

# **Informe ID21I10297**

M. Abel Herrera y Francisco Zambrano

2025-03-21

# **Tabla de contenidos**

**Parte I**

**Acerca del Informe**

Reporte general del proyecto ID21I10297, financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) por medio del proyecto FONDEF IDEA 2021.

Este proyecto estuvo a cargo del director Dr. Francisco Zambrano Bigiarini de la Universidad Mayor.

Investigadores que participaron en el proyecto:

- Dr. Francisco Zambrano - Director - Centro Hemera UMayor
- Dra. Andrea Miyasaka Almeyda - Directora Alterna - Centro CGB UMayor
- Dr. Felipe de La Hoz - Investigador - Externo
- Paulina Vidal - Investigadora - Centro Hemera UMayor
- Idania Briceño - Investigadora - Centro Hemera UMayor

Además, trabajaron como asistentes de investigación los siguientes profesionales:

- Jesica Garrido - Centro Hemera UMayor
- Abel Herrera - Centro Hemera UMayor

## **Parte II**

# **Reporte de Calidad y Producción 2022-2023**

El presente libro incluye los resultados de la evaluación de la calidad y producción de cerezos durante las temporadas 2022-2023 y 2023-2024. Sin embargo, los detalles metodológicos sobre la toma de muestras y el procesamiento de variables utilizadas en este estudio han sido descritos en el reporte “Efecto de estrategias de riego deficitario sobre la productividad y calidad de huertos de cerezos, variedad Regina”, elaborado por el Dr. Manuel Muñoz el 3 de diciembre de 2024. Dicho reporte abarca exclusivamente los resultados correspondientes a la temporada 2022-2023.

Las cosechas se realizaron el 23 de diciembre de 2022 en Río Claro y el 12 de diciembre de 2022 y 2023 en La Esperanza. Para revisar los procedimientos específicos empleados o analizar los resultados de la temporada 2022-2023 de manera independiente, se recomienda acceder al reporte completo en el siguiente enlace.

## Acerca del Informe

Reporte general del proyecto ID21I10297, financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) por medio del proyecto FONDEF IDEA 2021.

Este proyecto estuvo a cargo del director Dr. Francisco Zambrano Bigiarini de la Universidad Mayor.

Investigadores que participaron en el proyecto:

- Dr. Francisco Zambrano - Director - Centro Hemera UMayor
- Dra. Andrea Miyasaka Almeyda - Directora Alterna - Centro CGB UMayor
- Dr. Felipe de La Hoz - Investigador - Externo
- Paulina Vidal - Investigadora - Centro Hemera UMayor
- Idania Briceño - Investigadora - Centro Hemera UMayor

Además, trabajaron como asistentes de investigación los siguientes profesionales:

- Jesica Garrido - Centro Hemera UMayor
- Abel Herrera - Centro Hemera UMayor

# Prefacio

Este informe presenta metodología y los resultados obtenidos en el marco del proyecto FONDEF ID21I10297. En este proyecto se desarrolló [SatOri](#), una aplicación para la optimización de riego en frutales. La que contribuye a la adaptación al cambio climático de la agricultura chilena.

**SatOri** desarrolló un modelo para la estimación espacial con frecuencia diaria del potencial hídrico xilemático ( $\Psi_x$ ). El  $Psi_x$  permite monitorear la respuesta de la planta a las condiciones medio ambientales y de abastecimiento hídrico. Se utilizaron algoritmos de machine learning, datos meteorológicos y de imagenes satelitales Sentinel-2, para el desarrollo del modelo.

Por otra parte, **SatOri** calcula el nivel de  $Psi_x$  mínimo que pueden alcanzar los árboles. De esta manera establece un semáforo de acuerdo a este umbral y a los resultados del modelo. Indicando al agricultor cuanto es el tiempo de riego que debe suministrar cada sector, para que no se vea afectado el aparato fotosintético de la planta y así no haya merma en la producción y calidad de la fruta.



## **Parte III**

# **Introducción**

# 1 Resumen

[Resumen]

## 2 Introducción

El cambio climático ha intensificado la sequía en diversas regiones del mundo, afectando particularmente a Chile Central, donde se ha registrado un evento de Mega Sequía sin precedentes en los últimos milenios. Desde 2010, la zona ha experimentado una reducción sostenida de las precipitaciones, con déficits promedio entre 20-40% (Garreaud et al. 2020). Este fenómeno impacta directamente la disponibilidad hídrica para la agricultura, con repercusiones en la productividad y sostenibilidad del sector (Peña-Guerrero et al. 2020). Ante este escenario, se requieren estrategias de gestión del agua más eficientes que permitan a los productores agrícolas adaptarse a la variabilidad climática (Hurlbert y Gupta 2017).

En este contexto, el riego deficitario controlado (RDC) ha sido identificado como una estrategia eficaz para optimizar el uso del agua en cultivos perennes como los frutales, donde las opciones de adaptación son limitadas (Pechan et al. 2023). Esta práctica permite reducir el consumo hídrico sin afectar significativamente la producción ni la calidad de la cosecha, mejorando la eficiencia del recurso disponible (Victor Blanco et al. 2019; López-Olivari y Ortega-Klose 2021). Entre los frutales de exportación, el cerezo es el segundo producto de mayor valor en la agroindustria chilena, con más de 25 000 hectáreas bajo riego y un mercado aproximado de 1560 millones de dólares (Carrasco-Benavides, Antunez-Quilobrán, et al. 2020; González 2022). La optimización del riego en este cultivo es fundamental para mejorar la sostenibilidad del sector y mantener su competitividad a nivel internacional.

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un prototipo de servicio web para la optimización del riego en cerezo (SatOri), que permita a los productores ajustar los tiempos y volúmenes de riego en función de datos obtenidos de sensores satelitales ópticos y de radar, complementados con ensayos de riego deficitario controlado. Para ello, se evaluará el nivel de riego deficitario óptimo en huertos de cerezo ubicados en la región de O'Higgins durante las temporadas 2022-2023, desarrollando un modelo de estimación del potencial hídrico xilemático ( $\Psi_s$ ) basado en variables meteorológicas y satelitales. Posteriormente, el modelo y los niveles óptimos de riego serán validados en la temporada 2023-2024, con el fin de integrarlos en una plataforma web que entregue información en tiempo real sobre la gestión del riego, contribuyendo así a la eficiencia en el uso del agua en la producción de cerezas.

# **Parte IV**

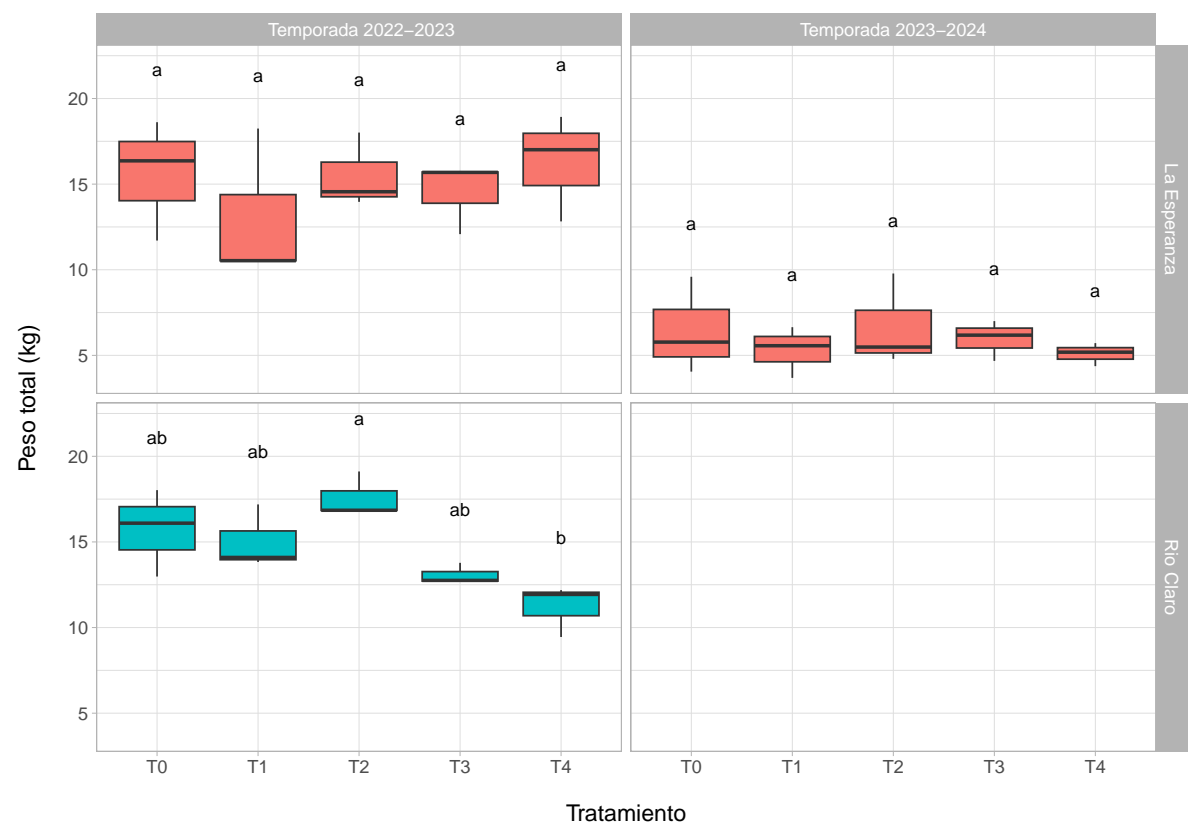
## **Producción**

## 3 Producción

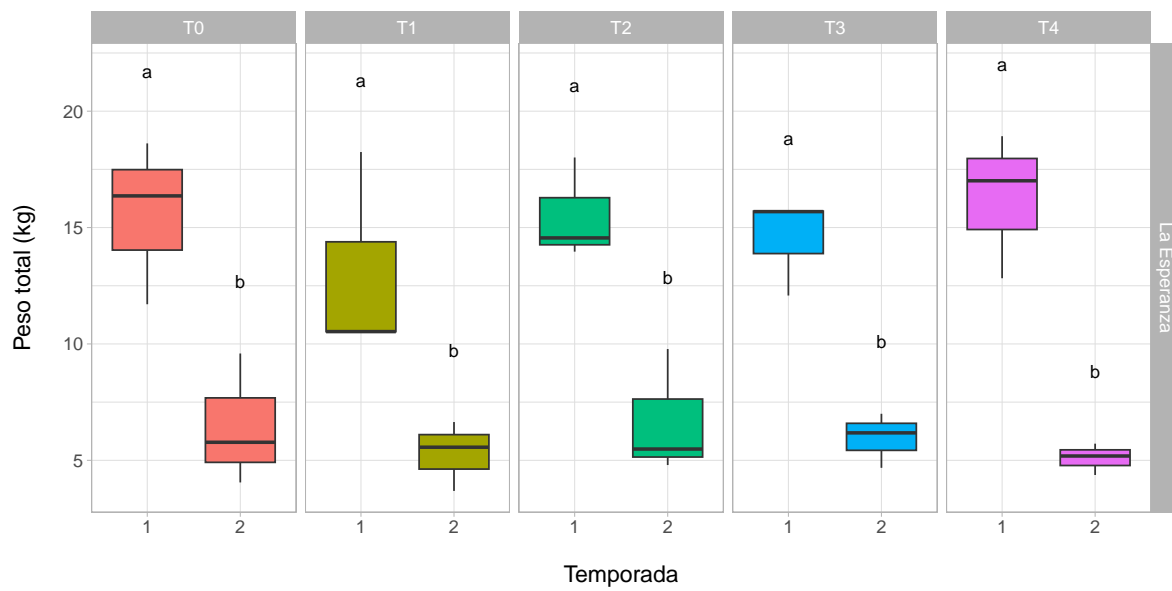
### 3.1 Peso total

En La Esperanza, el peso total de la producción fue menor en la temporada 2023-2024 en comparación con 2022-2023, con una reducción general en todos los tratamientos, incluido el control (T0). En ambos años, T2 y T4 presentaron valores ligeramente superiores en comparación con los demás tratamientos con déficit. En Río Claro, T2 mostró los valores más altos, mientras que T4 presentó los más bajos.

# 4 Por tratamiento

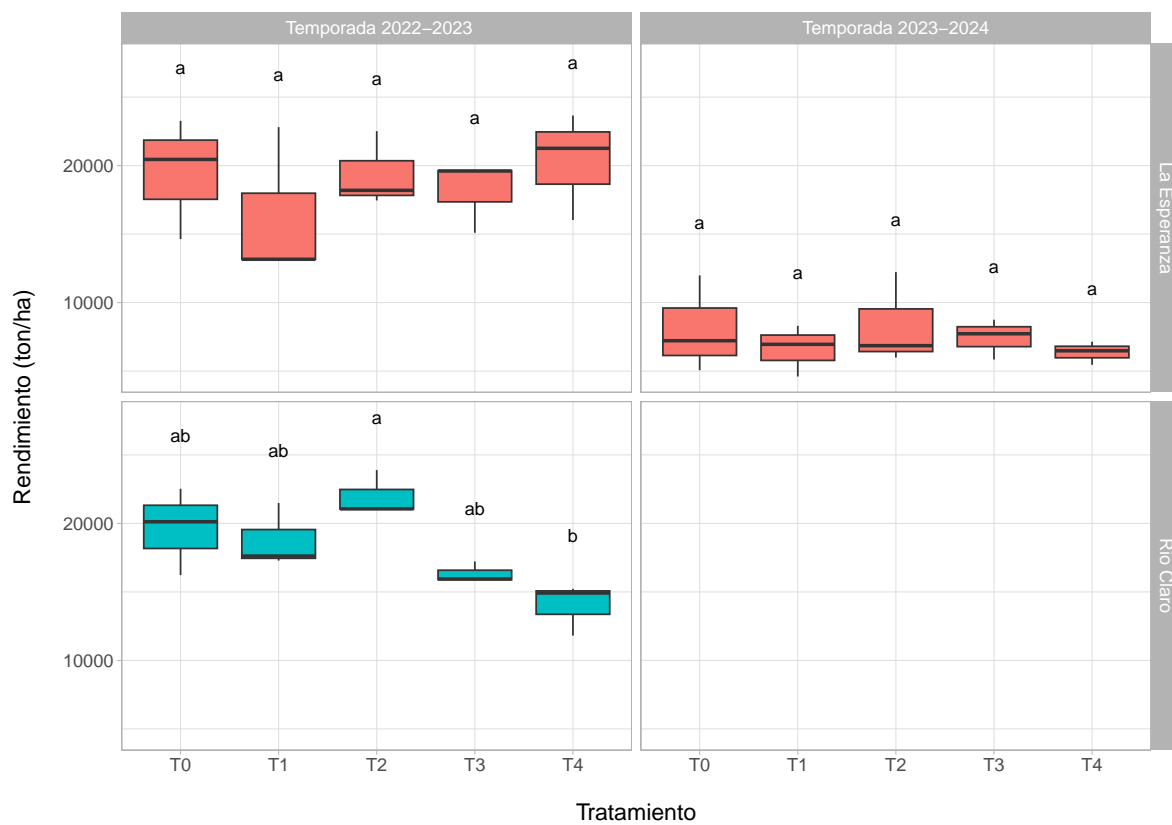


## 5 Por temporada



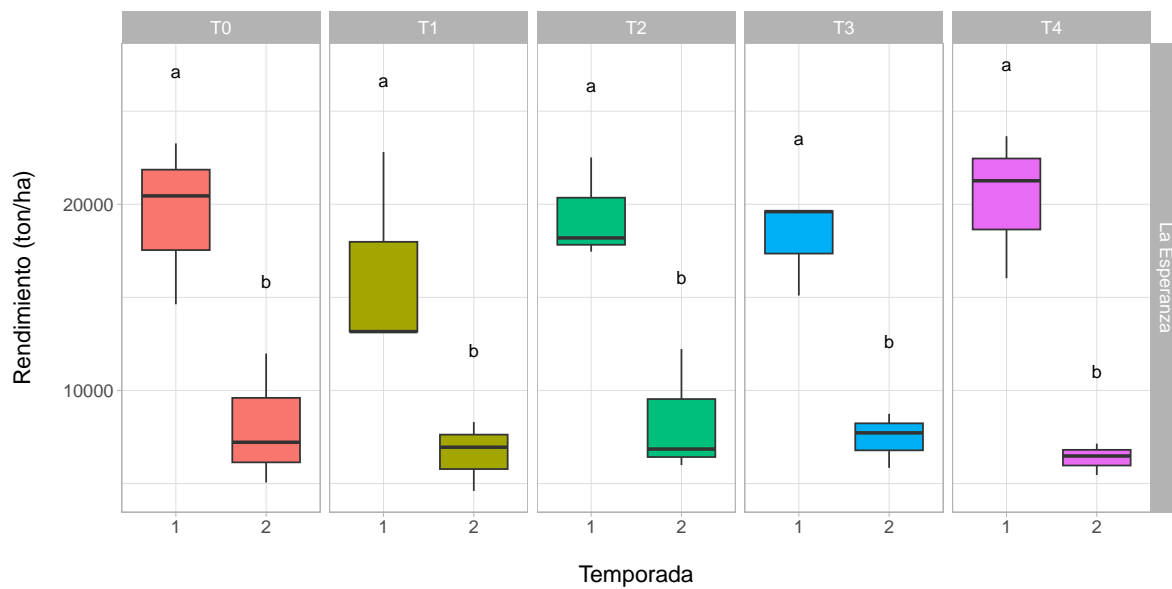
### 5.1 Rendimiento

## 6 Por tratamiento





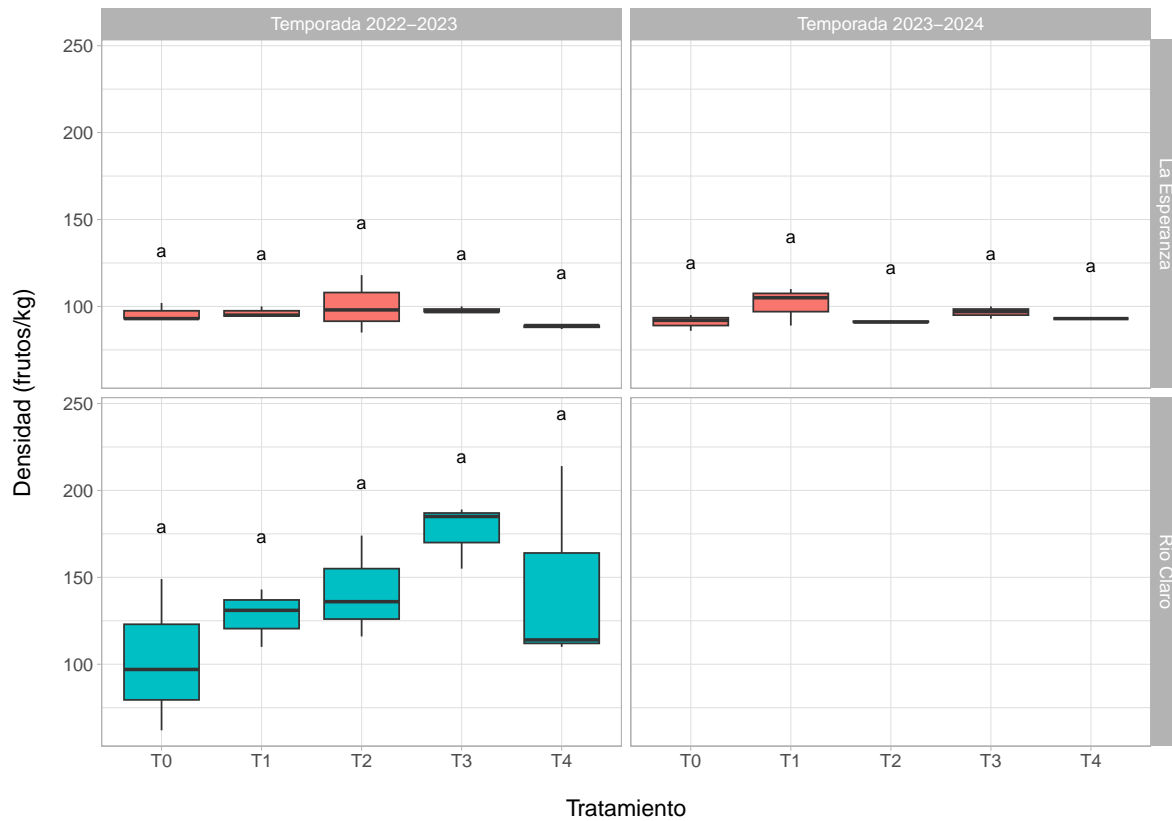
## 7 Por temporada



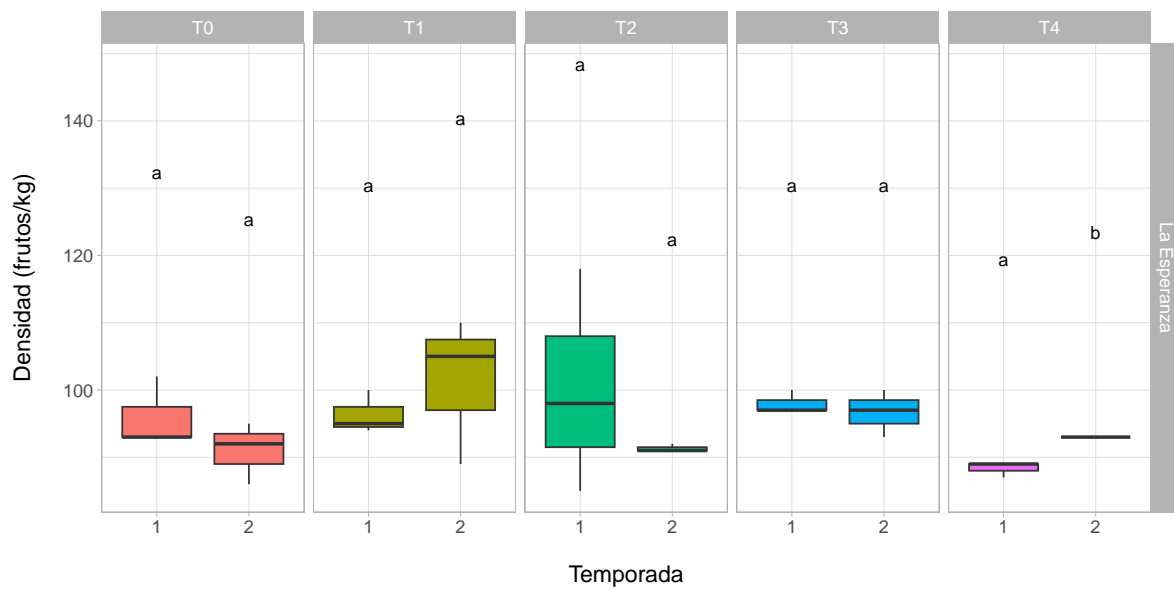
### 7.1 Densidad

Los resultados en la densidad muestran que, en La Esperanza, los valores fueron relativamente similares entre tratamientos y entre las temporadas, sin variaciones destacadas, lo que también ocurrió en T0. En Río Claro, se observaron mayores diferencias durante la temporada 2022-2023, donde T3 presentó valores más altos, superando los 200 frutos/kg en las tres unidades.

## 8 Por tratamiento



## 9 Por temporada

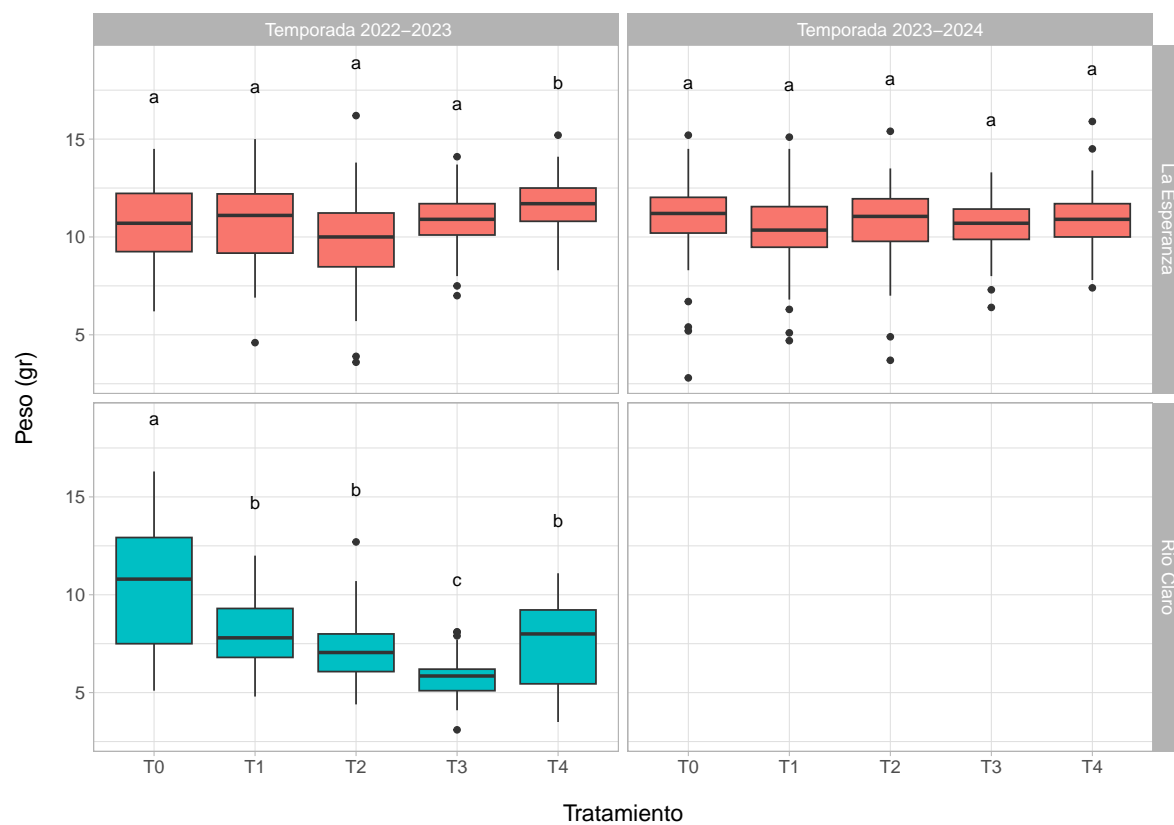


# **10 Calidad**

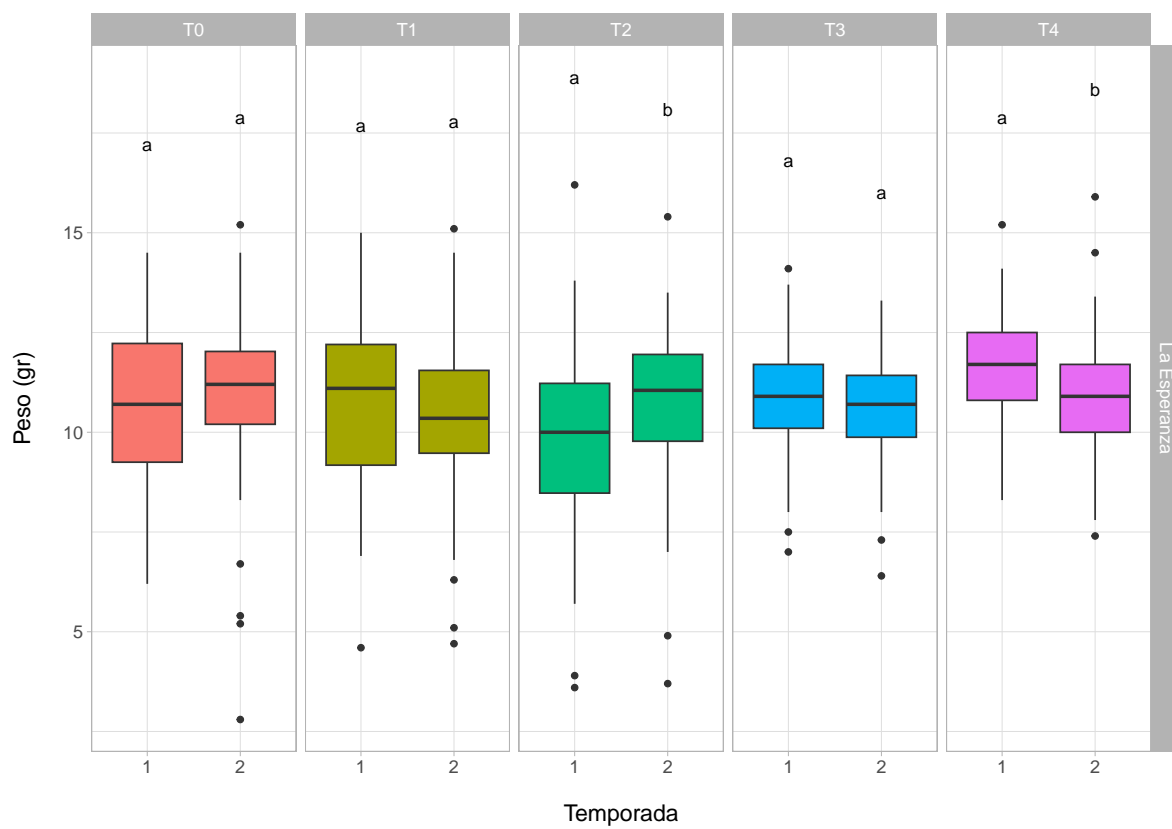
## **10.1 Apariencia**

### **10.1.1 Peso**

# 11 Por tratamiento

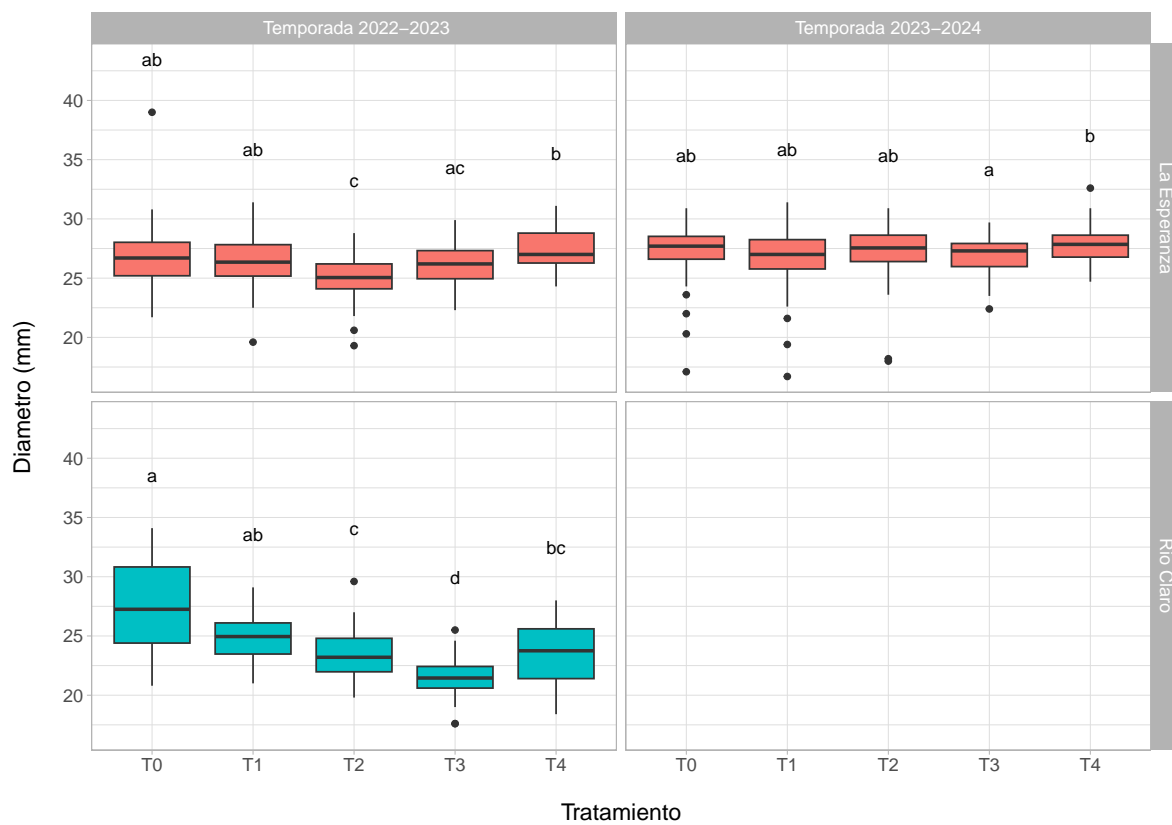


## 12 Por temporada

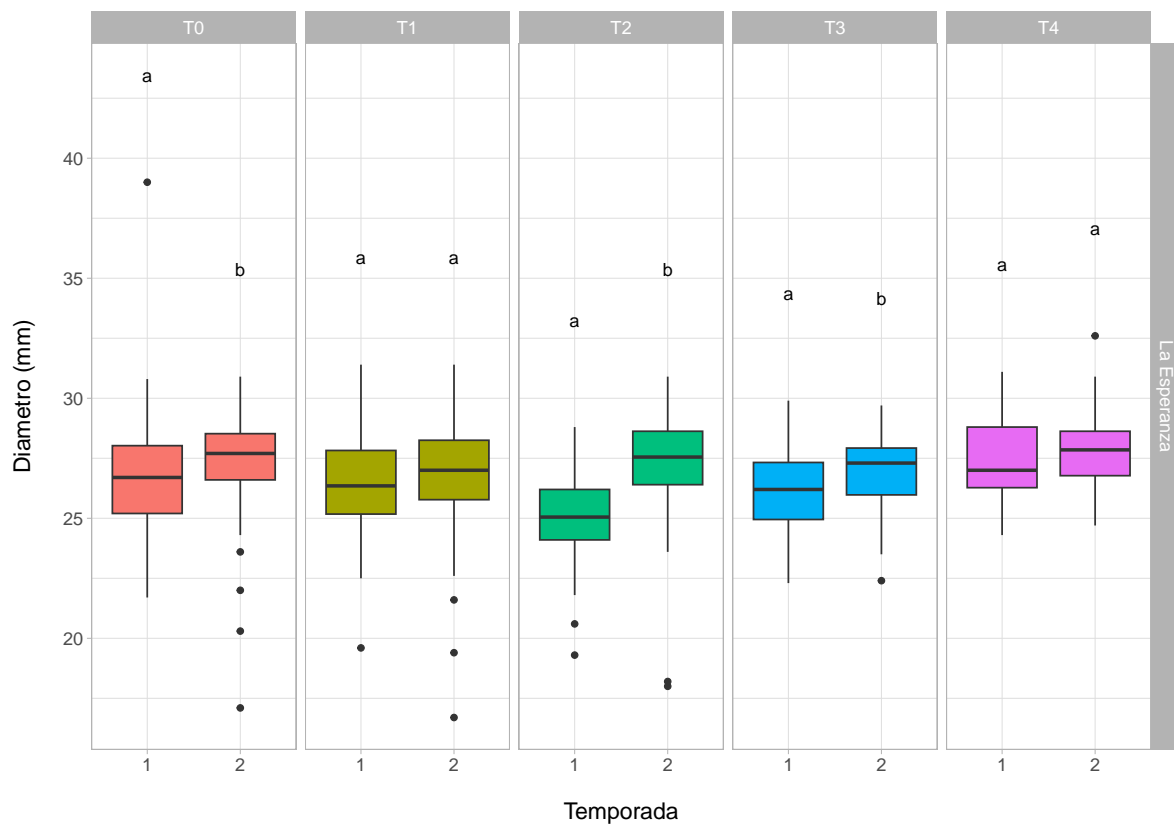


### 12.0.1 Diametro

## 13 Por tratamiento



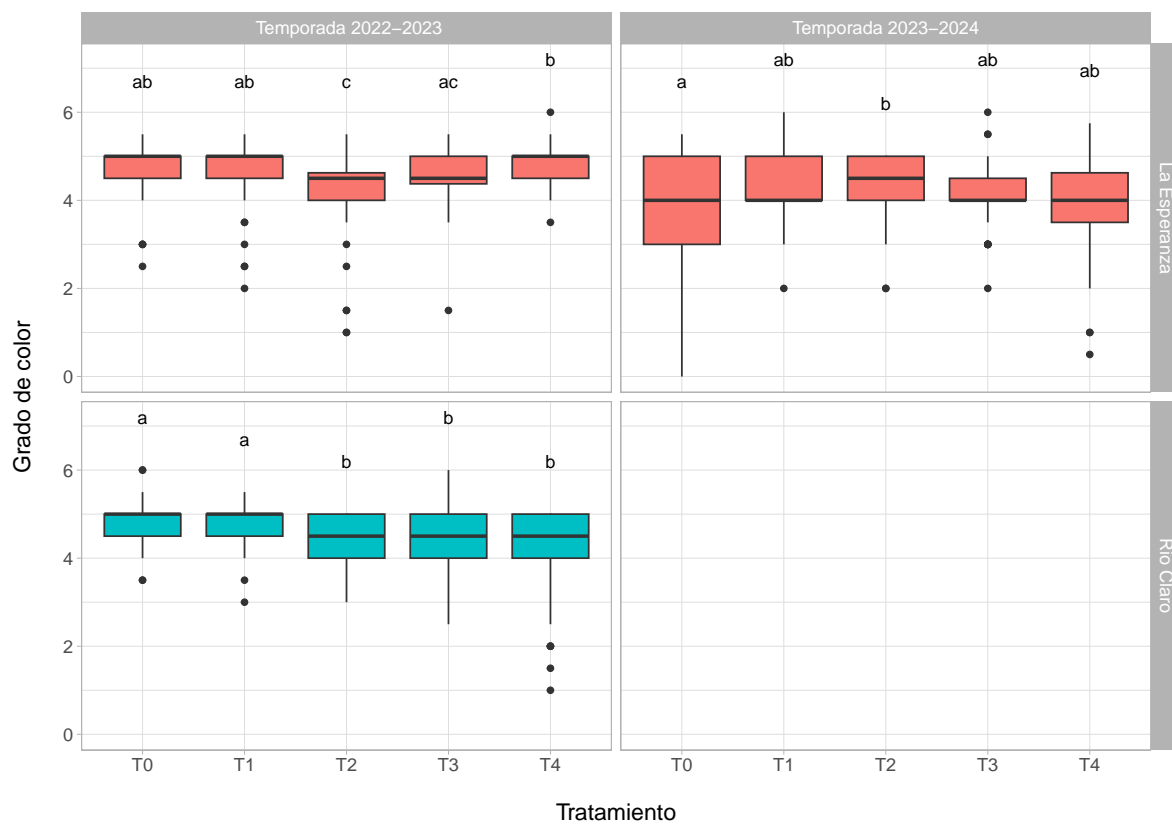
## 14 Por temporada



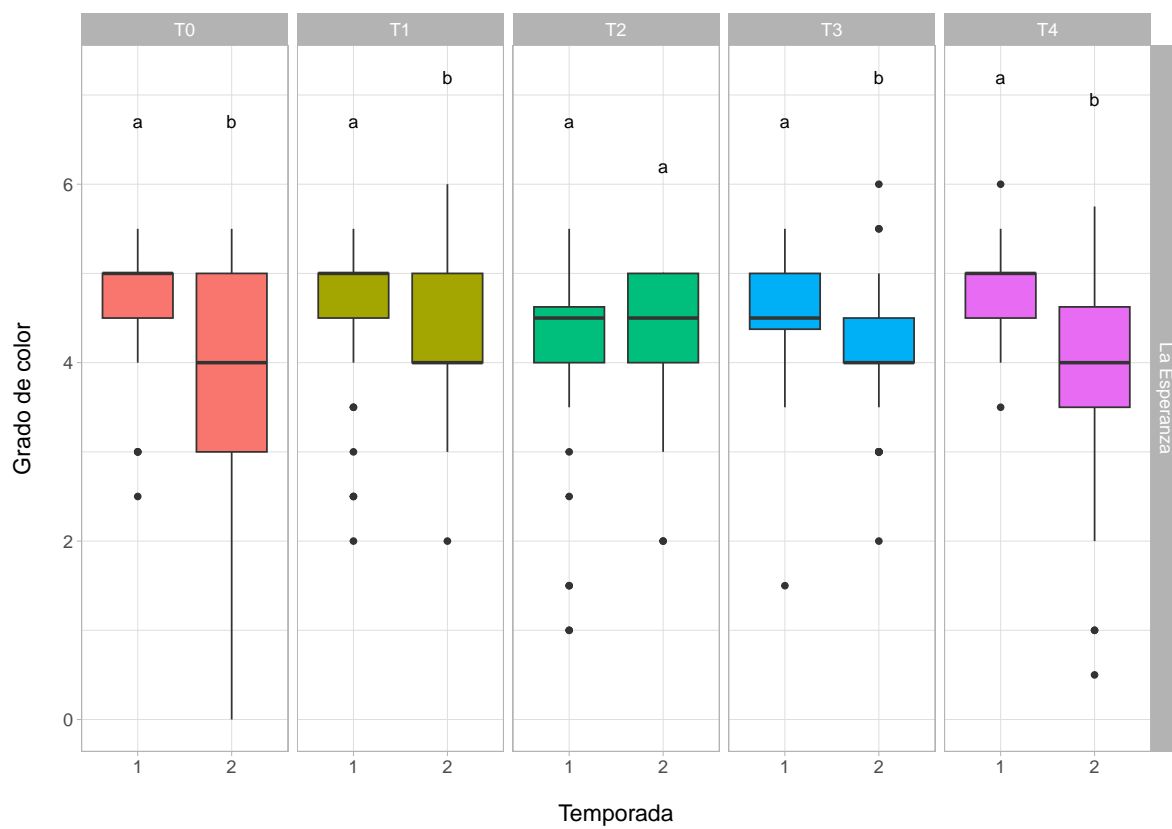


## 15 Color

## 16 Por tratamiento

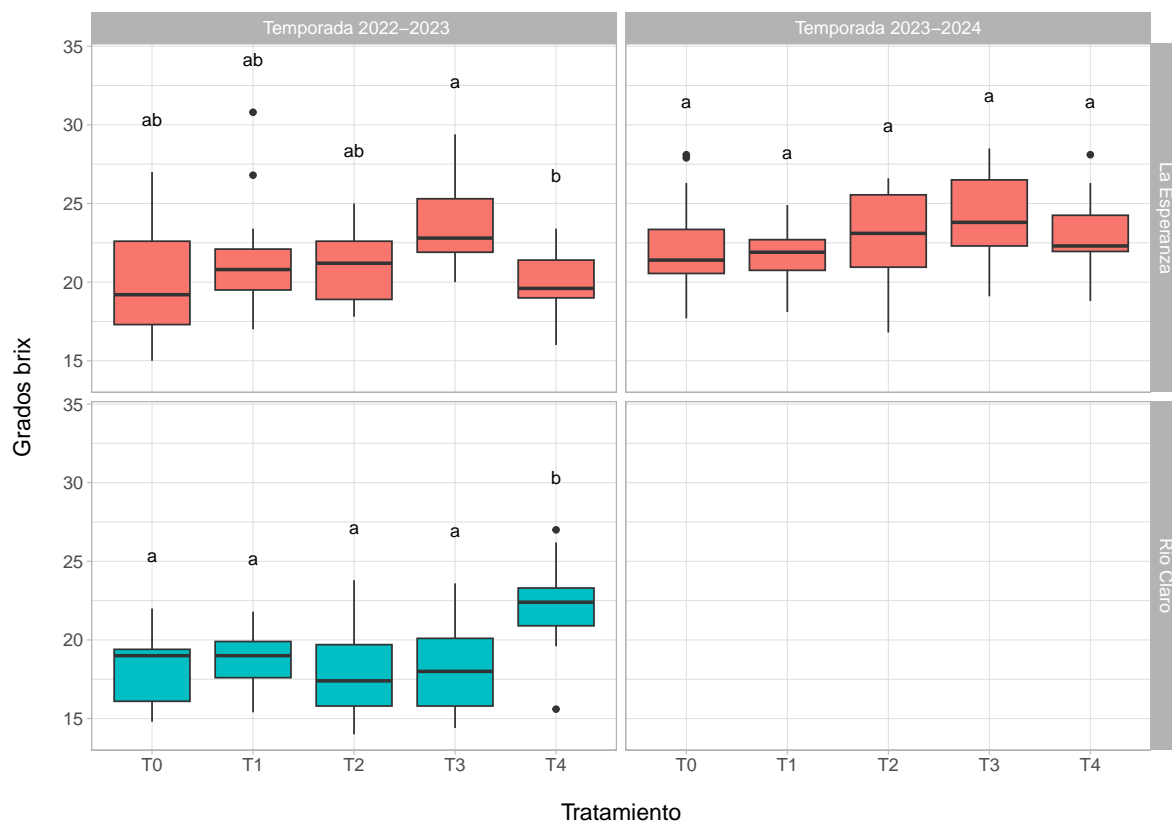


## 17 Por temporada

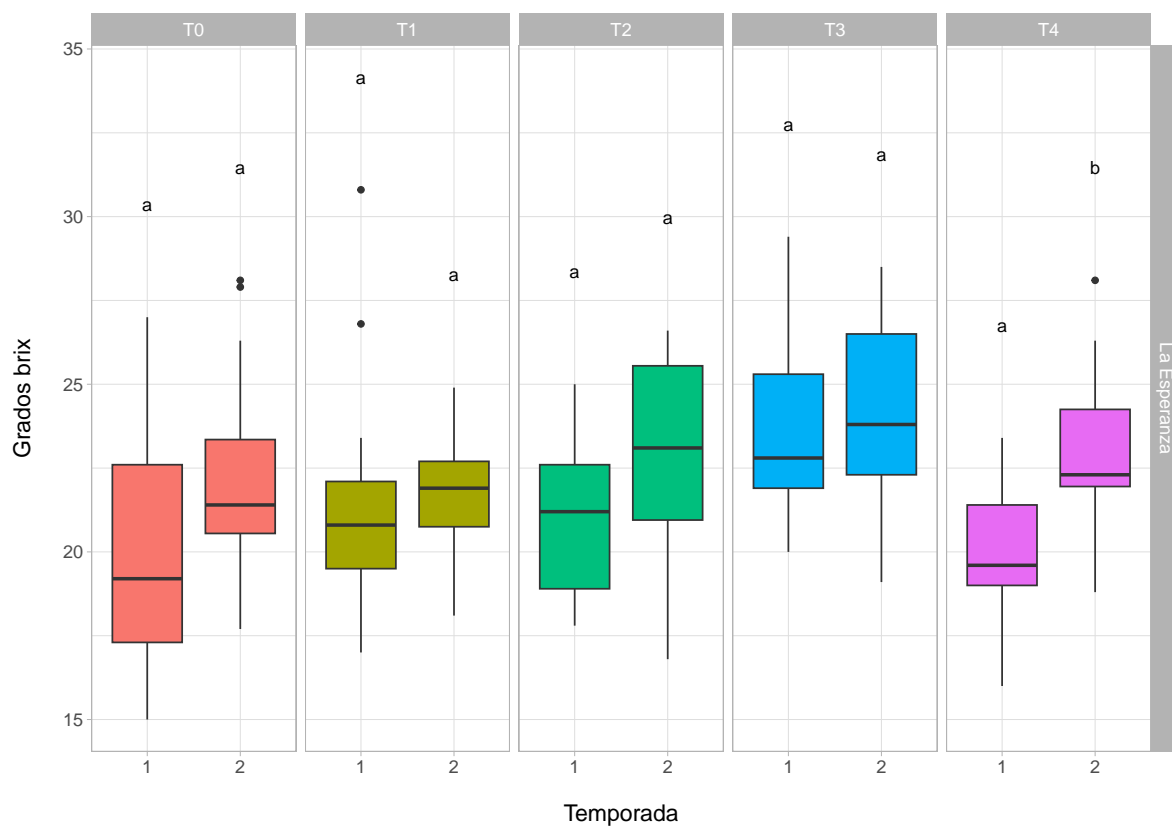


### 17.1 Contenido de azucar

## 18 Por tratamiento

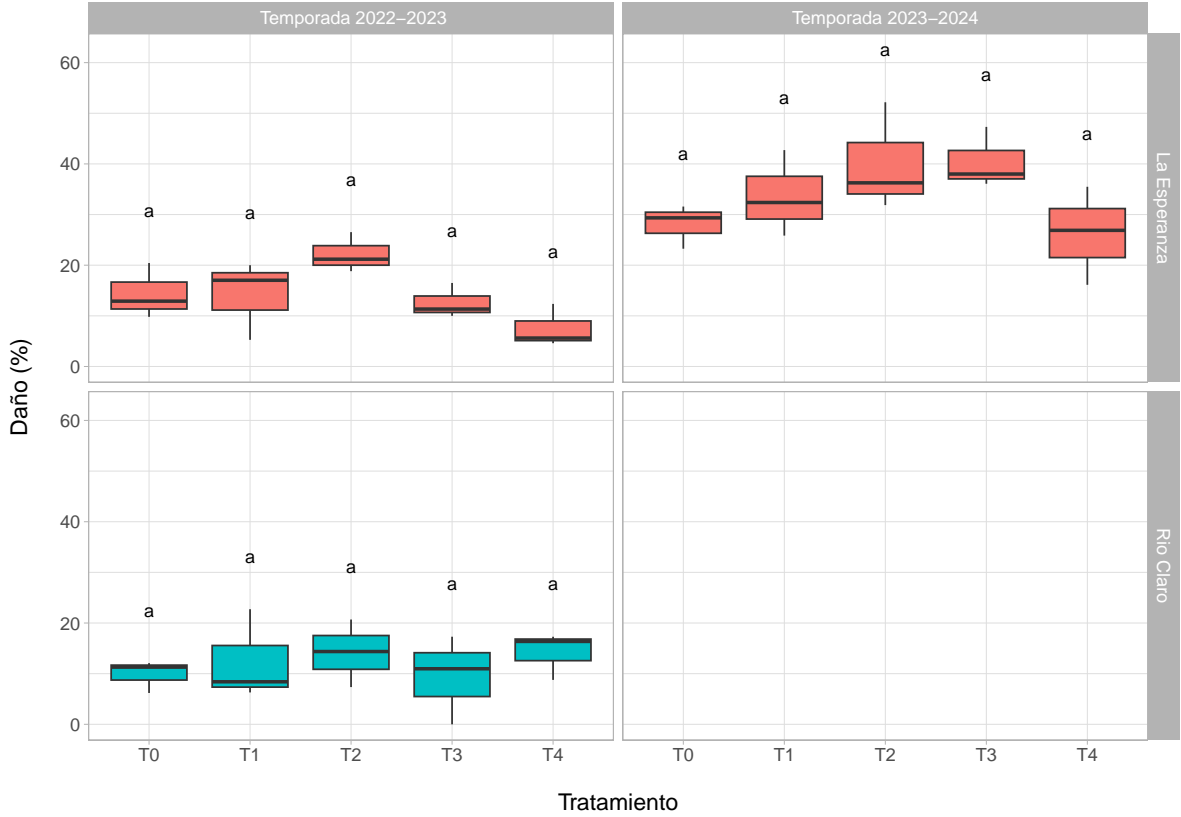


## 19 Por temporada

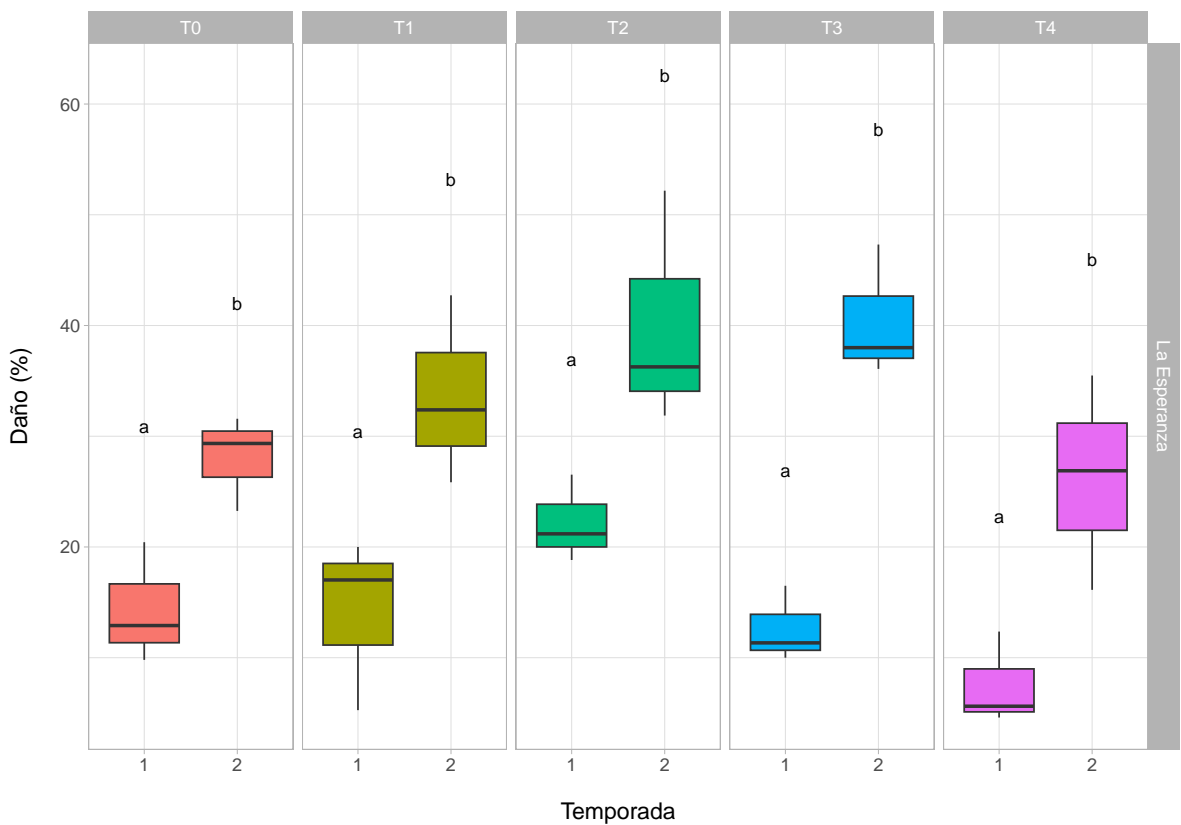


### 19.1 Daño

# 20 Por tratamiento



# 21 Por temporada



**Parte V**

**Variables meteorológicas**