

**ENSAYO DE EFICACIA FUNGICIDA DE FORMULADOS
FRENTE A *PHYTOPHTHORA* SP.
PARA CULTIVO DE FRESA**

P108-2023



Área de Producción Vegetal

Huelva, 16 de septiembre de 2024

Área de Producción Vegetal
Centro Experimental del Centro Tecnológico Tecnova
A472, km. 73, 21620 Trigueros (Huelva). Tel. +34 666 50 45 23
mtorres@fundaciontecnova.com

Contenido

1. OBJETIVO	3
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	3
2.1. Localización	3
2.2. Instalaciones	4
2.3. Manejo del cultivo	4
2.4. Diseño experimental	6
2.5. Parámetros caracterizados	14
2.6. Tratamiento estadístico.....	16
3. RESULTADOS.....	16
3.1. Datos de clima en el interior del invernadero.....	16
3.2. Datos del sustrato, agua de riego y drenaje	19
3.3. Rendimiento del cultivo	22
3.3.1. <i>Producción extraprecoz</i>	22
3.3.2. <i>Producción precoz</i>	23
3.3.3. <i>Producción de primera categoría</i>	24
3.3.4. <i>Producción de segunda categoría</i>	25
3.3.5. <i>Producción de frutos comerciales</i>	26
3.3.6. <i>Producción no comercial o de destrío</i>	28
3.3.7. <i>Producción de frutos totales (comerciales + no comerciales)</i>	29
3.3.8. <i>Número de frutos por categoría</i>	32
3.4. Incidencia de la enfermedad	34
3.5. Estado fitosanitario del cultivo	36
4. CONCLUSIONES.....	40
5. CONTACTO TECNOVA.....	41

1. OBJETIVO

El objetivo de este ensayo ha sido la evaluación de una estrategia de eficacia fungicida frente al desarrollo y progresión de *Phytophthora sp.* sobre un cultivo de fresa desarrollado en hidroponía (en fibra de coco), bajo condiciones ambientales controladas en macrotúnel.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Localización

Este ensayo ha sido realizado en el Centro Experimental del Centro Tecnológico Nacional de la Industria Auxiliar de la Agricultura, Fundación TECNOVA, localizado en el Centro Agroexperimental de empresas de la Diputación de Huelva (37°19'N; 6°47'W, 13 m de elevación sobre el nivel del mar), en el Término Municipal de Trigueros, en la provincia de Huelva, suroeste de España (Figura 1). El ensayo ha sido desarrollado por el equipo técnico del Centro Tecnológico TECNOVA.



Figura 1. Vista exterior del Centro Experimental Tecnova en Huelva

2.2. *Instalaciones*

La ejecución de este ensayo ha sido realizada en el interior de un invernadero tipo macrotúnel de 330 m² de superficie total (Figura 2), típico de la zona fresera de Huelva. La estructura de este invernadero ha sido construida con tubos de acero galvanizado. Dicho invernadero dispuso de una instalación de riego por goteo y sistema de fertirriego provisto de un cabezal de riego con 4 tanques de solución nutritiva concentrada y un programador de riego.



Figura 2. *Vista exterior de los invernaderos tipo macrotúnel*

El sistema de cultivo ha sido “sin suelo”, utilizando como sustrato fibra de coco.

2.3. *Manejo del cultivo*

El cultivo de fresa se ha trasplantado el 8 de noviembre de 2023. La densidad de plantación utilizada ha sido de 10 plantas por metro lineal. El ensayo ha finalizado el 24 de mayo de 2024, por lo que, la duración total del ensayo ha sido de 199 días.

En la tabla 1, aparecen las unidades fertilizantes aplicadas durante el cultivo de fresa, desde la época vegetativa (octubre a diciembre) hasta la época de producción (enero a mayo). La conductividad eléctrica del agua de riego utilizada para preparar las soluciones nutritivas aplicadas a través del fertirriego ha sido de 0,5 dS/m.

Tabla 1. Unidades fertilizantes aportadas durante el ensayo

Fertilizantes	Kg.ha-1
N total	266
Anhídrido fosfórico	183
Óxido de potasio	390
Ca Total	241
Óxido de magnesio	60

Las Figuras 3 y 4 muestran el estado del cultivo en dos fases diferentes, durante la fase de desarrollo vegetativo e inicio de floración y al inicio de la recolección de frutos.



Figura 3. Fotos durante la fase de desarrollo vegetativo e inicio de la floración



Figura 4. Fotos del cultivo de fresa durante el inicio de la fase productiva

La orientación de los lomos ha sido N/S.

Para llevar a cabo la gestión del riego, se instaló una estación de control de humedad.

El aporte de agua a lo largo de la campaña, a través de la cinta de riego, fue de 2.800 m³.ha⁻¹.

2.4. Diseño experimental

El diseño experimental planteado por Tecnova, siguiendo indicaciones de la empresa Tavan, ha consistido en **1 tratamiento experimental + 2 controles** (negativo y positivo) que se han desarrollado de acuerdo a lo propuesto por Tavan, desde la fecha de inoculación del cultivo con *Phytophthora* sp. hasta el final del ciclo de cultivo. Para cada uno de los tratamientos se configuraron **3 repeticiones**, dispuestas de manera aleatoria tal como se indica en la Figura 10.

Los tratamientos estudiados se indican a continuación:

T0: Tratamiento Negativo. Tratamiento control sobre el que **no se ha aplicado ningún producto ni se ha inoculado con *Phytophthora* sp.** Se dispuso de 50 plantas x 3 repeticiones: 150 plantas.

T1: Tratamiento Positivo. Tratamiento control sobre el que **no se ha aplicado ningún producto, pero sí se ha inoculado con *Phytophthora* sp.** Se dispuso de 50 plantas x 3 repeticiones: 150 plantas.

T2: Tratamiento TAVAN. Tratamiento de **estrategia de control*** sobre plantas **inoculadas/infectadas con *Phytophthora* sp.** Se dispuso de 50 plantas x 3 repeticiones: 150 plantas.

***Estrategia de control:**

Antes de las inoculaciones de las plantas de fresa con *Phytophthora* sp., y a petición de la empresa Tavan, se llevaron a cabo los siguientes tratamientos preventivos:

- 1) **Un primer tratamiento** en SUELO con el producto WERT a la dosis ajustada de 10 l. ha⁻¹.
- 2) **A los 3 días del primer tratamiento:** se realizó un tratamiento en SUELO con el producto SOLYFER a la dosis ajustada de 10 l. ha⁻¹.
- 3) **A los 18 días del primer tratamiento:** se repitió un tratamiento en SUELO con el producto WERT a la dosis ajustada de 10 l. ha⁻¹.

- 4) **A los 18 días del segundo tratamiento**: se repitió un tratamiento en SUELO con el producto SOLYFER a la dosis ajustada de 10 l. ha⁻¹.

Tras la primera inoculación con *Phytophthora* sp., se llevó a cabo la siguiente estrategia de tratamientos:

- 1) **Un primer tratamiento** en SUELO con el producto WERT a la dosis ajustada de 10 l. ha⁻¹ + un tratamiento FOLIAR con los productos BACTOFUS, V6 y PH4 a las dosis ajustadas de 2,5, 5 y 1 l. ha⁻¹, respectivamente.
- 2) **A los 3 días del primer** tratamiento en SUELO, se aplicaron los productos SOLYFER y OXI ROOTS a las dosis de 10 l. ha⁻¹ y 5 l. ha⁻¹, respectivamente.
- 3) **A los 7 días del segundo** tratamiento en SUELO se aplicó el producto WERT a la dosis ajustada de 5 l. ha⁻¹.
- 4) **A los 3 días del tercer** tratamiento en SUELO, se aplicaron los productos SOLYFER y OXI ROOTS a las dosis de 10 l. ha⁻¹ y 5 l. ha⁻¹ + un tratamiento FOLIAR con los productos BACTOFUS, V6 y PH4 a las dosis ajustadas de 2,5, 5 y 1 l. ha⁻¹, respectivamente.
- 5) **A los 7 días del cuarto** tratamiento en SUELO, se aplicó el producto WERT a la dosis ajustada de 5 l. ha⁻¹.
- 6) **Una vez terminado el anterior ciclo de tratamientos** y para seguir con el control de la enfermedad, se aplicó quincenalmente el producto WERT a una dosis de 5 l. ha⁻¹ vía SUELO y vía FOLIAR: BACTOFUS, V6 y PH4 a las dosis ajustadas de 2,5, 5 y 1 l. ha⁻¹, respectivamente.

Los tres tratamientos experimentales **ocuparon los 4 lomos centrales** del macro-túnel, dejando los **2 lomos exteriores como borde**. El número de plantas de fresa para este ensayo fueron de un total de 450 + 1.050 plantas de borde.

El resto de las prácticas de manejo del cultivo (tratamientos fitosanitarios y cosechas de frutos) han sido similares entre los diferentes escenarios y realizadas siguiendo las prácticas de manejo habituales de la zona fresera de Huelva.

Los tratamientos experimentales han sido distribuidos en el invernadero como muestra la Figura 5.

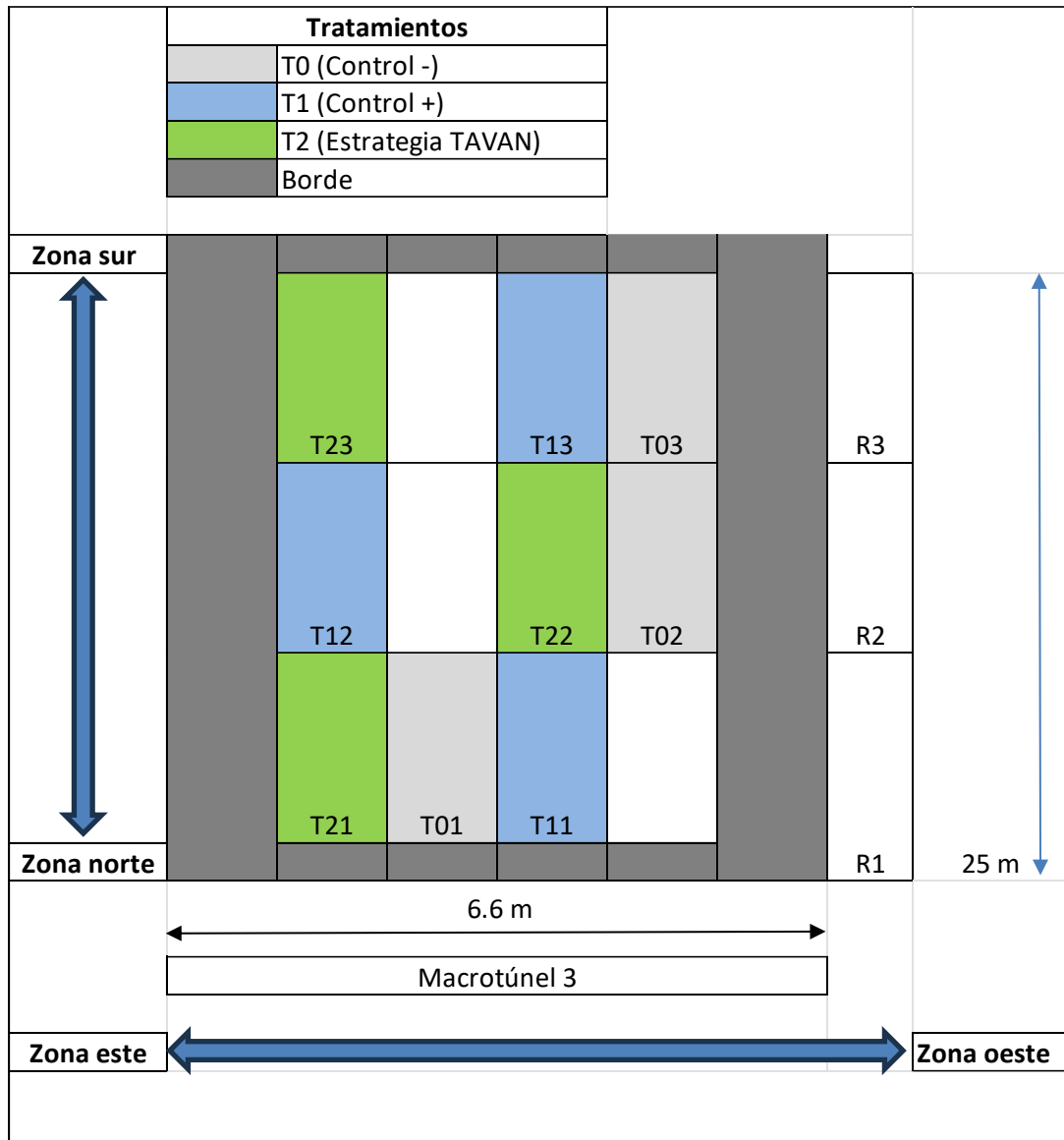


Figura 5. Disposición de los tratamientos en el interior del invernadero

El ensayo se llevó a cabo teniendo en cuenta **1 factor** o variable de proceso: **Tratamiento**.

En la Tabla 2 aparece la secuencia de aplicación de los productos, dosis, fechas y modo de aplicación de la estrategia Tavan (Tratamiento T2).

Tabla 2. Calendario de tratamientos (estrategia TAVAN)

Orden N°	Fecha	Producto	Dosis l o Kg/ha	Vía
1	11/12/2023	Wert	10	Riego
2	14/12/2023	Solifer	10	Riego
3	29/12/2023	Wert	10	Riego
4	03/01/2024	Solifer	10	Riego
5	02/02/2024	Wert	10	Riego
6	12/02/2024	Wert	10	Riego
		Bactofus	2,5	
		V6	5	
		PH4	1	Foliar
7	14/02/2024	Solifer	10	Riego
		Oxiroots	5	
8	22/02/2024	Wert	5	Riego
9	26/02/2024	Solifer	10	Riego
		Oxiroots	5	
10	27/02/2024	Bactofus	2,5	Foliar
		V6	5	
		PH4	1	
11	04/03/2024	Wert	5	Riego
12	20/03/2024	Bactofus	2,5	Foliar
		V6	5	
		PH4	1	
		Wert	5	Riego
13	03/04/2024	Bactofus	2,5	Foliar
		V6	5	
		PH4	1	
14	04/04/2024	Wert	5	Riego
15	16/04/2024	Bactofus	2,5	Foliar
		V6	5	
		PH4	1	
		Wert	5	Riego
16	03/05/2024	Bactofus	2,5	Foliar
		V6	5	
		PH4	1	
		Wert	5	Riego

Las Figuras 6 y 7 muestran el estado del cultivo durante la etapa de inicio de fructificación, para cada uno de los 3 tratamientos experimentales.



Figura 6. Foto de las plantas de fresa en las diferentes tesis durante la etapa de fructificación



Figura 7. Fotos de las plantas en los diferentes tratamientos (T0, T1 y T2), durante la etapa de inicio de fructificación

Material fúngico e inoculación:

El hongo utilizado en este ensayo, *Phytophthora cactorum*, se obtuvo a partir de la Colección Española de Cultivos Tipo (CECT, cepa número 20269). Esta cepa fue suministrada en estado activo, reconstituida directamente en la CECT y crecida en una placa de Petri con medio de cultivo PDA (Potato dextrose agar) (Figura 8). Una vez recibida, el personal de Tecnova llevó a cabo el replicado del hongo para obtener una mayor biomasa fúngica. Este consistió en la siembra de discos de PDA con micelio en crecimiento activo (de 1 cm x 1 cm, aproximadamente), obtenidos con ayuda de un bisturí a partir de la placa suministrada por el CECT, en nuevas placas de Petri con medio PDA (Figura 9). Todas ellas se incubaron a 25°C y en condiciones de oscuridad durante 10-15 días.

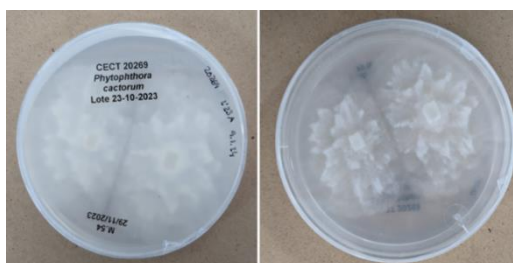


Figura 8. Imagen de la placa con el hongo *P. cactorum* (cepa CECT_20269) suministrada por el CECT



Figura 9. Replicado de *P. cactorum* a partir de la cepa suministrada por el CECT en nuevas placas de Petri con medio de cultivo PDA

Posteriormente se preparó el caldo batiendo el contenido de las placas Petri con agua. Las plantas de fresa se inocularon en campo con *Phytophthora* sp, en dos ocasiones, la primera el **08/02/24** y la segunda el **08/03/24**. Se aplicaron 50 cc de caldo por planta e inoculación. Las Figuras 10, 11 y 12 muestran la preparación del caldo y las inoculaciones de las plantas de fresa con *Phytophthora* sp.



Figura 10 Fotos de la preparación del caldo con *Phytophthora* sp



Figura 11. Fotos de la 1ª Inoculación de las plantas de fresa con *Phytophthora sp*



Figura 12. Fotos de la 2ª inoculación de las plantas de fresa

2.5. *Parámetros caracterizados*

Durante este ensayo se han realizado las siguientes caracterizaciones:

1. **Datos de clima en el interior del invernadero**: Las condiciones climáticas tanto de temperatura como de humedad relativa del aire alcanzadas en el interior del invernadero han sido caracterizadas con un psicrómetro (LOG32TH, Figura 13), instalado sobre el saco, a la altura de la planta. Estos datos climáticos han sido registrados cada segundo, estimando un valor promedio de datos cada cinco minutos.



Figura 13. *Psicrómetro (LOG32TH)*

2. **Datos del sustrato, agua de riego y drenaje**

Se han caracterizado la humedad, temperatura y conductividad eléctrica del sustrato, además de la conductividad eléctrica del agua de riego y del drenaje, así como el aporte en $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ realizado a lo largo de la campaña, mediante una estación de control compuesta de los siguientes componentes (Figura 14):

- Datalogger de SC ROBOTICS.
- Caudalímetro de chorro único marca ZENNER.
- Sensor de humedad y temperatura ambiente SHT21
- Sensor de humedad, conductividad y temperatura empleado tanto para sustrato como para conductividad de riego y drenaje. Marca RIKA RK 520-02
- Pluviómetro – medición volumen de drenaje DAVIS
- Canaleta de drenaje



Figura 14. Estación de control de sustrato

3. **Incidencia/severidad enfermedad:** en 7 ocasiones, del total de plantas destinadas en cada repetición (50), se evaluó la incidencia de la enfermedad mediante el número de mortandad de plantas detectadas.
4. **Rendimiento:** El número y peso fresco de los frutos de fresa cosechados se han medido en cada episodio de cosechas múltiples. Los frutos de fresa cosechados se clasificaron en frutos comerciales y no comerciales o de destrío. Los frutos comerciales de fresa se clasificaron en primera y segunda categoría, en función de su diámetro ecuatorial y forma. La primera categoría corresponde a frutos no deformes y con un diámetro superior a 28 mm y la segunda categoría a frutos deformes y/o con un tamaño entre 28 y 22 mm y el destrío con tamaño inferior a 22 mm. Además, se ha calculado la producción total (1^a+2^a categoría) y la producción extra-precoz y precoz, acumulada hasta el 28 de febrero y 31 de

marzo respectivamente. Esta caracterización se desarrolló en 50 plantas por repetición (3) y tratamiento (3) (150 por tratamiento).

5. **Estado fitosanitario del cultivo:** Se realizó un muestreo quincenal a lo largo de toda la campaña, contabilizando el número de individuos plaga, así como la presencia de oidio en órganos vegetativos y fructíferos, en 8 plantas por invernadero.

2.6. Tratamiento estadístico

Se ha realizado un estudio estadístico de análisis de la varianza para determinar si ha habido diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedio de los parámetros caracterizados durante este ensayo, con un nivel de confianza del 95%. Para realizar este tratamiento estadístico se ha utilizado el programa informático Statgraphics Centurion XVII.I.

3. RESULTADOS

3.1. Datos de clima en el interior del invernadero

En las Figuras 15 y 16, aparecen representados los datos de temperatura y humedad relativa del aire (valores medios, máximos y mínimos), alcanzados en el interior del invernadero durante este ensayo. La temperatura media del aire que se ha alcanzado durante este ensayo ha sido de 15,5°C y ha estado comprendida en un rango que ha oscilado entre 1,9 y 35,8°C. La humedad relativa media del aire alcanzada durante el ensayo ha sido de 75,4%, y ha oscilado en un rango comprendido entre 22,2% y 100%.

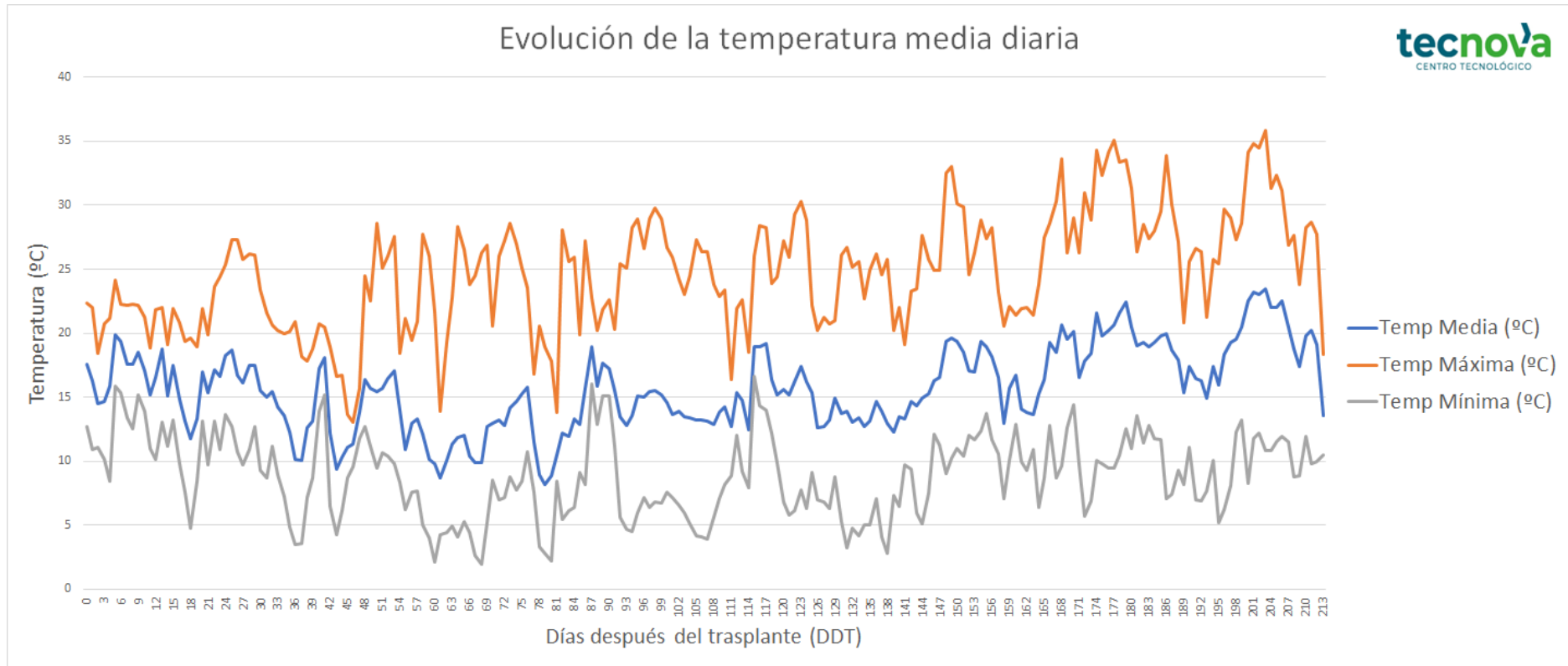


Figura 15. Evolución de la temperatura del aire durante el ensayo

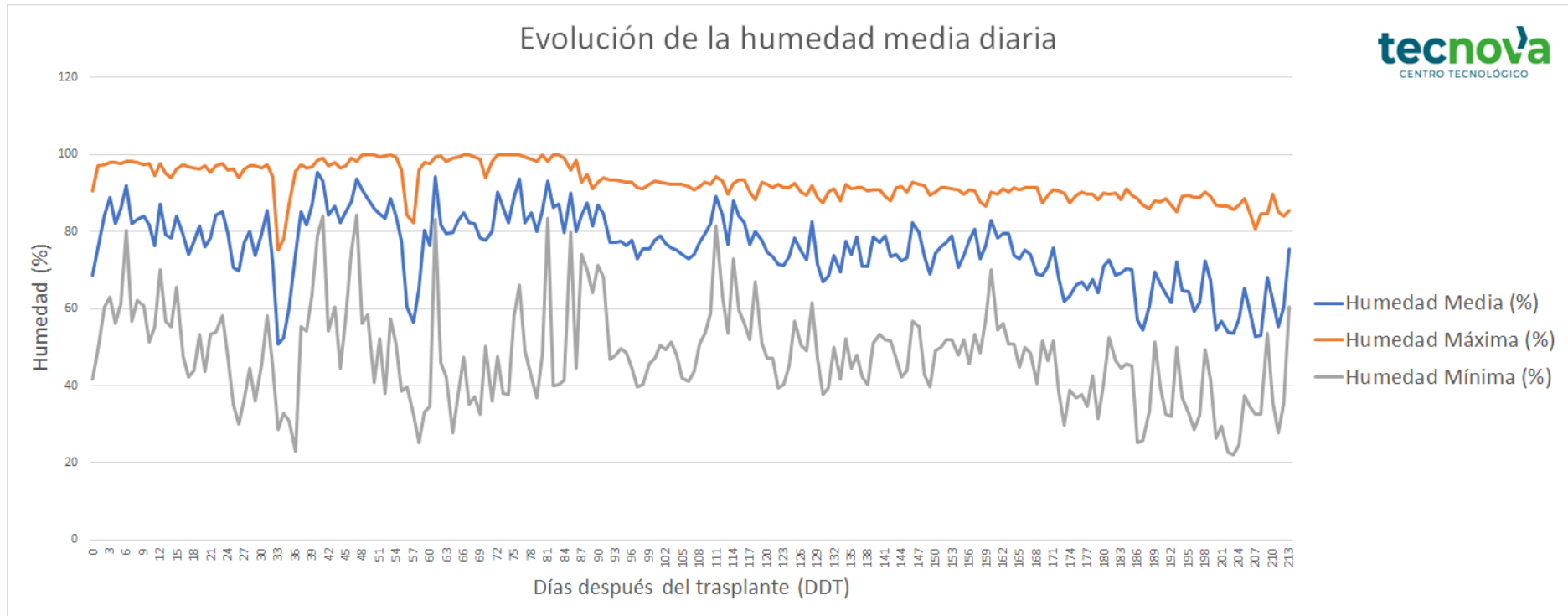


Figura 16. Evolución de la humedad relativa del aire durante el ensayo

3.2. Datos del sustrato, agua de riego y drenaje

En la Figura 17 aparecen representados los datos mensuales de consumo de agua de riego a lo largo de la campaña, con un aporte total de $2.800 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, el volumen de drenaje con un total de $485 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ y el porcentaje medio de drenaje con un 21,5%.

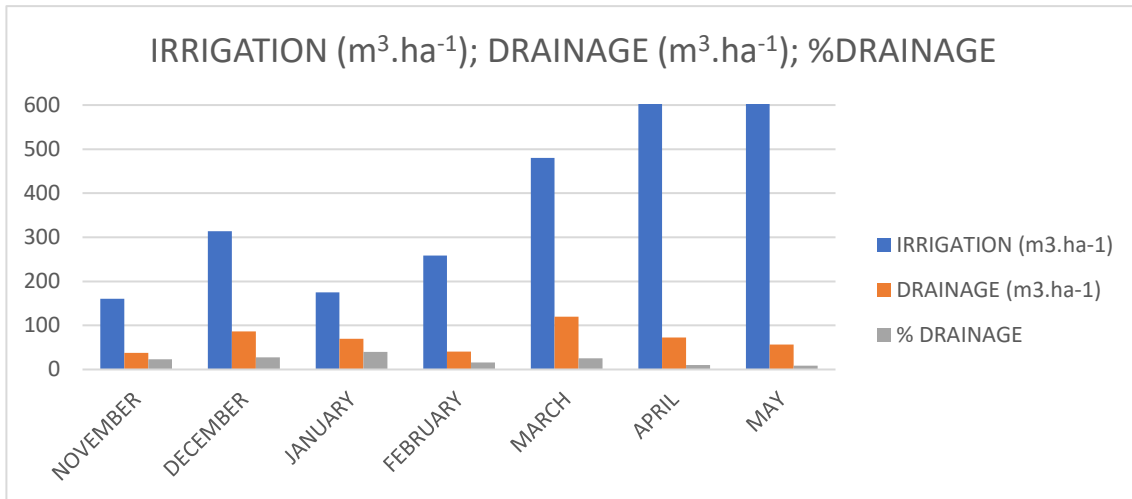


Figura 17. Consumo mensual de agua de riego y volumen de drenaje en $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, además del %drenaje

La Figura 18 muestra el volumen diario aportado de agua de riego y drenaje, en $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

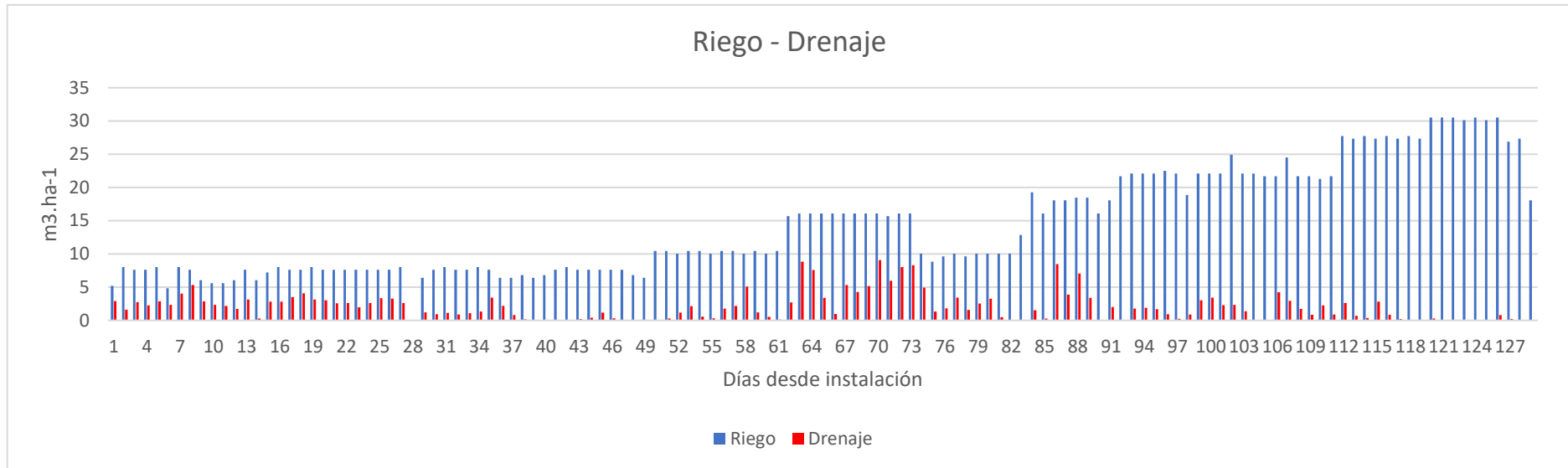


Figura 18. Volumen diario de riego y drenaje

La Figura 19 muestra los datos de temperatura y humedad del sustrato, a lo largo del ciclo de cultivo, con una temperatura media del sustrato de 12,5°C y una humedad media del sustrato de 51,8%. En la Figura 20 aparecen representados los valores de conductividad eléctrica del agua de riego, del sustrato y del drenaje, con valores medios de 1,1; 0,49 y 1,6 mS.cm⁻¹, respectivamente .

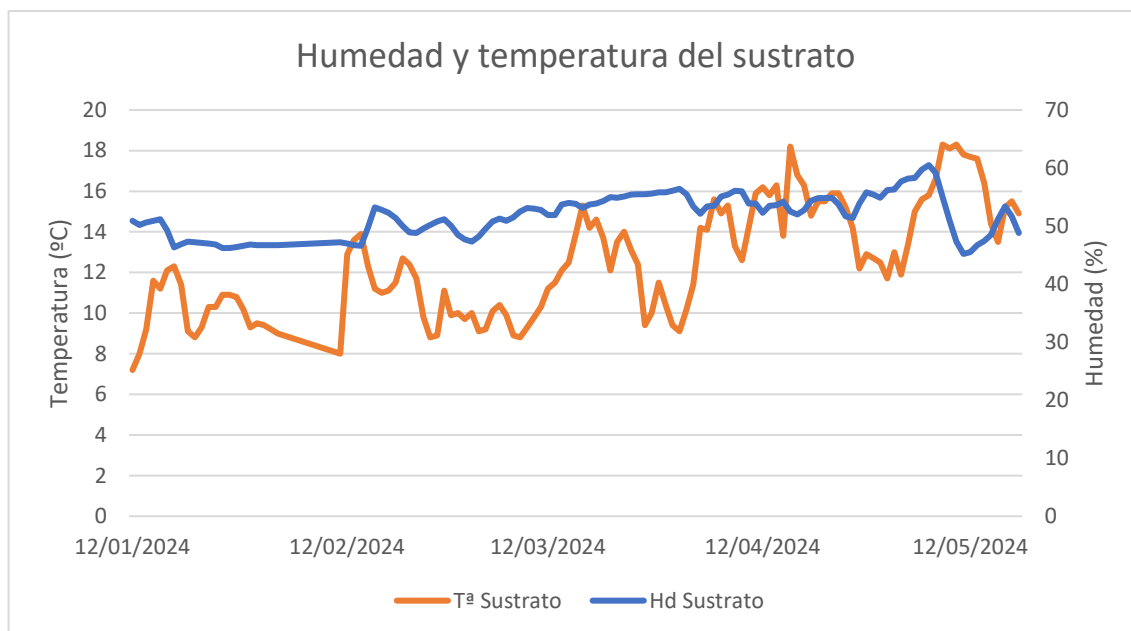


Figura 19. Temperatura y humedad del sustrato

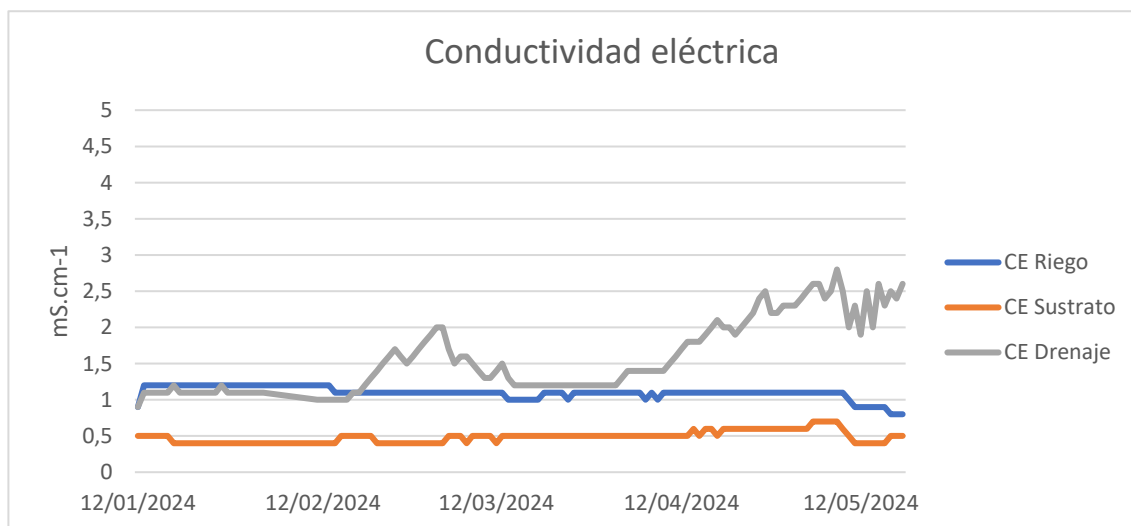


Figura 20. Conductividad eléctrica del agua de riego, sustrato y drenaje

3.3. Rendimiento del cultivo

3.3.1. Producción extraprecoz

En la Figura 21 y en la Tabla 3 se muestran los valores promedio y la desviación estándar de la producción extraprecoz obtenida (expresada como gramos de frutos cosechados en cada tratamiento experimental por planta) en cada uno de los episodios de cosechas múltiples de frutos comerciales realizados durante el ensayo, hasta el **28 de febrero**.

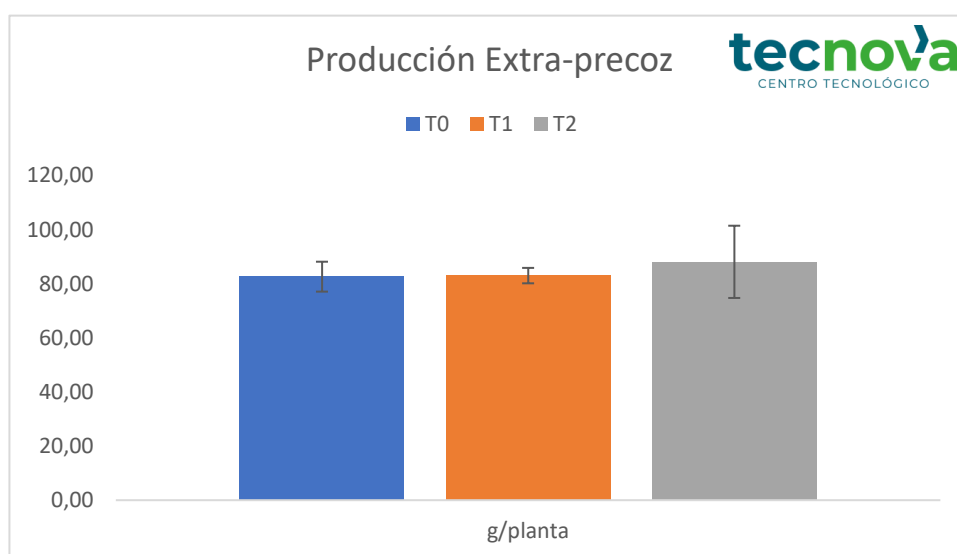


Figura 21. Peso fresco acumulado de frutos comerciales hasta el 28 de febrero

Tabla 3. Producción extraprecoz (promedio \pm desviación estándar). Prueba de Rango Múltiple

Producción extra-precoz (g/planta)	
Tratamiento	Media \pm DE
T0	82,63 a \pm 5,53
T1	83,02 a \pm 2,85
T2	88,11 a \pm 13,35

*Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

A continuación, se muestran los resultados del análisis de la varianza de la producción extraprecoz:

Tabla 4. Tabla ANOVA para Producción Extraprecoz por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	56,0951	2	28,0475	0,39	0,6944
Intra grupos	433,97	6	72,3284		
Total (Corr.)	490,065	8			

Tras el análisis de la varianza usando el test de ANOVA se puede concluir que **no existen diferencias estadísticas** significativas a un nivel de confianza del 95% en la **producción extra-precoz**, entre los distintos tratamientos (*Valor-P* = 0,6944).

3.3.2. Producción precoz

En la Figura 22 y en la Tabla 5 se muestran los valores promedio y la desviación estándar de la producción precoz obtenida (expresada como gramos de frutos cosechados en cada tratamiento experimental por planta) en cada uno de los episodios de cosechas múltiples de frutos comerciales realizados durante el ensayo, hasta el **31 de marzo**.

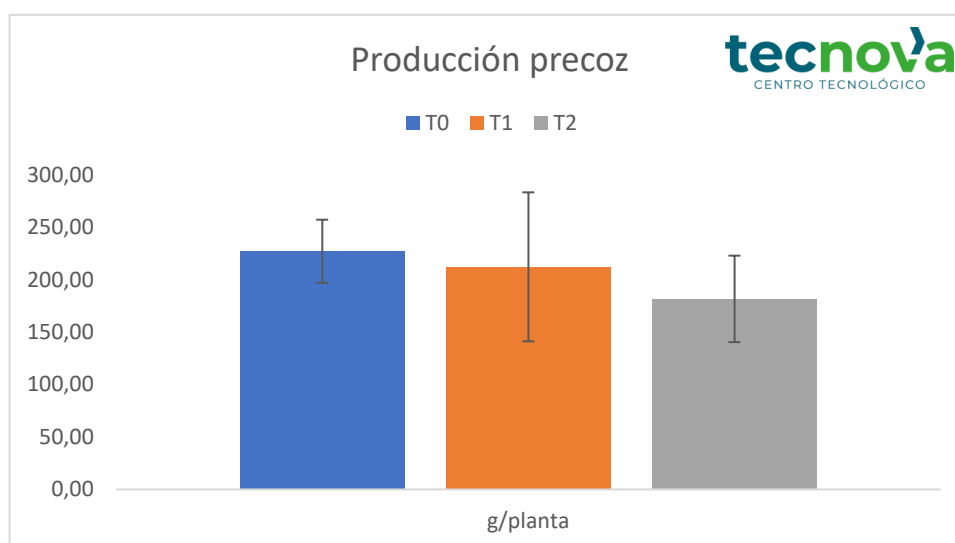


Figura 22. Peso fresco acumulado de frutos comerciales, hasta el 31 de marzo

Tabla 5. Producción precoz (promedio ± desviación estándar). Prueba de Rango Múltiple

Producción precoz (g/planta)	
Tratamientos	Media ± DE
T0	260,27 a ± 30,11
T1	230,61 a ± 71,03
T2	199,02 a ± 41,24

*Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

A continuación, se muestran los resultados del análisis de la varianza de la producción precoz:

Tabla 6 Tabla ANOVA Producción Precoz por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5627,8	2	2813,9	1,10	0,3909
Intra grupos	15306,4	6	2551,07		
Total (Corr.)	20934,2	8			

Tras el análisis de la varianza usando el test de ANOVA se puede concluir que **no existen diferencias estadísticas** significativas a un nivel de confianza del 95% en la **producción precoz**, entre los distintos tratamientos (*Valor-P* = 0,3909).

3.3.3. Producción de primera categoría

En la Figura 23 y en la Tabla 7 se muestran los valores promedio y la desviación estándar de la producción de primera categoría obtenida (expresada como gramos de frutos cosechados en cada tratamiento experimental por planta) en cada uno de los episodios de cosechas múltiples de frutos realizados durante el ensayo.

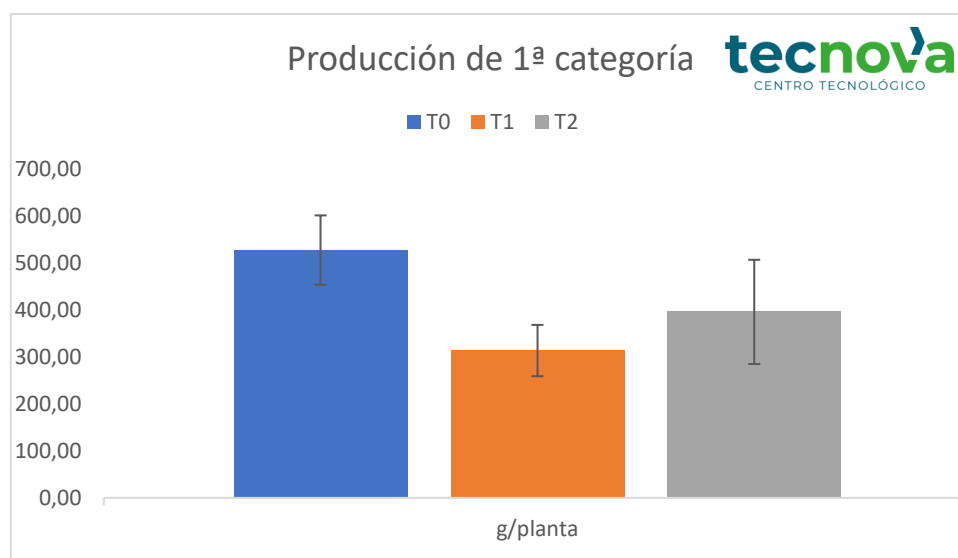


Figura 23. Peso fresco acumulado de frutos de primera categoría

Tabla 7. Producción de 1ª categoría (promedio ± desviación estándar). Prueba de Rango Múltiple

Producción 1ª categoría g/planta	
Tratamientos	Media ± DE
T0	526,69 a ± 73,76
T1	313,13 b ± 54,53
T2	395,31 ab ± 110,81

*Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

A continuación, se muestran los resultados del análisis de la varianza de la producción de primera categoría:

Tabla 8. Tabla ANOVA para 1ª categoría por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	69626,4	2	34813,2	5,05	0,0518
Intra grupos	41383,6	6	6897,26		
Total (Corr.)	111010,	8			

Tras el análisis de la varianza utilizando el test de ANOVA y la Prueba de Rango Múltiple, se concluye que **existen diferencias estadísticas significativas** a un nivel de confianza del 95% en la **producción de primera categoría** únicamente entre **T0 y T1**, con valores superiores para T0, seguido de T2 (estrategia Tavan), con el que no presenta diferencias estadísticas.

3.3.4. Producción de segunda categoría

En la Figura 24 y en la Tabla 9 se muestran los valores promedio y la desviación estándar de la producción de segunda categoría obtenida (expresada como gramos de frutos cosechados en cada tratamiento experimental por planta) en cada uno de los episodios de cosechas múltiples de frutos realizados durante el ensayo.

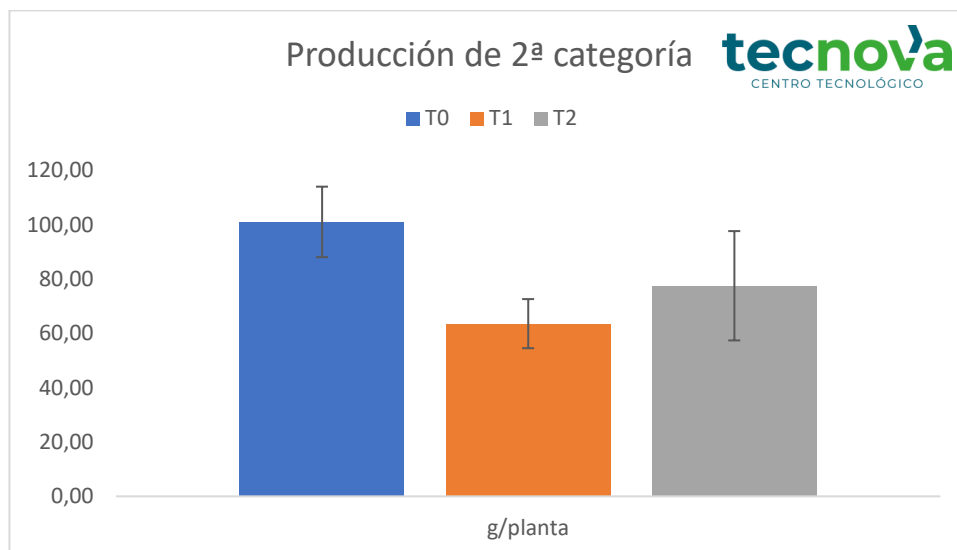


Figura 24. Peso fresco acumulado de frutos de segunda categoría

Tabla 9. Producción de 2ª categoría (promedio \pm desviación estándar). Prueba de Rango Múltiple

Producción 2ª categoría (g/planta)	
Tratamientos	Media \pm DE
T0	101,03 a \pm 12,98
T1	63,57 b \pm 9,04
T2	77,52 ab \pm 20,12

*Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos

A continuación, se muestran los resultados del análisis de la varianza de la producción de 2ª categoría:

Tabla 10. Tabla ANOVA para producción de 2ª categoría por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2149,89	2	1074,94	4,92	0,0543
Intra grupos	1310,07	6	218,344		
Total (Corr.)	3459,95	8			

Tras el análisis de la varianza usando el test de ANOVA y la Prueba de Rango Múltiple, se puede concluir que únicamente **existen diferencias estadísticas** significativas a un nivel de confianza del 95% en la **producción de segunda categoría** entre **T0 y T1**, con valores superiores para T0, seguido de T2 (estrategia Tavan), con el que no presenta diferencias estadísticas.

3.3.5. Producción de frutos comerciales

En la Figura 25 y en la Tabla 11 se muestran los valores promedio y la desviación estándar de la producción comercial, obtenida como suma de primera y segunda categoría (expresada como gramos de frutos cosechados en cada tesis experimental por planta) en cada uno de los episodios de cosechas múltiples de frutos realizados durante el ensayo.

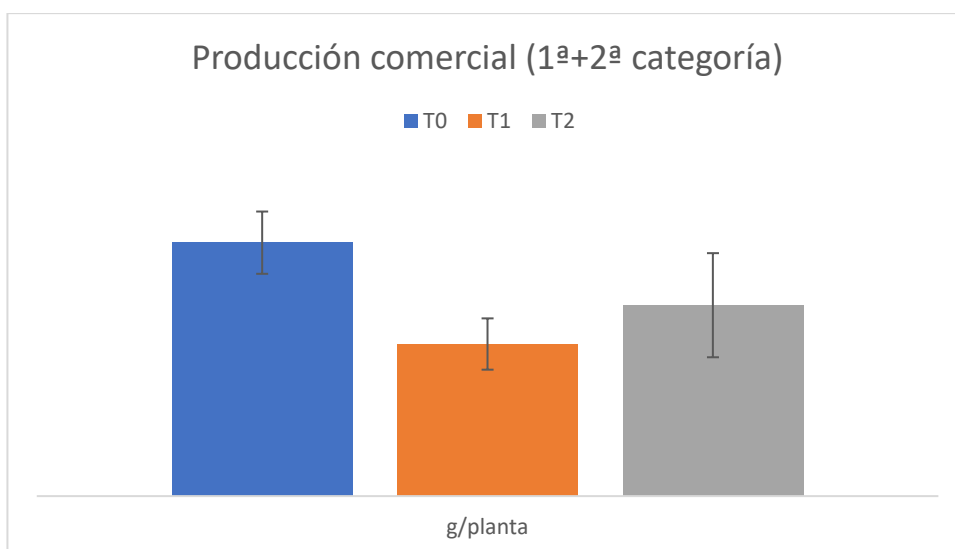


Figura 25. Peso fresco acumulado de frutos de 1ª + 2ª categoría

Tabla 11. Producción comercial (1ª+2ª categoría) (promedio ± desviación estándar).

Prueba de Rango Múltiple

Producción 1ª+2ª categoría (g/planta)	
Tratamientos	Media ± DE
T0	626,94 a ± 77,10
T1	376,70 b ± 63,51
T2	472,83 ab ± 128,95

*Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

A continuación, se muestran los resultados del análisis de la varianza de la producción comercial (1ª+ 2ª categoría):

Tabla 12 Tabla ANOVA para Producción comercial (1ª+2ª categoría) por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	95606,0	2	47803,0	5,39	0,0457
Intra grupos	53209,8	6	8868,31		
Total (Corr.)	148816,	8			

Tras el análisis de la varianza usando el test de ANOVA y la Prueba de Rango Múltiple, se puede concluir que **existen diferencias estadísticas** significativas a un nivel de confianza del 95% en la **producción comercial (1ª+2ª categoría)** entre **T0 y T1**, con valores superiores para el control T0, seguido del tratamiento T2 (estrategia Tavan), con el que no presenta diferencias estadísticas.

3.3.6. Producción no comercial o de destrío

En la Figura 26 y en la Tabla 13 se muestran los valores promedio y la desviación estándar de la producción no comercial o destrío obtenida (expresada como gramos de frutos cosechados en cada tratamiento experimental por planta) en cada uno de los episodios de cosechas múltiples de frutos realizados durante el ensayo.

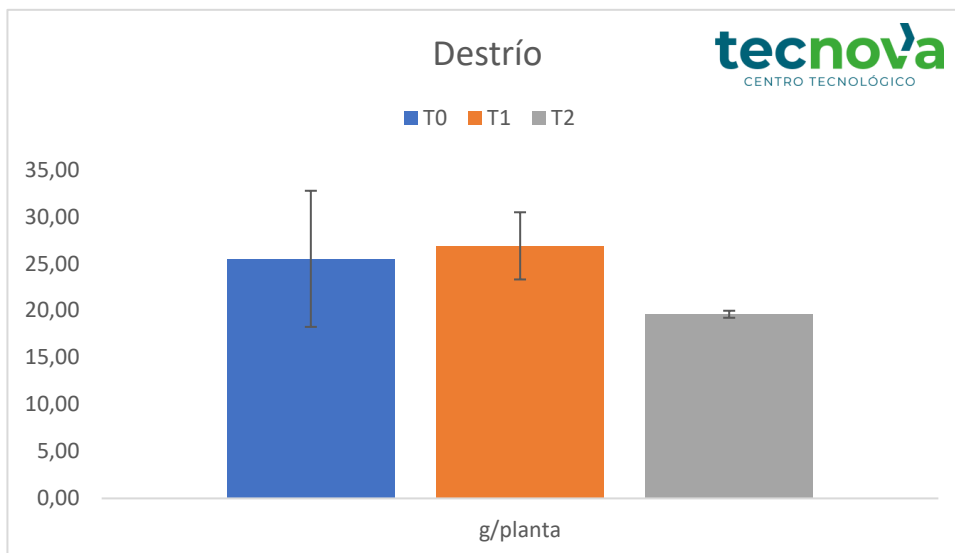


Figura 26. Peso fresco acumulado de frutos no comerciales o de destrío

Tabla 13. Producción de destrío (promedio \pm desviación estándar). Prueba de Rango Múltiple

Producción destrío (g/planta)	
Tratamientos	Media \pm DE
T0	25,52 a \pm 7,25
T1	26,90 a \pm 3,58
T2	19,61 a \pm 0,38

*Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

A continuación, se muestran los resultados del análisis de la varianza de la producción no comercial o destrío:

Tabla 14. Tabla ANOVA para Destrío por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	89,8319	2	44,916	2,06	0,2086
Intra grupos	130,944	6	21,824		
Total (Corr.)	220,776	8			

Tras el análisis de la varianza usando el test de ANOVA se puede concluir que **no existen diferencias estadísticas** significativas a un nivel de confianza del 95%

en la **producción no comercial o de destrío**, entre los tres tratamientos (*Valor-P* = 0,2086).

3.3.7. Producción de frutos totales (comerciales + no comerciales)

En la Figura 27 y en la Tabla 15 se muestran los valores promedio y la desviación estándar de la producción total (comercial + no comercial) (expresada como gramos de frutos cosechados en cada tratamiento experimental por planta) en cada uno de los episodios de cosechas múltiples de frutos realizados durante el ensayo.

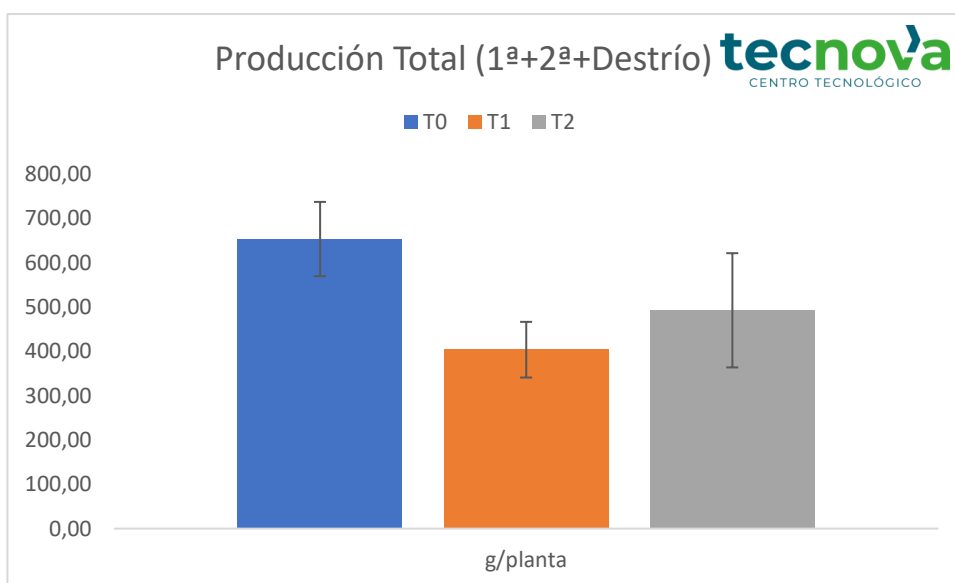


Figura 27. Peso fresco acumulado de frutos totales (comerciales + no comerciales)

Tabla 15. Producción de frutos totales (comercial + no comercial) \pm desviación estándar.

Prueba de Rango Múltiple

Producción total (1ª+2ª+destrío) (g/planta)	
Tratamientos	Media \pm DE
T0	652,45 a \pm 83,78
T1	403,60 b \pm 62,79
T2	492,45 ab \pm 128,85

*Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

A continuación, se muestran los resultados del análisis de la varianza de la producción total ($1^a + 2^a + \text{destrío}$):

Tabla 16. Tabla ANOVA para Producción Total ($1^a + 2^a + \text{destrío}$) por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	95424,1	2	47712,1	5,19	0,0491
Intra grupos	55126,8	6	9187,8		
Total (Corr.)	150551,	8			

Tras el análisis de la varianza usando el test de ANOVA se puede concluir que **existen diferencias estadísticas** significativas a un nivel de confianza del 95% en la **producción total (comercial + no comercial)**, entre **T0 y T1** ($\text{Valor-P} = 0,0491$), con valores superiores para T0, no mostrando diferencias con T2.

La Figura 28 ilustra la evolución de la producción total comercial ($1^a + 2^a$) a lo largo del ciclo del cultivo. Desde finales de marzo hasta el final de la campaña, se observa una tendencia positiva para el tratamiento control (T0) en comparación con los otros dos tratamientos (T1 y T2). A partir de finales de abril, el tratamiento T2 muestra una tendencia ascendente en comparación con T1.

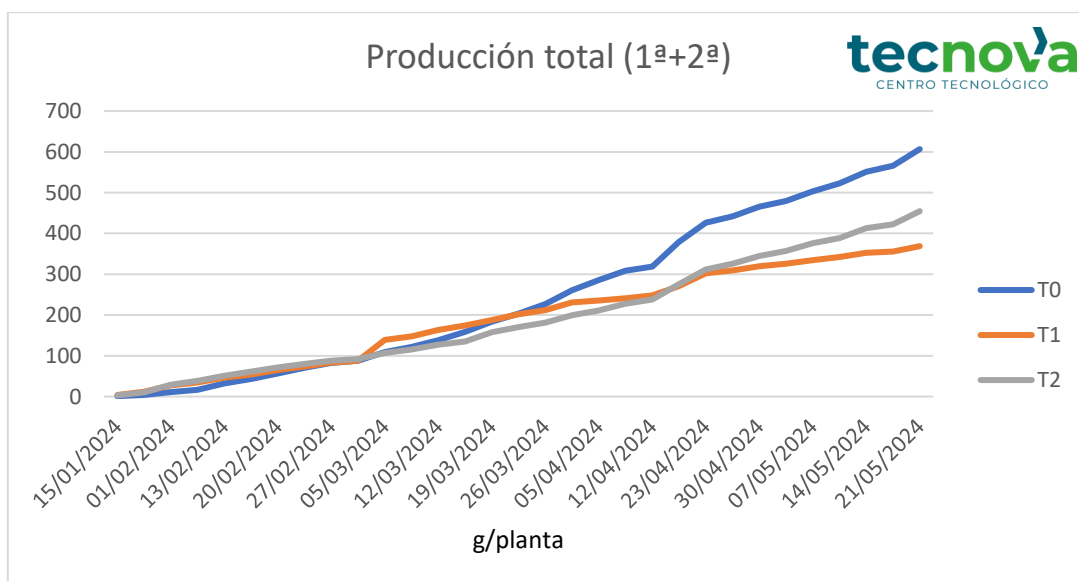


Figura 28. Evolución del peso fresco acumulado de frutos comerciales

La Tabla 17 muestra los datos medios de producción comercial de frutos de 1ª + 2ª categoría, en gramos por planta, a lo largo del ciclo de cultivo de fresa.

Tabla 17. Evolución de la producción de frutos comerciales \pm desviación estándar

Fecha	Producción de frutos comerciales (g/planta) a lo largo del ciclo de cultivo		
	T0	T1	T2
	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE
15/01/2024	1,07 \pm 1,20	3,89 \pm 1,84	2,94 \pm 1,48
24/01/2024	2,59 \pm 0,69	7,52 \pm 2,89	7,38 \pm 3,28
01/02/2024	7,34 \pm 1,07	16,19 \pm 4,05	19,02 \pm 4,86
06/02/2024	5,74 \pm 0,54	7,10 \pm 2,40	8,90 \pm 1,29
13/02/2024	15,57 \pm 3,54	11,59 \pm 3,42	12,55 \pm 4,35
16/02/2024	10,84 \pm 2,89	7,99 \pm 1,32	10,07 \pm 0,66
20/02/2024	13,57 \pm 2,39	11,21 \pm 1,40	10,31 \pm 2,51
23/02/2024	14,19 \pm 1,17	8,07 \pm 0,91	8,57 \pm 2,67
27/02/2024	11,72 \pm 1,54	9,45 \pm 2,32	8,36 \pm 2,31
01/03/2024	5,25 \pm 0,66	4,91 \pm 2,33	3,84 \pm 1,21
05/03/2024	20,92 \pm 4,40	51,01 \pm 63,87	15,17 \pm 2,14
08/03/2024	12,54 \pm 2,42	8,61 \pm 3,70	8,32 \pm 5,53
12/03/2024	16,95 \pm 2,31	15,85 \pm 2,72	11,60 \pm 6,33
15/03/2024	20,33 \pm 6,23	10,96 \pm 6,87	7,72 \pm 8,42
19/03/2024	25,29 \pm 2,82	13,33 \pm 5,36	22,69 \pm 9,75
22/03/2024	19,67 \pm 5,03	13,94 \pm 4,68	12,71 \pm 4,18
26/03/2024	23,53 \pm 4,30	10,64 \pm 8,53	11,56 \pm 9,25
02/04/2023	33,14 \pm 12,11	18,34 \pm 6,64	17,31 \pm 7,88
05/04/2024	25,10 \pm 9,95	4,89 \pm 3,07	12,50 \pm 11,88
09/04/2024	23,28 \pm 14,31	5,34 \pm 2,76	15,93 \pm 13,87
12/04/2024	10,20 \pm 4,29	6,87 \pm 7,68	10,58 \pm 1,91
17/04/2024	59,95 \pm 5,48	22,81 \pm 5,55	37,31 \pm 14,04
23/04/2024	47,41 \pm 4,83	31,49 \pm 11,07	36,28 \pm 17,01
26/04/2024	15,69 \pm 5,10	7,06 \pm 1,65	14,18 \pm 4,17
30/04/2024	23,39 \pm 3,86	10,67 \pm 5,63	19,12 \pm 5,16
03/05/2024	14,01 \pm 4,31	5,71 \pm 1,69	11,99 \pm 3,23
07/05/2024	23,71 \pm 4,48	8,96 \pm 2,03	19,38 \pm 7,03
10/05/2024	19,65 \pm 2,25	7,63 \pm 3,09	12,38 \pm 4,71
14/05/2024	28,29 \pm 1,92	10,47 \pm 3,06	23,87 \pm 4,50
16/05/2024	14,85 \pm 4,18	3,48 \pm 1,12	9,56 \pm 4,05
21/05/2024	40,92 \pm 4,92	12,77 \pm 2,67	32,37 \pm 9,32
24/05/2024	21,02 \pm 1,52	7,95 \pm 2,53	18,35 \pm 5,48

3.3.8. Número de frutos por categoría

En la Figura 29 y en las Tablas 18, 19 y 20, se muestran los resultados del valor promedio y la desviación estándar del número de frutos por categorías (expresado como nº de frutos cosechados en cada tratamiento experimental por planta) en cada uno de los episodios de cosechas múltiples de frutos realizados durante el ensayo.

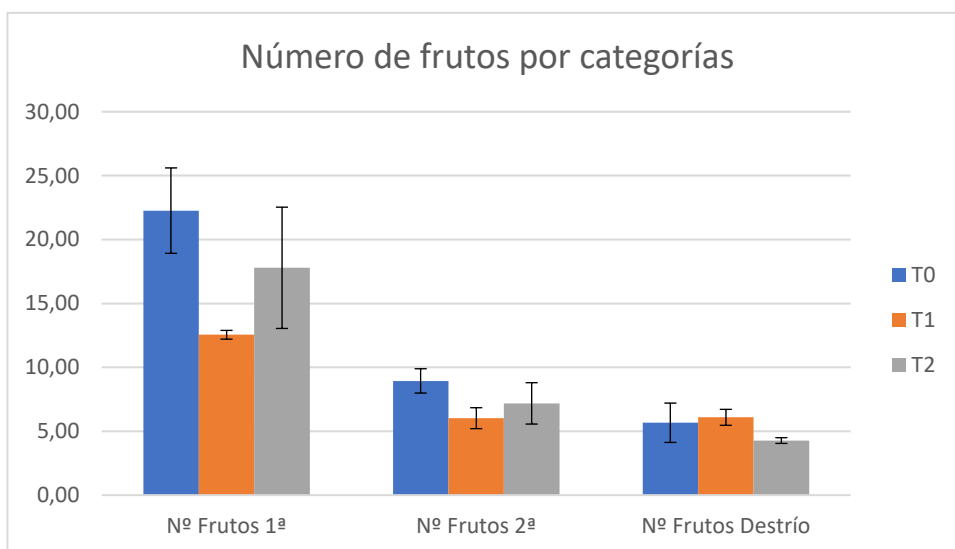


Figura 29. Número total de frutos por categoría

Tabla 18. Valores promedio del número total de frutos de primera categoría \pm desviación estándar. Prueba de Rango Múltiple

Número de frutos de 1ª categoría (Número de frutos/planta)	
Tratamientos	Media \pm DE
T0	22,24 a \pm 3,34
T1	12,55 b \pm 0,34
T2	17,79 ab \pm 4,75

*Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Tabla 19. Valores promedio del número total de frutos de segunda categoría \pm desviación estándar. Prueba de Rango Múltiple

Número de frutos de 2ª categoría (Número de frutos/planta)	
Tratamientos	Media \pm DE
T0	8,91 a \pm 0,95
T1	6,02 b \pm 0,82
T2	7,18 ab \pm 1,62

*Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Tabla 20. Valores promedio del número total de frutos de destrío \pm desviación estándar. Prueba de Rango Múltiple

Número de frutos de destrío (Número de frutos/planta)	
Tratamientos	Media \pm DE
T0	5,67 a \pm 1,54
T1	6,09 a \pm 0,62
T2	4,27 a \pm 0,22

*Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

A continuación, se muestran los resultados del análisis de la varianza del número de frutos por categoría:

Tabla 21. Tabla ANOVA para N° frutos de 1ª categoría por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	141,218	2	70,6089	6,27	0,0339
Intra grupos	67,6049	6	11,2675		
Total (Corr.)	208,823	8			

Tabla 22. Tabla ANOVA para N° frutos de 2ª categoría por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	12,7044	2	6,35219	4,56	0,0625
Intra grupos	8,36189	6	1,39365		
Total (Corr.)	21,0663	8			

Tabla 23. Tabla ANOVA para N° frutos de destrío por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5,42523	2	2,71261	2,89	0,1320
Intra grupos	5,62761	6	0,937935		
Total (Corr.)	11,0528	8			

Tras el análisis de la varianza usando el test de ANOVA y la Prueba de Rango Múltiple, se puede concluir que **existen diferencias estadísticas** significativas a un nivel de confianza del 95% en el **número de frutos de primera y segunda categoría**, entre **T0 y T1**, con valores superiores para el tratamiento T0. Sin embargo, no existen diferencias en el número de frutos de destrío, entre los tres tratamientos.

3.4. Incidencia de la enfermedad

La Figura 30 y la Tabla 24 presentan los resultados del valor promedio y la desviación estándar del porcentaje de plantas muertas para cada tratamiento experimental, al final del ciclo de cultivo. Se observa que el tratamiento **T1** (Control +: inoculado con **Phytophthora** y no tratado con productos Tavan) muestra valores **significativamente superiores**. La Figura 31 ilustra la evolución de la mortandad de plantas a lo largo del ciclo de cultivo, evidenciando que, a partir de mediados de febrero, comienzan a aparecer plantas muertas. En este gráfico, los tratamientos T0 y T2 exhiben un comportamiento muy similar, mientras que el tratamiento T1 muestra una tendencia más pronunciada hacia un aumento en la mortandad.

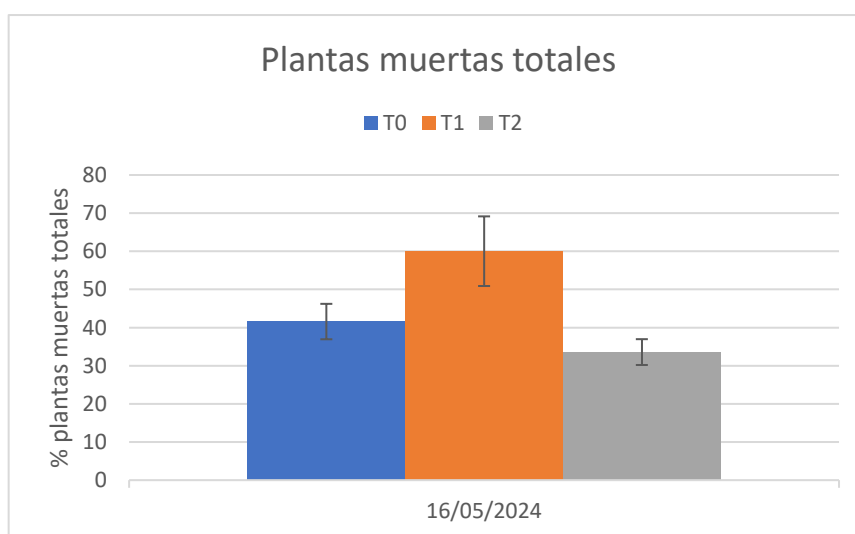


Figura 30. Porcentaje de plantas muertas a final del ciclo de cultivo

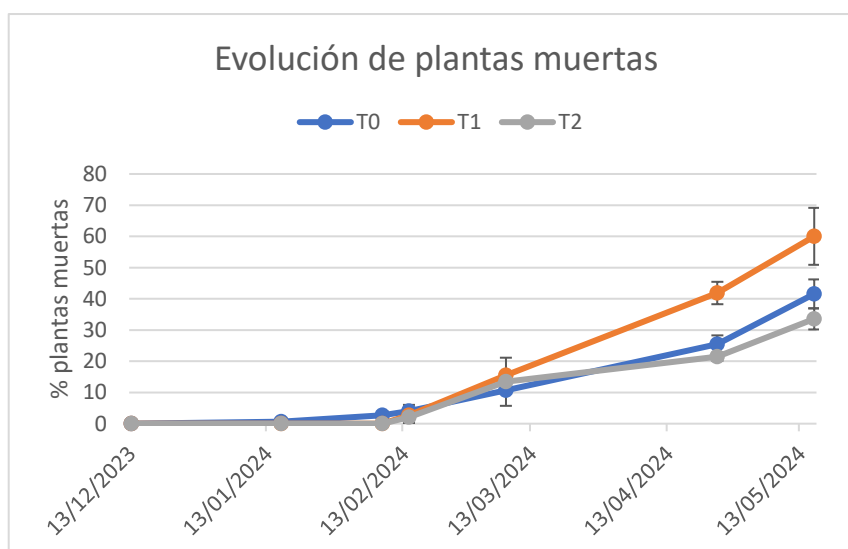


Figura 31. Evolución del porcentaje de plantas muertas a lo largo del ciclo de cultivo

Tabla 24. Valores promedio del % de plantas muertas \pm desviación estándar. Prueba de Rango Múltiple

Plantas muertas (%)	
Tratamientos	Media \pm DE
T0	41,58 b \pm 4,65
T1	60,03 a \pm 9,13
T2	33,58 b \pm 3,39

*Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Entre la primera inoculación (08-02-24) y la segunda (08-03-2024), se tomaron muestras de plantas de fresa del tratamiento T1 que presentaban síntomas de marchitez (Figura 32). Estas muestras se aislaron en placas de Petri, donde, como se observa en la Figura 33, se identificó el desarrollo del hongo *Phytophthora*.



Figura 32. Plantas de fresa afectadas por *Phytophthora* (Tratamiento T1)

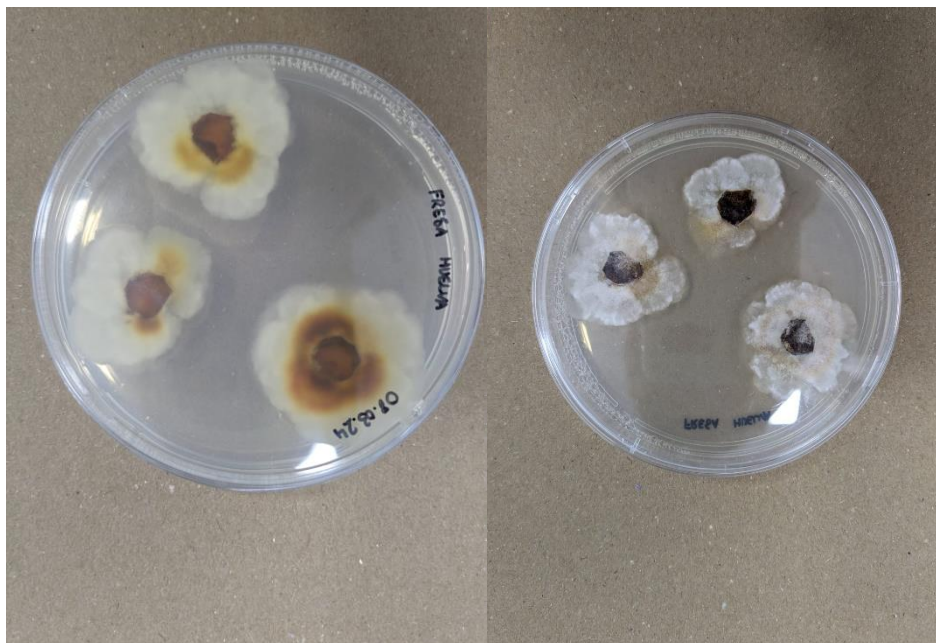


Figura 33. Plantas de fresa del tratamiento T1, aisladas en placas Petri, con proliferación del hongo *Phytophthora*

A continuación, se muestran los resultados del análisis de la varianza del % de plantas muertas:

Tabla 25. Tabla ANOVA para % Plantas muertas por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1103,96	2	551,982	14,23	0,0053
Intra grupos	232,806	6	38,801		
Total (Corr.)	1336,77	8			

Tras el análisis de la varianza usando el test de ANOVA y la Prueba de Rango Múltiple, se puede concluir que **existen diferencias estadísticas** significativas a un nivel de confianza del 95% en el **porcentaje de plantas muertas**, con valores **significativamente superiores para T1**.

3.5. Estado fitosanitario del cultivo

Se realizó un muestreo quincenal a lo largo de toda la campaña, contabilizando el número de individuos plaga, así como la presencia de oidio en órganos vegetativos y fructíferos, en 8 plantas por invernadero.

Respecto a las plagas, ninguna fue relevante. Tras los tratamientos realizados a lo largo del ciclo del cultivo, no se observó una elevada presencia de pulgón (*Aphis*

gossypii, *Myzus persicae*, *Pentatrichopus fragaefolii*) ni de trips (*Frankliniella occidentalis*). La aparición de araña roja (*Tetranychus urticae*) y orugas, fue mínima.

También se detectó algo de Oidio (*Sphaerotheca macularis*) a partir de finales de enero en órganos fructíferos y a partir de finales de abril, en órganos vegetativos, pero se pudo controlar fácilmente.

En las Figuras 34, 35 y 36, aparece la evolución de la infestación, el número total de individuos por planta y el porcentaje de plantas con presencia de trips y pulgón. En las Figuras 37 y 38 se representa la evolución y el porcentaje promedio de plantas con presencia de oidio.

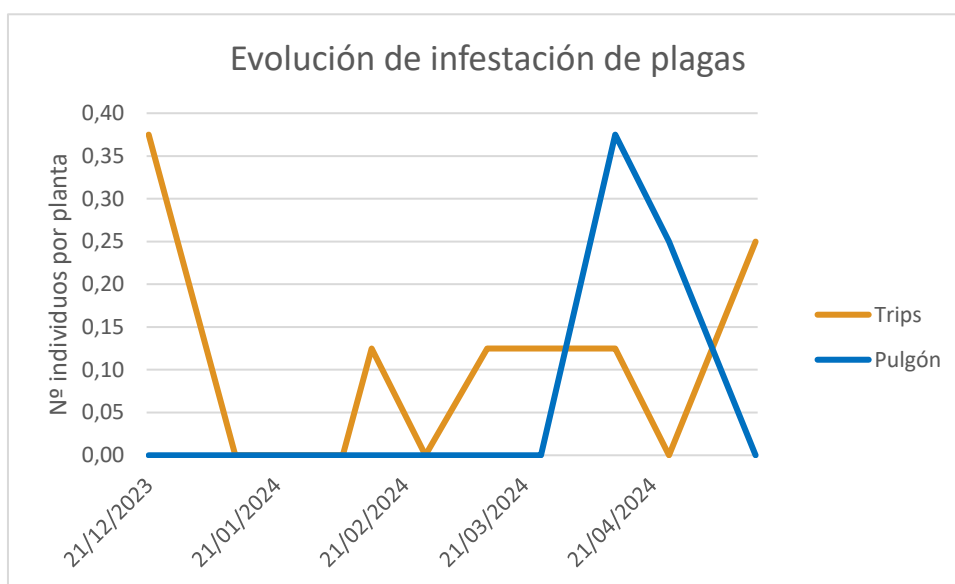


Figura 34. Evolución del número de individuos por planta

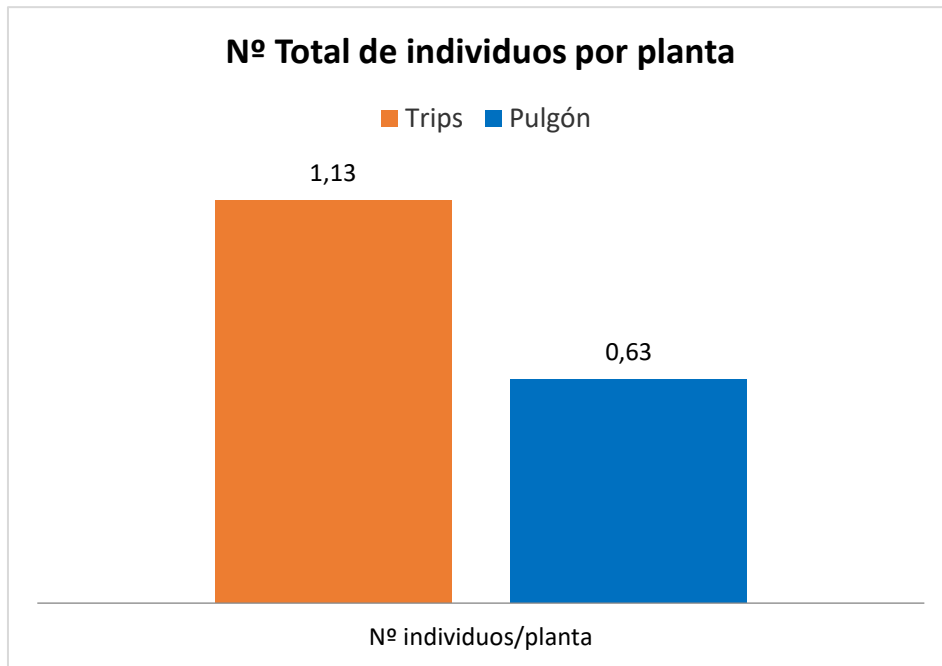


Figura 35. Nº total de individuos por planta

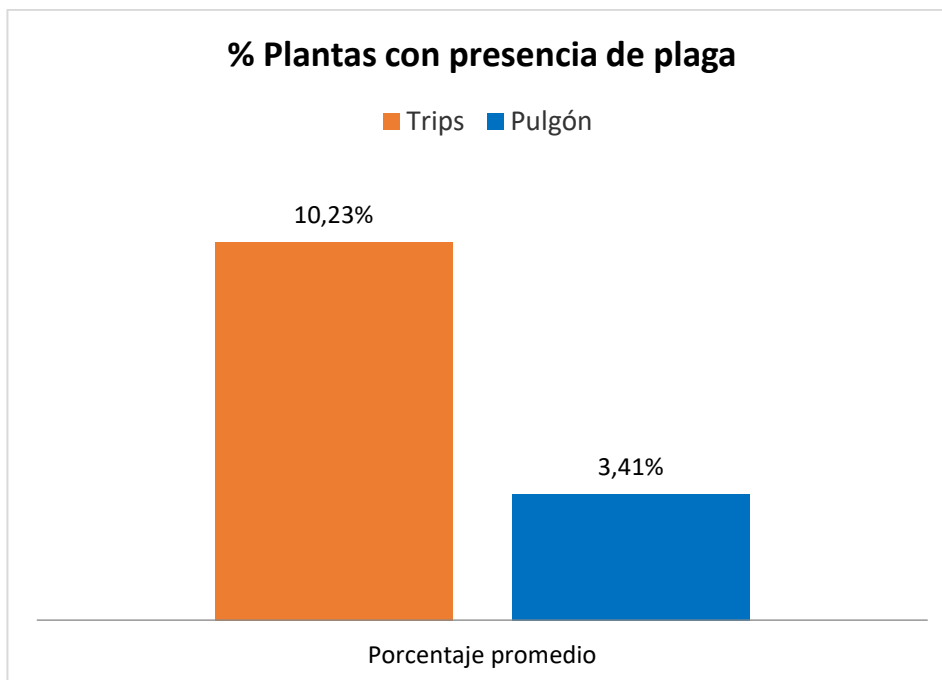


Figura 36. Porcentaje promedio de plantas con presencia de plaga

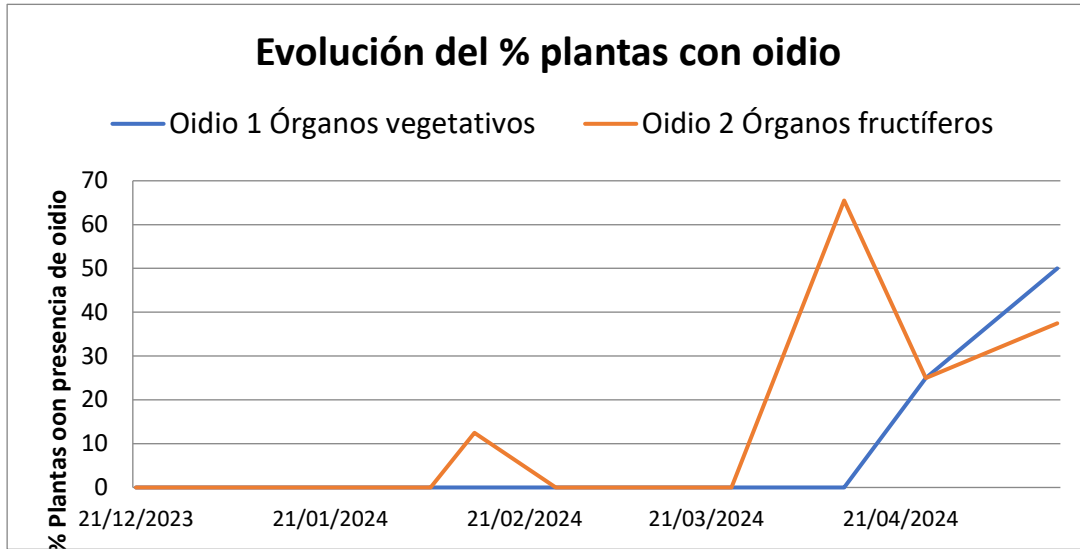


Figura 37. Evolución del porcentaje de plantas con oidio

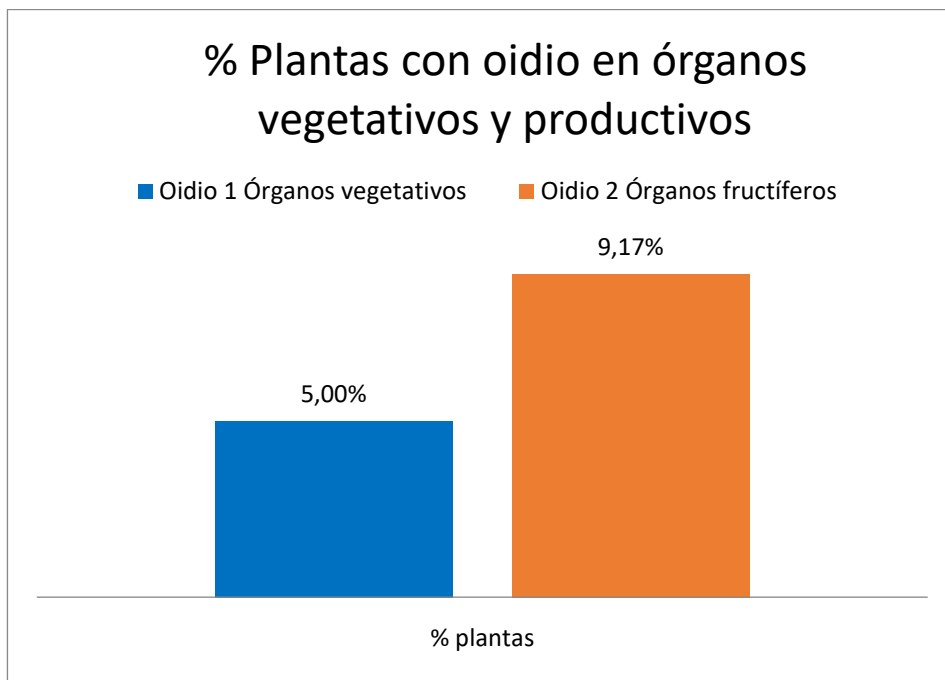


Figura 38. Porcentaje promedio de plantas con oidio

4. CONCLUSIONES

Este ensayo ha sido llevado a cabo durante un ciclo de cultivo de **fresa en sustrato (fibra de coco)**, durante la campaña 2023-24.

Al comparar los tres tratamientos experimentales evaluados:

- **T0: Tratamiento Negativo.** No se aplicó ningún producto ni se inoculó con *Phytophthora sp.*
- **T1: Tratamiento Positivo.** No se aplicó ningún producto, pero sí se inoculó con *Phytophthora sp.*
- **T2: Tratamiento TAVAN.** Se aplicaron productos TAVAN sobre plantas inoculadas con *Phytophthora sp.*

Se extraen las siguientes conclusiones:

Rendimiento acumulado:

- ✓ **No hay diferencias estadísticas** significativas al 95% de confianza en la producción **extra-precoz** (hasta el 28 de febrero) ni en la **precoz** (hasta el 31 de marzo) entre los tres tratamientos, ya que, hasta mediados de marzo, no hubo diferencias en la mortandad de planta por *Phytophthora sp.* Tampoco hubo diferencias en la **producción y número de frutos no comerciales**, entre los tratamientos.
- ✓ **Existen diferencias estadísticas** en la **producción de primera y segunda categoría, producción comercial (primera + segunda), producción total (comercial + no comercial), y número de frutos de primera y segunda categoría**, entre **T0 y T1**, con valores superiores en T0 y seguidas por T2 (estrategia TAVAN), sin diferencias estadísticas significativas entre T0 y T2.
- ✓ T0 y T2 no presentaron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los parámetros analizados; sin embargo, T0 mostró valores superiores en todos los casos. Esto se debe a que, a pesar de que T0 contaba con una presencia natural de *Phytophthora* en las plantas, T2 fue además inoculado con el patógeno.
- ✓ Al comparar T2 y T1, ambos expuestos a la misma concentración de *Phytophthora*, no se observaron diferencias estadísticas significativas en la producción ni en el número de frutos de primera, segunda categoría y destrío, ni

en la producción de frutos comerciales y totales. No obstante, T1 presentó valores inferiores debido a la ausencia de la estrategia TAVAN.

Mortandad de las plantas:

- ✓ No se observaron diferencias significativas en el porcentaje de plantas muertas entre T0 (no inoculado) y T2 (inoculado y tratado con productos TAVAN), ambos con valores bajos. En contraste, T1 (inoculado y no tratado con productos TAVAN) presentó un porcentaje significativamente mayor de plantas muertas, lo que demuestra la eficacia de los tratamientos antifúngicos.

Conclusión: Los valores de rendimiento fueron superiores para T0, seguidos de T2, sin diferencias significativas entre ellos, lo que sugiere que los productos TAVAN controlan efectivamente *Phytophthora*. T1, el control positivo inoculado y no tratado con TAVAN, mostró el rendimiento más bajo y la mayor mortandad de plantas.

Por tanto, la gama de productos TAVAN ha demostrado ser eficaz en el control de la *Phytophthora*, un patógeno que afecta gravemente a las plantas de fresa. Este grupo de productos ha contribuido a la reducción significativa de la mortandad de las plantas afectadas. La estrategia TAVAN ha logrado proteger al cultivo, disminuyendo la propagación de la enfermedad.

5. CONTACTO TECNOVA

Magdalena Torres

Área de Producción Vegetal

Centro Experimental TECNOVA. Centro Agroexperimental de empresas de la Diputación de Huelva (Antigua granja escuela), A472, km 73, 21620 Trigueros.

Tel. +34 666504523

mtorres@fundaciontecnova.com