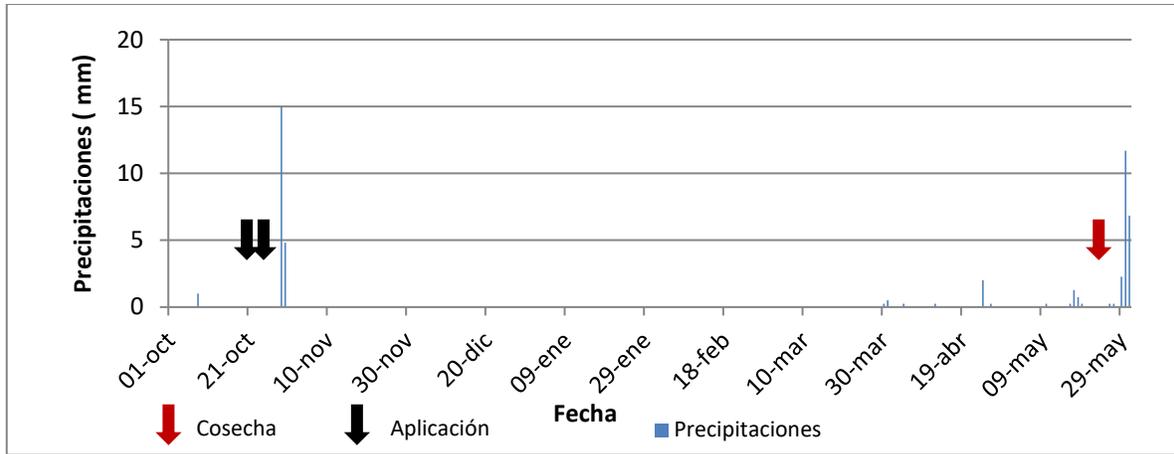


Figura 3. Gráfica de precipitaciones durante el período del ensayo.

Tratamientos

Para el ensayo se utilizaron plantas establecidas en rizotrones, distribuidas en un total de 6 bloques. Para cada tratamiento se utilizó un total de 6 repeticiones por tratamiento, cada una constituida por 1 planta. El detalle de cada uno de los tratamientos se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Producto	Dosis Kg ó L*ha ⁻¹	Momento de aplicación	Fecha de aplicación
T0	Testigo absoluto	----	---	---
T1	Bioestabilizado de cerdo	1,3 kg/planta	A	11-10-2018
T2	Biorend + Ac. Fosfórico	5 + 2,5	AB	11-10-2018 30-10-2018

Donde:

A: primer flash de crecimiento de raíces

B: 20 días después de A.

La aplicación del bioestabilizado de cerdo se realizó mediante la aplicación directa en la superficie del rizotrón de manera manual.

La Figura 4 muestra un registro fotográfico durante la ejecución del ensayo.





Figura 4. Aplicación de bioestabilizado de cerdo (A y B), crecimiento vegetativo registrado el día 04/02/2019 (C y D), crecimiento vegetativo registrado el día 07/03/2019 (E y F), evaluación de diámetro (G), evaluación de largo de brotes (H) y cosecha de plantas realizada durante el mes de mayo (I, J y K).

Evaluaciones

Precosecha

Longitud y diámetro de brotes

Con una huincha métrica graduada en centímetros, se evaluó el largo de cada brote a lo largo de la temporada. Las evaluaciones de diámetro, para cada lateral, se realizaron con un pie de metro digital graduado en milímetros, midiendo en la base de cada uno de ellos. Las mediciones se realizaron en 6 momentos, cada 30 días aproximadamente desde la primera aplicación.

Altura de planta

Se evaluó con una huincha métrica graduada en cm la altura de la planta, realizándose cada lectura cinco centímetros sobre el punto de inserción del injerto hasta el ápice del brote de mayor longitud. Las mediciones se realizaron en 6 momentos, cada 30 días aproximadamente desde la primera aplicación.

Cosecha

Peso de raíces por diámetro

Al cosechar cada una de las repeticiones, las raíces fueron clasificadas en tres categorías de acuerdo con su diámetro respectivo, para luego ser masadas en una balanza digital de resolución de 1g. Las raíces, una vez masadas frescas, fueron secadas en una estufa apta para dicho uso y masadas nuevamente para obtener el peso seco de raíces.

DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizado (DBCA) con tres tratamientos y seis repeticiones de cinco plantas cada uno.

Para comparar los tratamientos, las medias de cada evaluación se sometieron a un análisis de modelos lineales y mixtos (MLMix). Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos (p -valor $< 0,05$), las medias fueron separadas mediante una prueba de comparación múltiple de LSD de Fisher con un intervalo de confianza del 95%.

RESULTADOS

Altura de planta

Durante el período del receso invernal, y cuando se establecieron las plantas en los rizotrones se rebajaron todas las repeticiones a una altura de 40 cm, de manera que previo a la aplicación de los tratamientos todas las plantas se encontraban en una misma condición. El día 11 de octubre, cuando se realizó la aplicación de los tratamientos, la altura de planta varió entre 48,9 y 52,9 cm sin diferencias de significancia estadística por lo que la condición inicial fue similar para todos los tratamientos. Se realizó una medición una vez al mes, donde a partir del día 14 de enero los tratamientos aplicados con bioestabilizado de cerdo y con el testigo comercial aumentaron la altura de planta mostrando medias significativamente superiores al testigo hasta la evaluación realizada el día 11 de abril. Adicionalmente se evaluó el efecto de la medición inicial como covariable, en cada una de las mediciones realizadas en el seguimiento durante la temporada, la cual no fue significativa y no tuvo efecto en la expresión de la altura de la planta, por lo que los resultados responden a la aplicación de los tratamientos.

Cuadro 4. Media y p-valor para la altura de planta expresada en cm.

Tratamiento	Altura de planta (cm)							Tasa cto cm/día
	11-10-2018	12-11-2018	10-12-2018	14-01-2019	04-02-2019	07-03-2019	11-04-2019	
T0	50,0	61,4	65,8	90,2 b	90,4 b	90,4 b	90,4 b	0,23 b
T1	48,9	68,5	70,3	113,9 a	114,0 a	115,7 a	115,9 a	0,38 a
T2	52,9	71,0	73,8	114,6 a	116,1 a	118,4 a	118,7 a	0,36 a
p-valor	0,3479	0,1539	0,0701	0,042	0,0355	0,0223	0,0208	0,0175
covariable	---	0,5667	0,4535	0,5384	0,5405	0,3508	0,3443	---

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza.

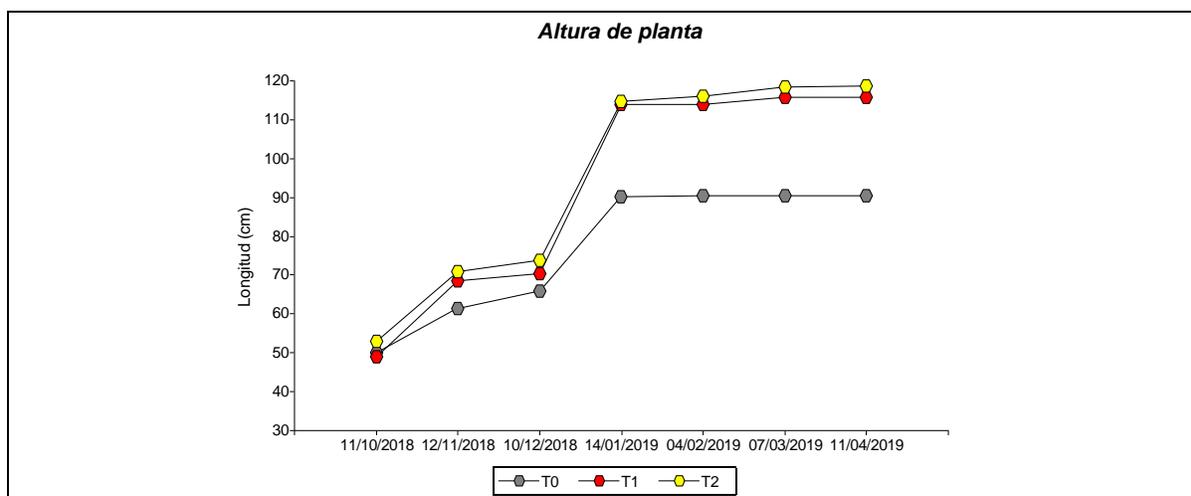


Figura 5. Gráfica de altura de planta expresada en cm para cada uno de los tratamientos.

Además de los resultados de altura de planta expresado en cm, se estimó la tasa de crecimiento diario expresado como cm/día, la cual manifestó diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados con bioestabilizado de cerdo y el testigo comercial en comparación con el testigo absoluto sin aplicación.

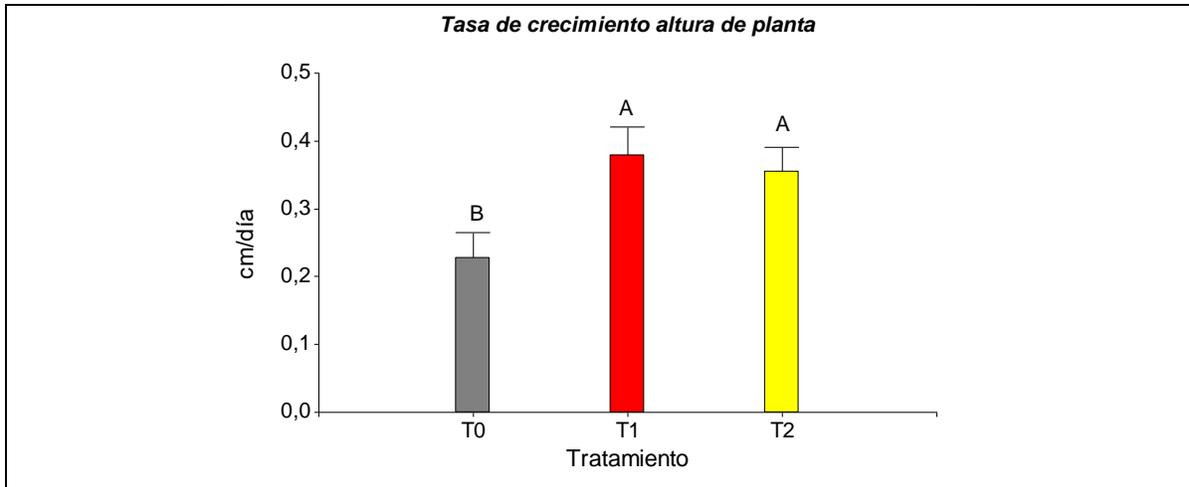


Figura 6. Gráfica de tasa de crecimiento expresado en cm/día para cada uno de los tratamientos.

Largo de brote

En los mismos momentos en los cuales se realizó la evaluación de altura de planta, se midió la longitud de brotes para cada uno de los tratamientos. En la primera evaluación realizada un mes después de la aplicación de los tratamientos, los resultados muestran que el promedio de largo de brotes en el tratamiento aplicado con el bioestabilizado de cerdo fue significativamente mayor en comparación con el testigo absoluto y el testigo comercial. A partir de la segunda evaluación, se observó un efecto en el largo de brotes de ambos tratamientos aplicados, ya sea con bioestabilizado de cerdo como con el testigo comercial, diferenciándose ambos tratamientos del testigo absoluto sin aplicación. El efecto de los tratamientos T1 y T2 en este parámetro de crecimiento fue similar entre sí en términos estadísticos, tal como se puede observar en el Cuadro 5. La evaluación inicial de largo de brotes se utilizó como covariable en las mediciones realizadas entre los meses de diciembre y abril, aunque esta variable no fue significativa, por lo que la respuesta en el largo de brote es un efecto de la aplicación de los tratamientos y no a la variabilidad inicial de la longitud de brotes.

Cuadro 5. Media y p-valor para largo de brotes (cm), la tasa de crecimiento (cm/día) y el n° de brotes.

Tratamiento	Largo de brotes (cm)						Tasa cto cm/día	N° brotes n°
	12-11-2018	10-12-2018	14-01-2019	04-02-2019	07-03-2019	11-04-2019		
T0	5,0 b	13,4 b	17,1 b	17,8 b	18,3 b	18,4 b	0,09 b	2,3
T1	13,3 a	33,2 a	37,5 a	37,9 a	39,2 a	39,3 a	0,17 a	3,5
T2	5,4 b	24,6 a	32,1 a	33,3 a	34,4 a	34,6 a	0,19 a	1,7
p-valor	0,0069	0,0073	0,0079	0,0077	0,0061	0,006	0,0457	0,1874
covariable	---	0,9507	0,9695	0,9963	0,9891	0,9975	---	---

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza.

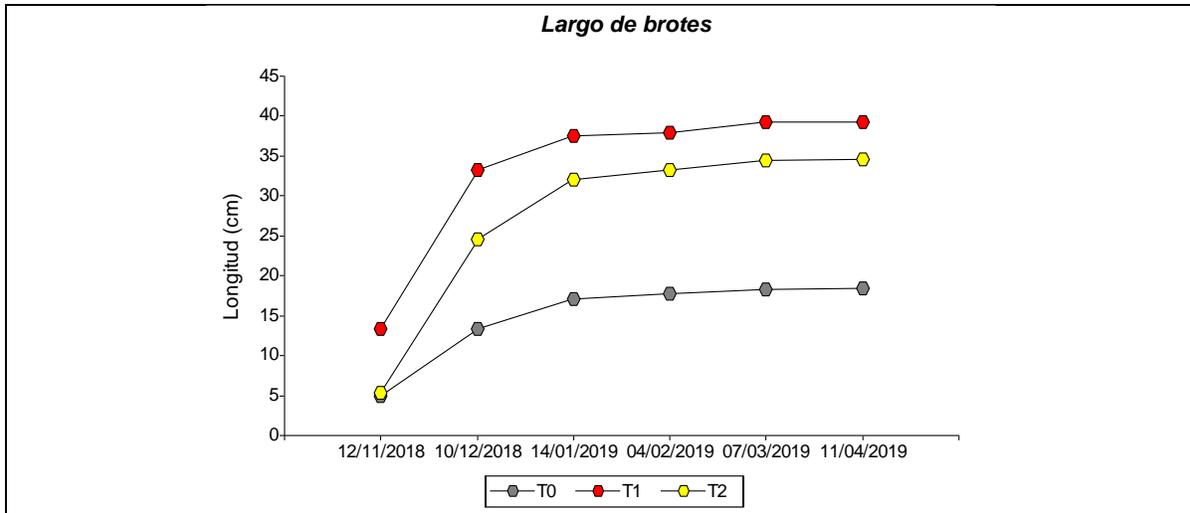


Figura 7. Gráfica de largo de brotes (cm) para cada uno de los tratamientos.

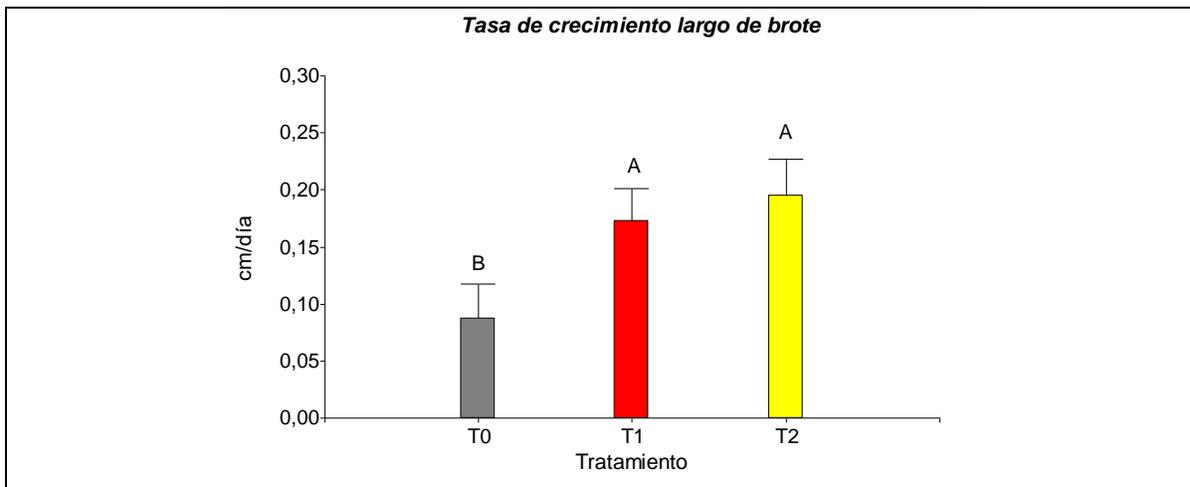


Figura 8. Gráfica de tasa de crecimiento de brotes expresado en cm/día para cada uno de los tratamientos.

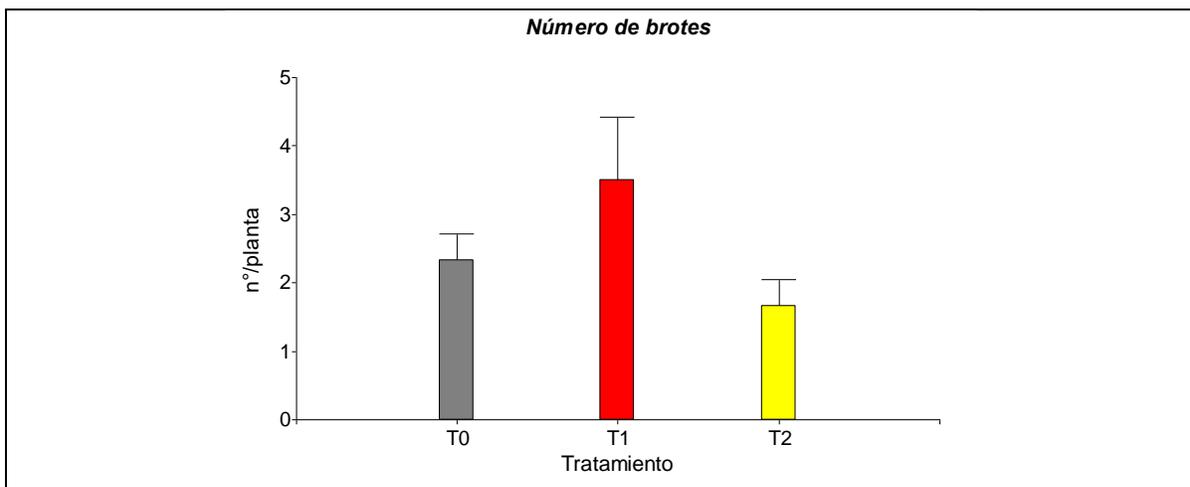


Figura 9. Gráfica del número de brotes para cada uno de los tratamientos.

Diámetro de brotes

Se evaluó el diámetro de brote expresado en mm en las mismas fechas de evaluación en las cuales se midió el largo de brotes. Los resultados muestran que la aplicación de bioestabilizado de cerdo y del testigo comercial no tuvieron una influencia significativa en esta variable, siendo ambos tratamientos similares estadísticamente al testigo absoluto sin aplicación durante todo el periodo de seguimiento. Además, se evaluó la tasa de crecimiento expresada como mm/día, la cual al igual que lo visto en el diámetro expresado como longitud, no permitió identificar un efecto de la aplicación de los tratamientos.

Cuadro 6. Media y p-valor para el diámetro de brote expresado en mm en cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	Diámetro de brote (mm)						Tasa cto
	12-11-2018	10-12-2018	14-01-2019	04-02-2019	07-03-2019	11-04-2019	mm/día
T0	57,6	74,8	83,6	89,0	89,4	95,2	0,25
T1	53,8	66,6	72,2	78,0	83,5	87,0	0,22
T2	54,2	69,6	75,4	82,9	86,3	105,6	0,34
p-valor	0,7239	0,2513	0,1451	0,2985	0,6932	0,11	0,1324
covariable	---	0,0182	0,1759	0,1444	0,3154	0,3902	---

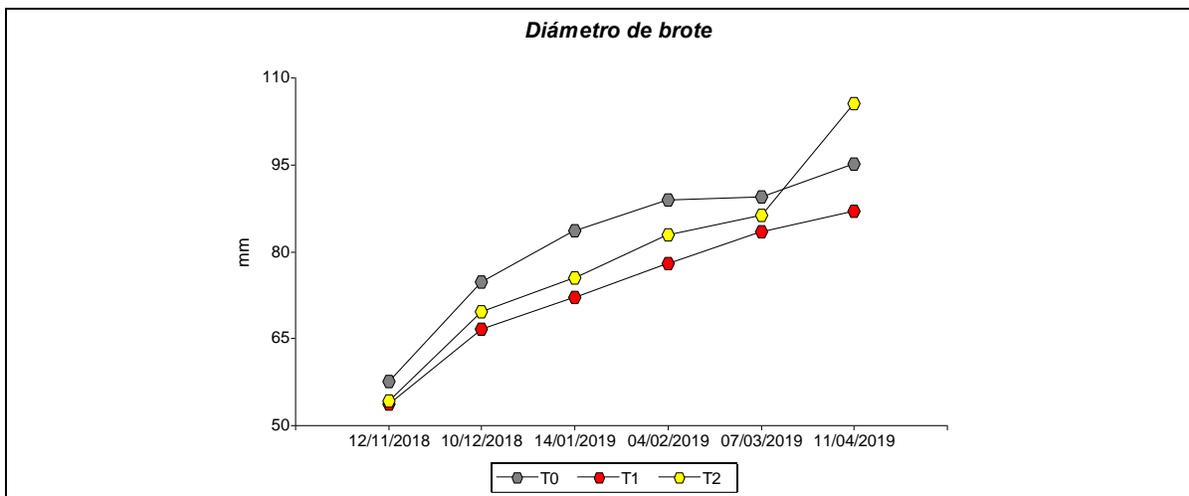


Figura 10. Gráfica del seguimiento de diámetro de brotes para cada uno de los tratamientos.

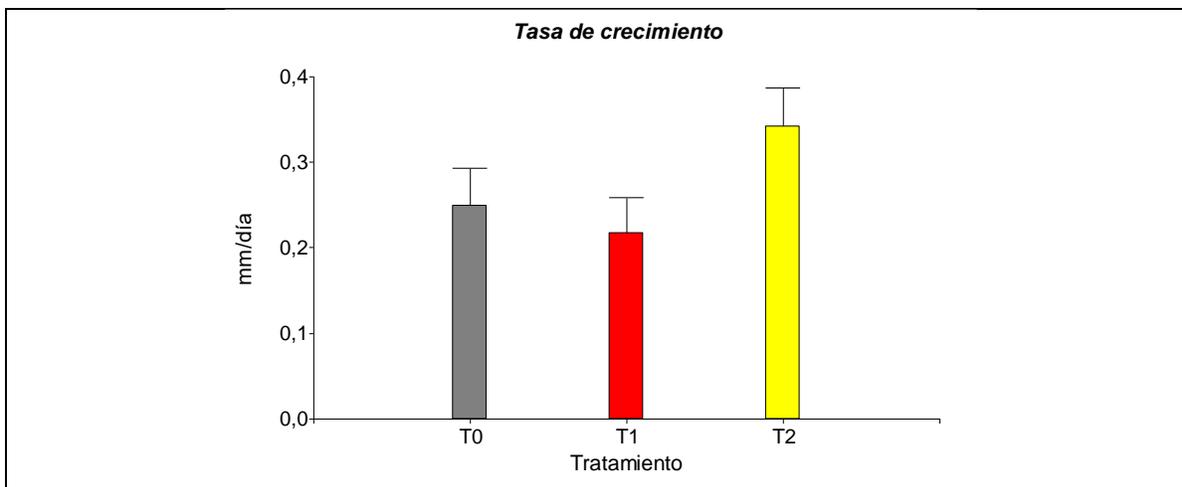


Figura 11. Gráfica de la tasa de crecimiento del diámetro de brote para cada uno de los tratamientos.

Biomasa

Durante el mes de mayo, las plantas de cerezo establecidas en los rizotrones se seccionaron diferenciando la biomasa aérea de la radicular, expresando ambas variables en gramos (g). Se pesó el material de cada planta, diferenciando para el caso de la biomasa radicular, las raicillas con diámetro menor a 2 mm, las raíces suberizadas con diámetro de 2 a 4 mm y las raíces gruesas o de anclaje con más de 4 mm de diámetro. Los resultados muestran que la biomasa aérea varió entre 413,7 y 470,5 gramos para la aplicación del testigo comercial y del tratamiento testigo respectivamente, aunque sin identificar un efecto de la aplicación de los tratamientos.

Del mismo modo, la biomasa para cada uno de los tipos de raíces y en consecuencia con los resultados de la biomasa aérea, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, y a pesar de las diferencias numéricas no se identificó un efecto de la aplicación de los tratamientos en la biomasa radicular, ya sea en términos generales o como distribución de raíces.

Cuadro 7. Media y p-valor para la biomasa aérea y de raíces para cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	Biomasa (g)				
	Biomasa aérea	Biomasa raíces	Raicillas (<2 mm)	Raíces suberizadas (2-4 mm)	Raíces gruesas (>4 mm)
T0	470,5	593,7	98,8	58,6	436,2
T1	431,7	534,0	103,2	61,1	385,3
T2	413,7	528,6	88,9	51,6	388,1
P-valor	0,2362	0,4284	0,2802	0,2901	0,4105

La proporción de raicillas varió entre 16,6 y 18,4 % sin diferencias entre los tratamientos, a pesar de que la aplicación de bioestabilizado de cerdo mostró el promedio superior en términos numéricos. Para el caso de las raíces de anclaje, estas constituyen para todos los tratamientos más del 70% de la proporción de la biomasa radicular, tal como se puede ver en la Figura 12.

Cuadro 8. Media y p-valor para la proporción de biomasa radicular para cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	Proporción de biomasa radicular (%)		
	Raicillas fresco	Raíces suberizadas fresco	Raíces gruesas fresco
T0	16,6	9,9	73,4
T1	18,4	11,4	71,7
T2	16,8	9,8	73,6
p-valor	0,234	0,1093	0,2458

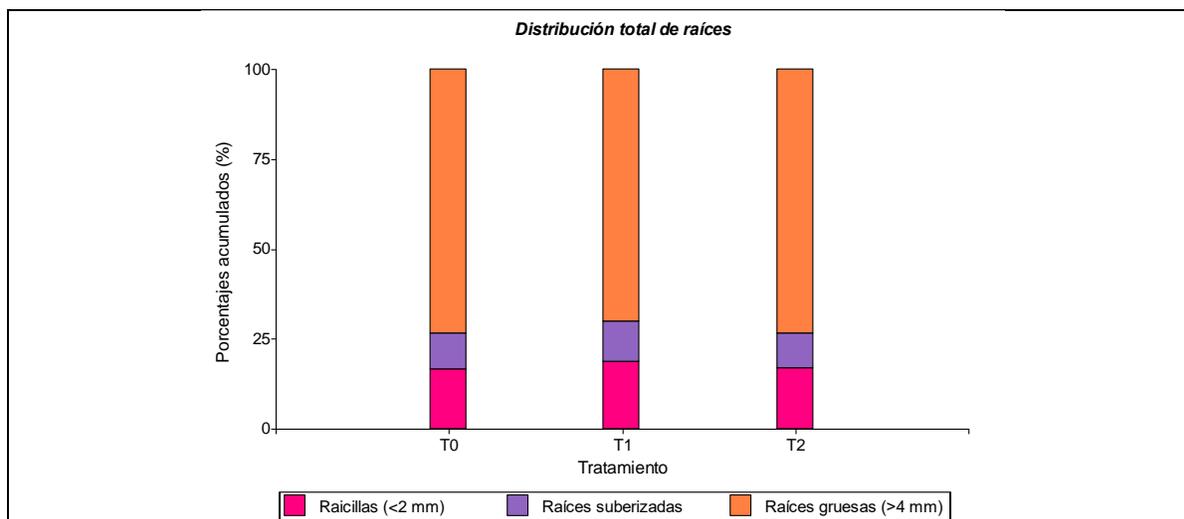


Figura 12. Gráfica de la tasa de crecimiento del diámetro de brote para cada uno de los tratamientos.

La biomasa aérea y radicular, después de ser pesada y seccionada se secó en un horno a 70°C hasta alcanzar un peso estable. El peso fresco y seco permitieron estimar la materia seca expresada como porcentaje (%), la cual fue similar en términos estadísticos para todos los tratamientos. Para el caso de la biomasa radicular, los resultados muestran que el tratamiento testigo y el testigo comercial tienen una media significativamente superior a la aplicación de bioestabilizado de cerdo.

Cuadro 9. Media y p-valor para la proporción de biomasa radicular para cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	Materia seca (%)	
	Biomasa aérea	Biomasa radicular
T0	58,5	67,0 a
T1	58,7	63,2 b
T2	59,4	67,2 a
p-valor	0,8158	0,0113

P-valor $\geq 0,05$ indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con 95% confianza.

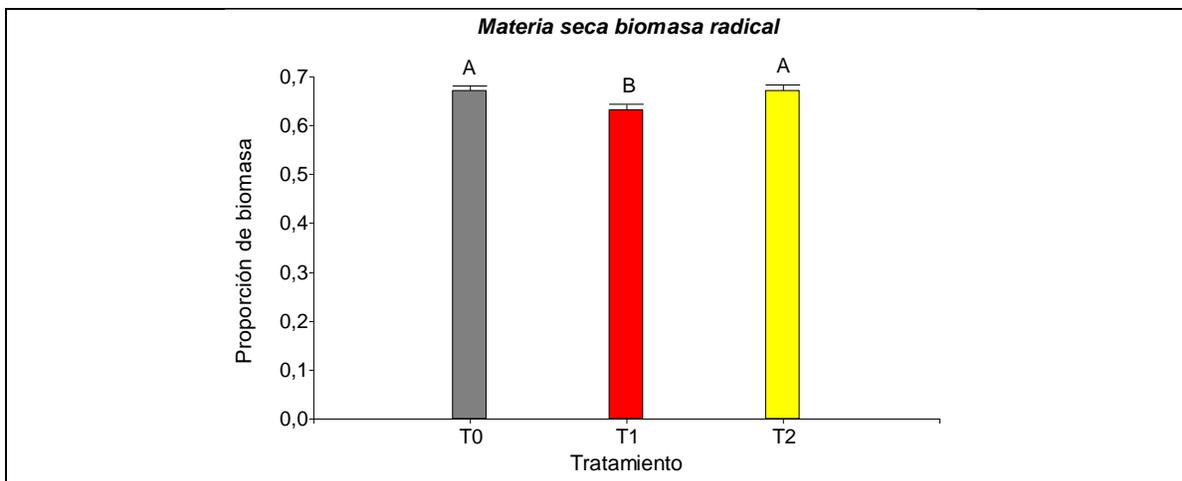


Figura 13. Gráfica de materia seca de biomasa radical para cada uno de los tratamientos.

Distribución de raíces por diámetro y profundidad

Para el caso de la biomasa radicular, además de considerar los distintos tipos de raíces separándolas por diámetro, se analizó la distribución de raíces por profundidad, considerando la biomasa en los primeros 30 cm de profundidad, luego de 30 a 60 cm y de 60 a 90 cm. En el Cuadro 10 y 11 se pueden ver las medias para cada tratamiento considerando el tipo de raíz y la profundidad, sin embargo, en todos los casos los promedios fueron similares en términos estadísticos, sin poder establecer diferencias entre la aplicación de bioestabilizado de cerdo y los demás tratamientos.

Cuadro 10. Media y p-valor para la distribución de peso fresco de raíces por diámetro y profundidad para cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	Peso fresco (g)						
	0-30 cm			30-60 cm			60-90 cm
	>4 mm	2 a 4 mm	0 a 2 mm	>4 mm	2 a 4 mm	0 a 2 mm	0 a 2 mm
T0	399,4	31,7	40,9	44,2	26,9	37,4	20,5
T1	361,4	36,25	47,5	22,0	24,7	36,0	21,3
T2	356,0	29,93	38,3	38,4	26,1	33,5	20,6
p-valor	0,503	0,237	0,3858	0,5262	0,6419	0,585	0,9103

Cuadro 11. Media y p-valor para la distribución de peso seco de raíces por diámetro y profundidad para cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	Peso seco (g)						
	0-30 cm			30-60 cm			60-90 cm
	>4 mm	2 a 4 mm	0 a 2 mm	>4 mm	2 a 4 mm	0 a 2 mm	0 a 2 mm
T0	245,9	24,57	30,6	32,6	22,0	28,7	18,6
T1	208,5	25,71	33,0	19,0	20,2	26,4	18,4
T2	218,9	23,33	28,6	29,3	21,6	26,3	18,2
p-valor	0,3568	0,4831	0,486	0,5057	0,3759	0,5116	0,9403

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones de este ensayo, se puede concluir que:

- ✓ La aplicación de bioestabilizado de cerdo y del testigo comercial durante el primer flash de crecimiento de raíces aumenta significativamente la altura de planta y el largo de brotes durante el seguimiento realizado desde noviembre de 2018 hasta abril 2019, ya sea evaluando la longitud (cm) como la tasa de crecimiento diario, diferenciándose ambos tratamientos del tratamiento testigo.
- ✓ No se identificó un efecto de la aplicación de los tratamientos en el número de brotes por planta.
- ✓ La aplicación de bioestabilizado de cerdo no tiene un efecto significativo en las variables asociadas al crecimiento de raíces, ya sea considerando la biomasa total radicular, como la distribución de raíces por diámetro y profundidad. Todos los tratamientos, fueron similares en términos estadísticos.