

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE AGROTHRIVE SOBRE EL CRECIMIENTO RADICULAR, ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA DEL SUELO, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN CEREZOS CV. LAPINS.

ENSAYO ZIMEX 2024-2025



ÍNDICE

OBJETIVO	3
MATERIALES Y MÉTODOS	3
Datos meteorológicos	4
Tratamientos	6
Evaluaciones	9
DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	10
RESULTADOS	11
Parámetros productivos	11
Calidad de fruta	11
Distribución de calibres	12
Distribución de color	13
Crecimiento de raíces: Crecimiento y distribución	14
Análisis foliar	14
Análisis microbiológico	15
CONCLUSIONES	16

**EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE AGROTHRIVE SOBRE EL CRECIMIENTO RADICULAR,
ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA DEL SUELO, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN
CEREZOS CV. LAPINS.**

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de las aplicaciones de Agrothrive sobre el crecimiento radicular, actividad microbiológica del suelo, rendimiento y calidad de fruta en cerezos cv. Lapins, se realizó un ensayo en un fundo comercial perteneciente a la Agrícola Santa Anita, ubicado en la localidad de Porvenir (35°10'03.7" Latitud sur - 71°16'57.4" Longitud oeste), comuna de Río Claro, Región del Maule, Chile.

Para cumplir con el objetivo señalado se establecieron tres tratamientos: un tratamiento control sin aplicación (T0); Agrothrive a una dosis total de 50 L*ha⁻¹, parcializada en 5 aplicaciones de 10 L* ha⁻¹ (T1) y un testigo comercial (activador biológico de suelos) a una dosis total de 50 L*ha⁻¹, parcializada en 5 aplicaciones de 10 L* ha⁻¹ (T2). Las aplicaciones se realizaron al suelo desde el primer riego del campo y se repitieron cada siete días.

Para determinar el efecto de los tratamientos se evaluó (i) interceptación PAR, (ii) análisis microbiológico del suelo, (iii) carga frutal, (iv) rendimiento y productividad, (v) calidad de fruta y (vi) crecimiento de raíces.

Considerando las condiciones de desarrollo de este ensayo, es posible concluir que aplicaciones de Agrothrive en cerezos cv. Lapins aumentan significativamente el contenido de sólidos solubles de frutos a cosecha, superando los valores observados en el tratamiento control y en el testigo comercial. Adicionalmente, generan un desplazamiento de la curva de calibres respecto al tratamiento control, a un mismo nivel que el testigo comercial.

No fue posible evidenciar un efecto significativo de la aplicación de Agrothrive sobre los parámetros productivos ni sobre otras variables de calidad de fruta, tales como peso, firmeza, contenido de materia seca y distribución de color. Asimismo, no fue posible identificar un efecto de las aplicaciones de Agrothrive sobre el contenido nutricional foliar, el desarrollo y distribución de raíces, ni sobre la actividad microbiológica del suelo.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de las aplicaciones de Agrothrive sobre el crecimiento radicular, actividad microbiológica del suelo, rendimiento y calidad de fruta en cerezos cv. Lapins.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un fundo comercial perteneciente a la Agrícola Santa Anita, ubicado en la localidad de Porvenir (35°10'03.7" Latitud sur - 71°16'57.4" Longitud oeste), comuna de Río Claro, Región del Maule, Chile.

Datos del cultivo

Nombre científico	<i>Prunus avium</i> L.
Variedad	Lapins
Portainjerto	Maxma 14
Año de plantación	2018
Distancia de plantación	4x2
Sistema de conducción	Tatura (V)
Sistema de riego	Goteo doble línea
Fecha de cosecha	20-12-2024
Duración del ensayo	30-10-2024 a 27-03-2025



Figura 1. Plantas de cerezos cv. Lapins 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	8,0	21,7	13,7	7,8
Noviembre	8,0	24,2	16,2	0,7
Diciembre	9,8	28,3	18,6	0,0

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

Fecha	Temperatura			Precipitación mm
	Mínima	Máxima	Oscilación térmica	
	°C			
30-10-2024	12,6	22,9	10,3	0,0
06-11-2024	10,0	24,6	14,6	0,0
13-11-2024	8,4	26,4	18,0	0,0
20-11-2024	10,8	26,3	15,5	0,0
27-11-2024	7,0	24,0	17,0	0,0

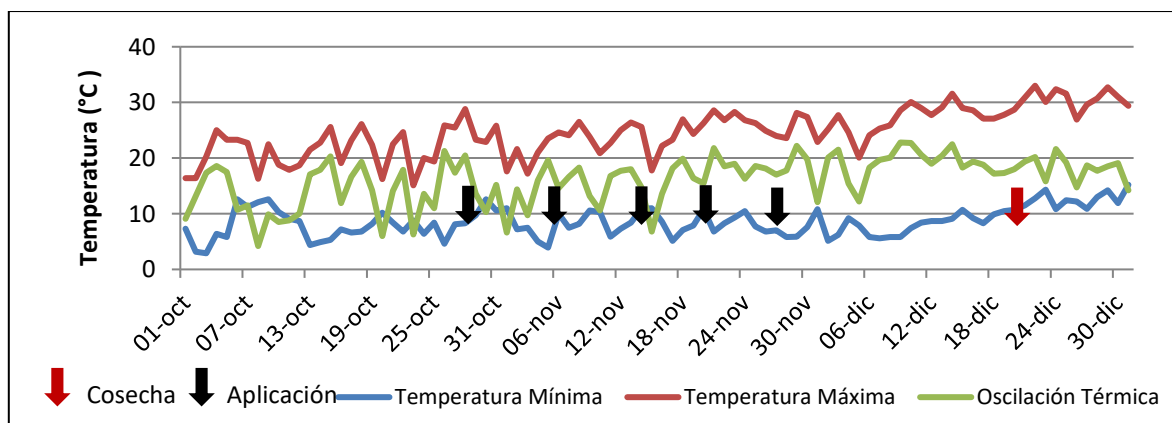


Figura 2. Gráfica de temperaturas máximas, mínimas y oscilación térmica registrada durante el período de ejecución del ensayo.

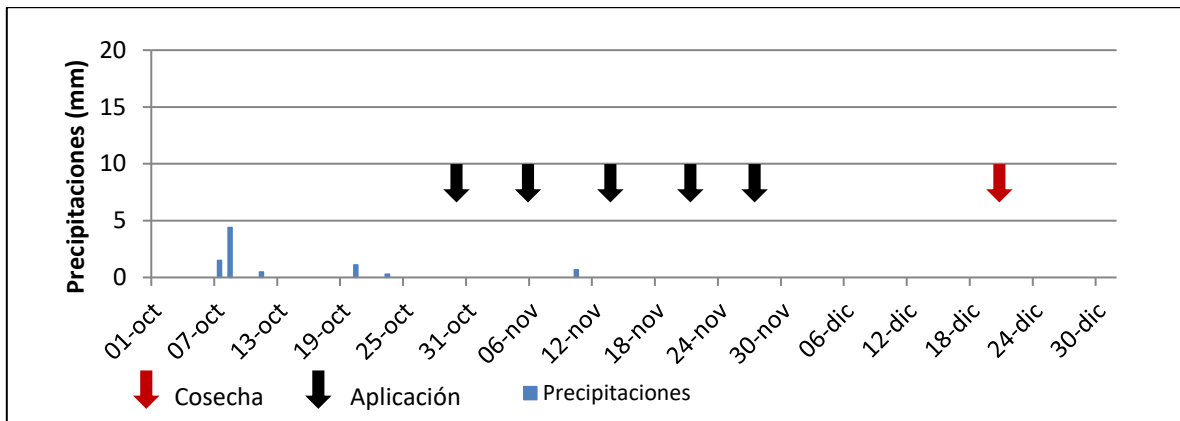


Figura 3. Gráfica de precipitaciones durante el período del ensayo.

Tratamientos

El detalle de los tratamientos aplicados es descrito en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento		Dosis (L*ha ⁻¹) por aplicación	Número de aplicaciones	Momento de aplicación
T0	Control		---	---
T1	Agrothrive	10	5	ABCDE
T2	Testigo comercial Materia orgánica 50% Polipéptidos 36% Ácidos fúlvicos 12% N total 5% P total 1%	10	5	ABCDE

Donde:

- A:** Primeros riegos (30-10-2024).
- B:** 7 -10 días después de A (06-11-2024).
- C:** 7-10 días después de B (13-11-2024).
- D:** 7-10 días después de C (20-11-2024).
- E:** 7-10 días después de D (27-11-2024).

Las aplicaciones se realizaron mediante inyección bajo el gotero en el último tercio del riego y se calculó el volumen correspondiente a cada planta por unidad experimental. Esto consiste en aplicar una dosis por planta equivalente a la dosis por hectárea. El volumen de solución a aplicado por gotero fue de 60 ml.

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





Figura 4. Instalación de las trampas de raíces previo a la primera aplicación (A y B), aplicación "A" (C), aplicación "C" (D), cosecha de las plantas del ensayo (E), medición de PAR interceptado (F), retiro de trampas y limpieza de raíces (G y H).

Evaluaciones

PRECOSECHA

Crecimiento de raíces: Previo al inicio de las aplicaciones, se instalaron dos jaulas en tres repeticiones de cada tratamiento, posicionadas en dos orientaciones de cada planta bajo la línea de gotero, a una profundidad de 20 cm. Las jaulas fueron retiradas en poscosecha y las raíces extraídas se clasificaron según su diámetro en raíces finas (<2mm) y medias (2-4 mm), determinando el peso fresco y seco de cada muestra.

Interceptación PAR: Se realizó una medición para estimar el tamaño de la planta, a través de la medición de la radiación solar fotosintéticamente activa interceptada por la planta (PAR) al mediodía solar. Esta medición se llevó a cabo dos semanas previas o posteriores a la cosecha.

Análisis microbiológico de suelo: Se realizó un análisis microbiológico de suelos, consistente en un recuento de UFC totales. Se colectó una muestra compuesta previo a las aplicaciones por tratamiento, y posteriormente se tomó una muestra en marzo de 2025 en cuatro repeticiones por tratamiento.

COSECHA

Carga frutal: Se estimó pesando el total de la fruta de una planta central y una muestra de 100 frutos.

Rendimiento y productividad: Se pesó toda la fruta proveniente de la planta central, con lo cual se obtuvo el rendimiento de cada tratamiento y se expresó como $\text{kg} \cdot \text{planta}^{-1}$. La productividad se calculó mediante la relación entre los kilogramos obtenidos de cada planta y su respectiva interceptación de PAR.

Calidad de fruta: En una muestra de 100 frutos se evaluó el peso de fruto (g), la distribución de calibres (pie de metro) y la distribución de color (escala de rojo claro a negro). En una submuestra de 50 frutos se evaluó la firmeza (g/mm), y en 25 frutos la concentración de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) y materia seca.

POSCOSECHA

Análisis foliar: En el mes de enero se colectó una muestra de hojas en 3 repeticiones por tratamiento y se envió a un laboratorio externo para determinar el contenido de N-P- K- Ca- Mg- Fe- Mn- Zn- Cu.

DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizado (DBCA) con tres tratamientos y cinco repeticiones.

Para comparar los tratamientos, las medias de cada evaluación se sometieron a un análisis de modelos lineales generales y mixtos (MLMix) y a un análisis de modelos lineales generalizados mixtos (MLGM). 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

Parámetros productivos

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de rendimiento, carga frutal, productividad y carga normalizada, éstos dos últimos ajustados por el tamaño de la planta en función de su PAR interceptado (FPAR_i). En los parámetros analizados, se observa que todos los tratamientos presentaron un comportamiento productivo similar, sin diferenciarse significativamente entre sí. En cuanto a la interceptación PAR, valores estadísticamente similares entre tratamientos indican que se trabajó con unidades experimentales homogéneas entre sí.

Cuadro 4. Medias ajustadas según MLMix para los parámetros rendimiento, carga frutal, productividad, carga normalizada y fracción PAR interceptada (PAR_i) en cerezos cv. Lapins.

Tratamiento	Rendimiento	Carga frutal	Productividad	Carga Normalizada	PAR _i
	kg·planta ⁻¹	frutos·planta ⁻¹	kg·m ² PAR _i	frutos·m ² PAR _i	%
T0 (Control) ¹	20,2	1395,0	4,8	329,8	53
T1 (Agrothrive- 50 L/ha- ABCDE)	20,8	1419,7	5,2	353,6	51
T2 (TC-50 L/ha- ABCDE)	19,9	1304,1	5,4	352,4	47
<i>p</i> -valor	0,9058	0,7859	0,5168	0,8404	0,1400

^{1/} Entre paréntesis se indica el nombre de los tratamientos.

Calidad de fruta

En el Cuadro 5 se presentan los resultados de peso, contenido de sólidos solubles, firmeza y materia seca de frutos a cosecha. En cuanto al peso de fruto, no se identificaron diferencias significativas entre tratamientos, con una media de alrededor de los 13 gramos. Respecto al contenido de sólidos solubles (CSS), se observa que plantas tratadas con Agrothrive (T1) presentaron un aumento significativo respecto al tratamiento control (T0) y al testigo comercial (T2), con una media de 19°Brix versus los 18° Brix del T0 y T2. Considerando que los valores de referencia para la variedad Lapins son superiores a 18° Brix, el tratamiento aplicado con Agrothrive presentó valores dentro del rango deseable, mientras que los tratamientos restantes registraron valores en el límite inferior del umbral establecido. Por su parte, al analizar la firmeza, no fue posible evidenciar un efecto de las aplicaciones, ya que plantas tratadas tanto con Agrothrive como con testigo comercial mostraron valores significativamente inferiores al control. Pese a lo anterior, todos los tratamientos presentaron fruta apta para la exportación (>200 g·mm⁻¹). Finalmente, no se identificaron diferencias estadísticas para el contenido de materia seca, con valores de alrededor de un 21% para todos los tratamientos evaluados.

Cuadro 5. Medias ajustadas según MLMix para peso, firmeza, contenido de sólidos solubles (CSS) y materia seca (MS) en cerezos cv. Lapins.

Tratamiento	Peso de fruto	CSS	Firmeza	Materia seca
	g	°Brix	g*mm ⁻¹	%
T0 (Control) ¹	13,3	17,6 b ²	259,0 a	20,8
T1 (Agrothrive- 50 L/ha- ABCDE)	13,5	19,0 a	245,9 b	21,4
T2 (TC-50 L/ha- ABCDE)	13,4	18,0 b	238,2 c	20,7
<i>p</i> -valor	0,9272	0,0003	<0,0001	0,9043

^{1/} Entre paréntesis se indica el nombre de los tratamientos. ^{2/} Medias con letras distintas en sentido vertical son significativamente diferentes según test LSD Fisher (*p*-valor<0,05).

Distribución de calibres

En el Cuadro 6 se presentan los resultados de calibre promedio y distribución de calibre de frutos a cosecha. Para el análisis de este último se consideró el rendimiento como covariable, siendo ésta significativa para las categorías 30-32 y 34-36 (*p*-valor <0,05).

Respecto al calibre promedio, no fue posible identificar un efecto de las aplicaciones de Agrothrive (T1) ya que, aunque se observan diferencias estadísticas entre tratamientos, no se logró diferenciar significativamente del tratamiento control (T0). Sin embargo, al analizar la distribución de calibres, se observa que aplicaciones de Agrothrive logran aumentar la proporción de frutos en la categoría 32-34 respecto al tratamiento control y a un mismo nivel que el testigo comercial (T2), desplazando la curva de calibres. Los resultados se presentan también de manera gráfica en la Figura 5.

Cuadro 6. Medias ajustadas según MLGM y MLGMix para calibre promedio y distribución de calibre en cerezos cv. Lapins.

Tratamiento	Calibre (mm)	Distribución de calibres (%)				
		26-28	28-30	30-32	32-34	34-36
T0 (Control) ¹	31,7 a	3	12	37 a	21 b	4
T1 (Agrothrive- 50 L/ha- ABCDE)	31,6 a	4	17	26 b	27 a	5
T2 (TC-60 L/ha- ABCDE)	31,3 b	6	17	25 b	29 a	4
<i>p</i> -valor	0,0028	0,0543	0,0905	0,0029	0,0368	0,3922
<i>p</i> -valor Covariable	--	0,6104	0,2652	0,0142	0,9595	0,0410

^{1/} Entre paréntesis se indica el nombre de los tratamientos. ^{2/} Medias con letras distintas en sentido vertical son significativamente diferentes según test LSD Fisher (*p*-valor<0,05).

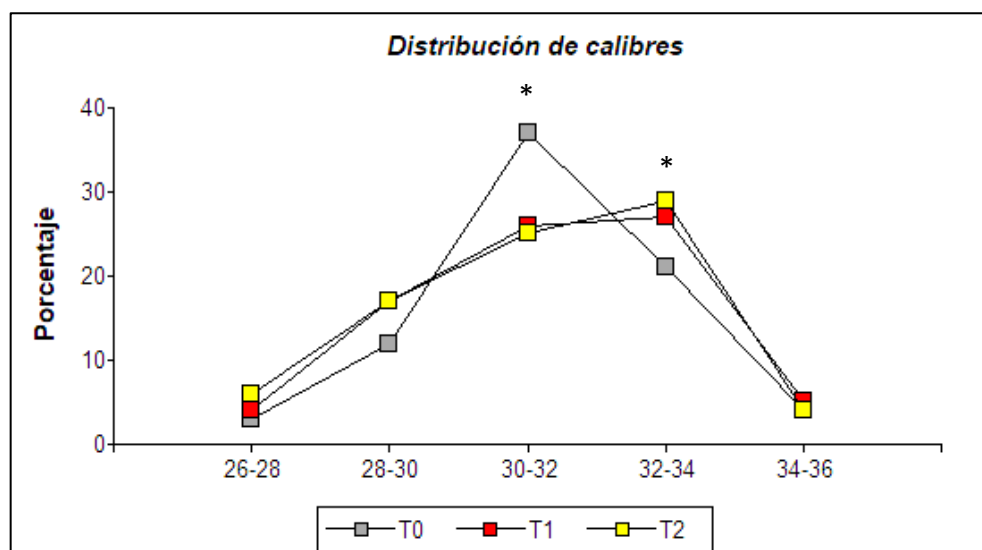


Figura 5. Gráfica para distribución de calibre en cerezos cv. Lapins. Letras diferentes indican diferencias significativas según test LSD Fisher (p -valor < 0,05).

Distribución de color

En el Cuadro 7 y Figura 6 se presentan los resultados de distribución de color a cosecha. Para el análisis de este parámetro se consideró el rendimiento como covariable, siendo esta significativa (p -valor < 0,05). Al respecto, se observa que todos los tratamientos evaluados presentaron fruta únicamente en las categorías rojo caoba y caoba oscuro, concentrándose más del 70% de la fruta en esta última categoría, sin diferenciarse estadísticamente entre sí.

Cuadro 7. Medias ajustadas según MLGM para distribución de color en cerezos cv. Lapins.

Tratamiento	Distribución de color (%)	
	Rojo caoba	Caoba oscuro
T0 (Control) ¹	18	82
T1 (Agrothrive- 50 L/ha- ABCDE)	24	80
T2 (TC-50 L/ha- ABCDE)	20	76
p -valor	0,1318	0,1318
p -valor Covariable	0,0014	0,0014

^{1/} Entre paréntesis se indica el nombre de los tratamientos.

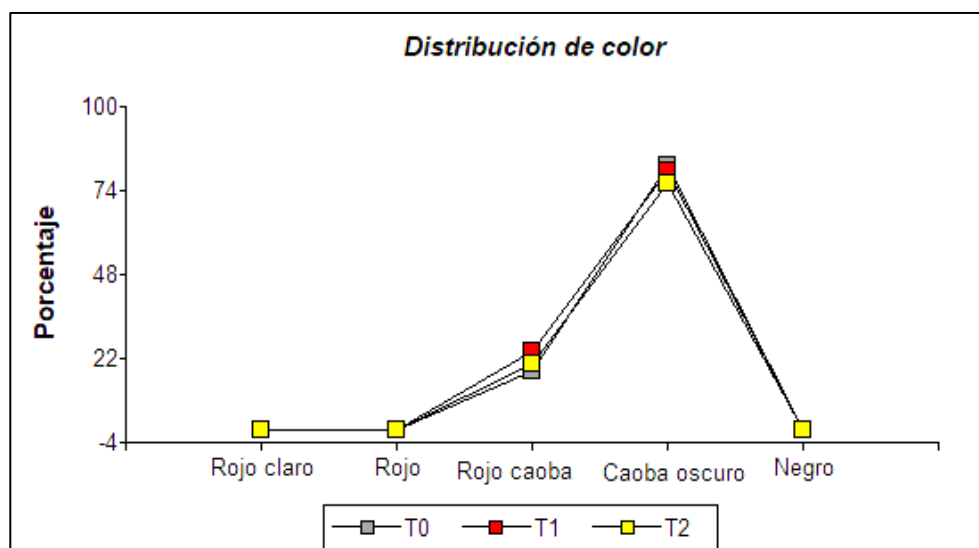


Figura 6. Gráfica para distribución de color en cerezos cv. Lapins.

Crecimiento de raíces: Crecimiento y distribución

En el Cuadro 8 se presentan los resultados del contenido total de raíces extraído de las jaulas, su distribución según el diámetro (medias y finas) y la proporción relativa del peso seco respecto al peso fresco. En los resultados expuestos, se observa que los tratamientos evaluados mostraron un desarrollo radicular similar, sin presentar diferencias significativas en el contenido de raíces finas, medias y totales. Al analizar la proporción de raíces finas y medias respecto al total, tampoco fue posible identificar una significancia estadística.

Por su parte, al analizar la proporción de materia seca, se observa una tendencia similar, donde los tratamientos presentaron entre un 57 y 61% de materia seca radicular, sin evidenciar diferencias estadísticas entre sí.

Cuadro 8. Medias ajustadas según MLMix y MLGM para biomasa de raíces finas, medias y totales y su proporción en peso seco (materia seca) en plantas de cerezo cv. Lapins.

Tratamiento	Biomasa (g)			Materia seca (%)
	finas	medias	total	total
T0 (Control) ¹	32,0	24,9	56,9	61
T1 (Agrothrive- 50 L/ha- ABCDE)	33,3	19,3	52,6	60
T2 (TC-60 L/ha- ABCDE)	36,5	22,9	59,4	57
<i>p</i> -valor	0,8943	0,7159	0,8487	0,5691

^{1/} Entre paréntesis se indica el nombre de los tratamientos.

Análisis foliar

En el Cuadro 9 se presentan los resultados del análisis foliar completo realizado en el mes de febrero de 2025. En los resultados obtenidos, se puede apreciar un contenido de macro y micronutrientes similar para todos los tratamientos evaluados, sin presentar diferencias estadísticas entre sí. Cabe mencionar que, para todos los nutrientes evaluados, a excepción del Zinc (Zn) y Manganeseo (Mn), los valores obtenidos se encuentran dentro del rango adecuado para la especie.

Cuadro 9. Medias ajustadas según MLMix para análisis nutricional en hojas de cerezos cv. Lapins.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	2-2,6*	0,16-04	1,2-3	>1,2	0,29-0,8	100-250	40-160	20-50	>4
	%					ppm			
T0 (Control) ¹	1,9	0,29	1,31	2,27	0,58	163,0	282,3	67,3	10,7
T1 (Agrothrive- 50 L/ha- ABCDE)	2,0	0,28	1,16	2,33	0,57	172,0	298,3	58,7	10,7
T2 (TC-60 L/ha- ABCDE)	1,9	0,28	1,13	2,48	0,6	167,7	292,3	67,3	10,0
<i>p</i> -valor	0,1877	0,9533	0,6327	0,3576	0,7204	0,8026	0,8353	0,5504	0,7160

^{1/} Entre paréntesis se indica el nombre de los tratamientos. */Rangos apropiados para cada nutriente.

Análisis microbiológico

En el Cuadro 10 se presentan los resultados del recuento de microorganismos bacterianos y fúngicos del suelo, realizado de manera previa y posterior a las aplicaciones. En los resultados presentados, se observa que previo a las aplicaciones, las poblaciones de bacterias y hongos fueron similares para todas las muestras analizadas. La misma tendencia se presenta en el análisis posterior a las aplicaciones, donde no se identificaron diferencias estadísticas entre tratamientos.

Cuadro 10. Medias ajustadas según MLMix para recuento de microorganismos bacterianos y fúngicos de suelo, realizado previo y posterior a las aplicaciones.

Tratamiento	30-10-2024		17-03-2025	
	Recuento bacteriano	Recuento fúngico	Recuento bacteriano	Recuento fúngico
	UFC*g ⁻¹			
T0 (Control) ¹	3,5,E+05	1,9,E+04	5,8,E+05	8,0,E+03
T1 (Agrothrive- 50 L/ha- ABCDE)	3,5,E+05	1,0,E+04	5,2,E+05	7,9,E+03
T2 (TC-60 L/ha- ABCDE)	4,6,E+05	2,2,E+04	5,7,E+05	6,3,E+03
<i>p</i> -valor	--	--	0,8236	0,4034

^{1/} Entre paréntesis se indica el nombre de los tratamientos.

CONCLUSIONES

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

- Aplicaciones de Agrothrive no generan un efecto sobre parámetros productivos, tales como rendimiento, carga frutal, productividad y carga normalizada en cerezos cv. Lapins.
- Aplicaciones de Agrothrive aumentan significativamente el contenido de sólidos solubles respecto al tratamiento control y al testigo comercial en cerezas cv. Lapins. No se identificó un efecto en otros parámetros de calidad tales como peso de fruto, firmeza, contenido de materia seca y distribución de color a cosecha.
- Aplicaciones de Agrothrive desplazan la curva de calibres respecto al tratamiento control a un mismo nivel que el testigo comercial en cerezas cv. Lapins.
- No se logró identificar un efecto de las aplicaciones de Agrothrive sobre el desarrollo y distribución de raíces de plantas de cerezo cv. Lapins.
- No fue posible identificar un efecto de las aplicaciones de Agrothrive en el contenido nutricional de hojas de cerezo cv. Lapins.
- Aplicaciones de Agrothrive no generan un efecto sobre el desarrollo microbiológico de suelos en cultivo de cerezo cv. Lapins.