



Asesoría, Investigación y Desarrollo
en Producción de Cerezos



INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS EN LA CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA EN CEREZOS DULCES (*Prunus avium* L.) DURANTE PRIMAVERA-VERANO 2023-2024, EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE

C. Tapia, E. Martínez, N. Martínez, M. Contreras, M. Morales, D. González, M. Barros.
Avium SpA, Curicó, Chile; carlos.tapia@avium.cl

Resumen

El objetivo de este estudio fue identificar los parámetros agroclimáticos más significativos que afectan la apertura estomática en hojas de cerezo dulce (*Prunus avium* L.), lo cual impacta directamente en la eficiencia fotosintética y, por ende, en el desarrollo y la productividad del cultivo. La investigación se llevó a cabo bajo las condiciones climáticas de primavera-verano de la zona central de Chile durante la temporada 2023–2024. La conductancia estomática (expresada en $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) fue monitoreada junto con variables agroclimáticas como temperatura del aire, temperatura foliar, humedad relativa y hora del día, en 15 árboles del cultivar ‘Santina’ injertados sobre portainjerto Colt. Las mediciones se realizaron en seis momentos representativos del ciclo fenológico del cultivo. Se efectuó un análisis estadístico para evaluar el grado de influencia de las variables climáticas sobre la apertura estomática. Se encontró una correlación negativa entre la temperatura del aire y la conductancia estomática, lo que sugiere una respuesta de cierre parcial de los estomas frente a altas temperaturas. Por el contrario, se observó una correlación positiva con la humedad relativa, lo que indica que condiciones atmosféricas más húmedas favorecen la apertura estomática. Las condiciones óptimas para una mayor apertura estomática se identificaron en torno a los 23 °C y 60 % de humedad relativa. Estos hallazgos proporcionan información relevante para la toma de decisiones agronómicas y podrían contribuir al diseño de estrategias de manejo frente a escenarios climáticos adversos.

Palabras clave: estrés abiótico, humedad relativa, temperatura, ACP (Análisis de Componentes Principales)

Introducción

Los períodos de precosecha y poscosecha son etapas críticas que influyen en el rendimiento y el potencial productivo futuro de los cerezos dulces (*Prunus avium* L.) en Chile. Durante estas fases, factores de estrés abiótico, como las altas temperaturas y la baja humedad relativa (HR), típicas de la primavera y el verano, pueden afectar negativamente el metabolismo y desarrollo de la planta, induciendo daños fisiológicos irreversibles (Wahid et al., 2007). Actualmente, las temperaturas globales y la demanda de agua para uso agrícola están en aumento, y en este contexto, identificar umbrales climáticos óptimos asociados a la conductancia estomática (g_s), medida en $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, es una herramienta clave para diseñar estrategias de mitigación frente a eventos de estrés hídrico o térmico (Driesen et al., 2020). La conductancia estomática cuantifica el flujo de vapor de agua liberado a través de los estomas durante la transpiración. Una disminución en g_s indica el cierre estomático, lo que reduce la pérdida de agua por transpiración y limita la tasa de fotosíntesis al restringir la entrada de CO_2 , desempeñando un papel vital en el equilibrio entre la pérdida de agua y la producción fotosintética (Nilson y Assmann, 2007; Lawson y Vialet-Chabrand, 2019; Damour et al., 2010; Driesen et al., 2020). Por lo tanto, comprender y monitorear la conductancia estomática junto con las condiciones climáticas permite implementar prácticas de manejo más precisas, como ajustes en el riego y la aplicación de bioestimulantes, para mitigar los efectos del estrés térmico e hídrico en los cerezos dulces. Estas estrategias son esenciales para mantener la productividad y sostenibilidad del huerto en el contexto del cambio climático.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante la temporada 2023–2024 en Agrícola Doña Consuelo Ltda., ubicada en Romeral, Región del Maule, Chile (35°01'49.4"S, 71°21'58.0"W). El huerto está establecido bajo un sistema de conducción en eje central con riego por goteo. El material vegetal corresponde al cultivar ‘Santina’ injertado sobre portainjerto Colt (Tabla 1).

Tabla 1. Material vegetal.

Variedad	Portainjerto	Marco de Plantación (m.)	Densidad de Plantación (Plantas ha ⁻¹)	Sistema de conducción	Año de plantación
Santina	Colt	4,5 x 2,2	1.111	Eje Central	2016

El estudio consistió en el monitoreo de 15 árboles seleccionados por su similitud. Se realizaron seis mediciones a lo largo de la temporada: tres durante la etapa de precosecha y tres durante la etapa de poscosecha. Las variables evaluadas incluyeron: conductancia estomática (g_s), temperatura foliar (°C), humedad relativa foliar (%), temperatura ambiente (°C) y humedad relativa ambiente (%). Las mediciones se realizaron en hojas maduras completamente expandidas, provenientes de brotes de dos años, ubicadas entre 1,4 y 2,2 metros de altura. En cada punto de medición, se registraron datos por hora durante un período continuo de 9 horas entre las 10:00 y las 18:00 h. Para comprender el efecto de las condiciones agroclimáticas, se analizaron los datos correspondientes a los seis momentos de medición, y se realizó un análisis de componentes principales (ACP) utilizando el software de código abierto RStudio (versión 2023.09.1), con el fin de determinar el efecto de las variables analizadas sobre g_s . Finalmente, se creó un mapa de calor para proporcionar una visualización gráfica del comportamiento de los datos de g_s , comparándolos con la HR y la temperatura ambiente, utilizando el software RStudio.

El análisis de componentes principales (ACP) (Figura 1) explicó el 88,9% de la variabilidad total a través de los dos primeros componentes principales. La conductancia estomática mostró una correlación positiva con la humedad relativa foliar y con la humedad medida por el sensor. En contraste, la temperatura foliar, la temperatura ambiente y la hora del día presentaron una correlación positiva entre sí, pero una correlación negativa con g_s .

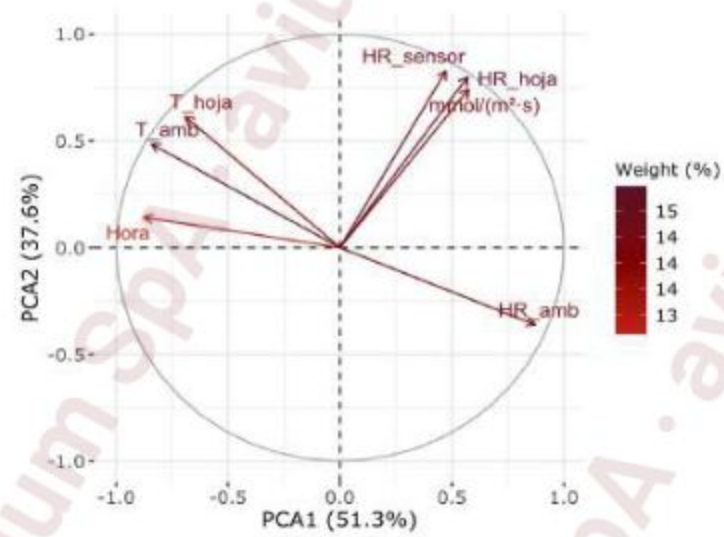


Figura 1. Análisis de Componentes Principales.

Donde $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ representa la conductancia estomática, RH_sensor es la humedad relativa (%) registrada por el sensor, RH_leaf es la humedad relativa (%) de la hoja, T_leaf es la temperatura foliar (°C), T_air es la temperatura ambiente (°C), Time se refiere al horario diario de medición, y RH_air es la humedad relativa ambiente (%).

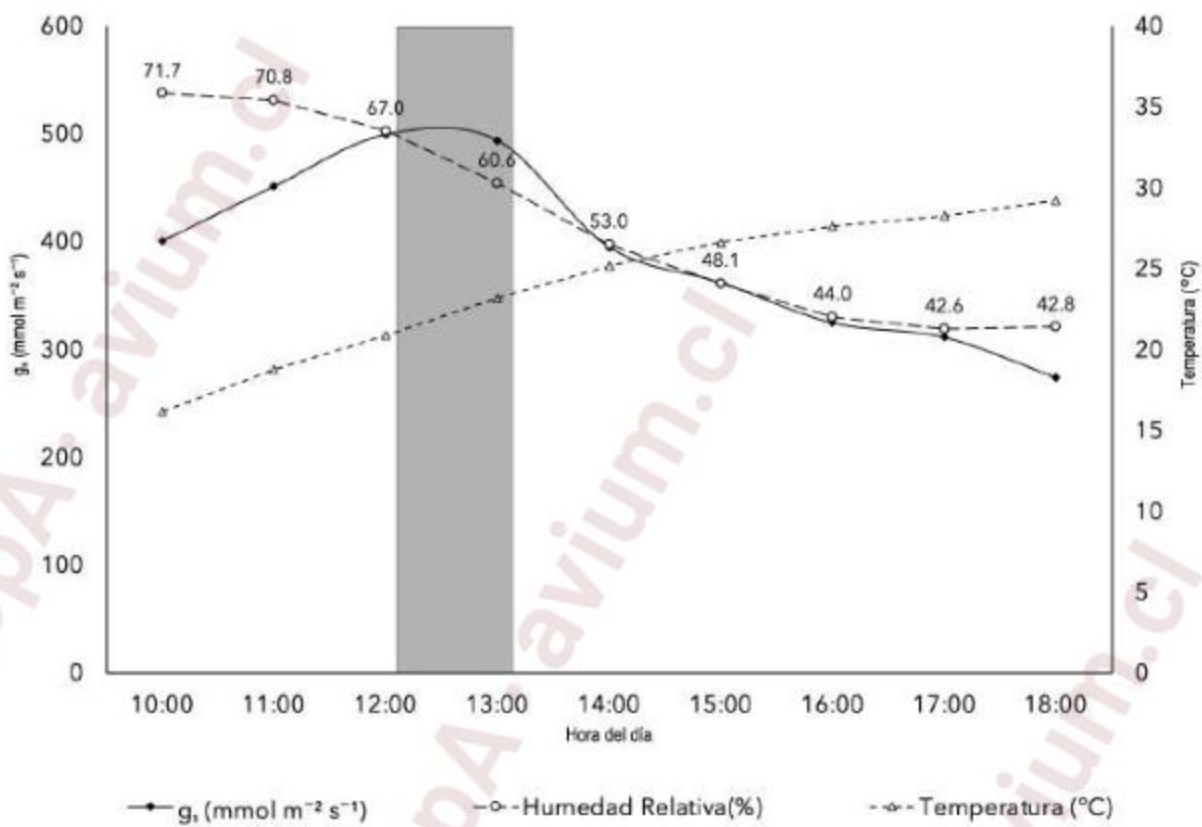


Figura 2. Curva diaria de conductancia estomática ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), humedad relativa (HR) y temperatura ambiente (°C) bajo condiciones climáticas de primavera-verano en la zona central de Chile. El área sombreada indica el umbral óptimo donde se observaron los valores más altos de g_s en este estudio.

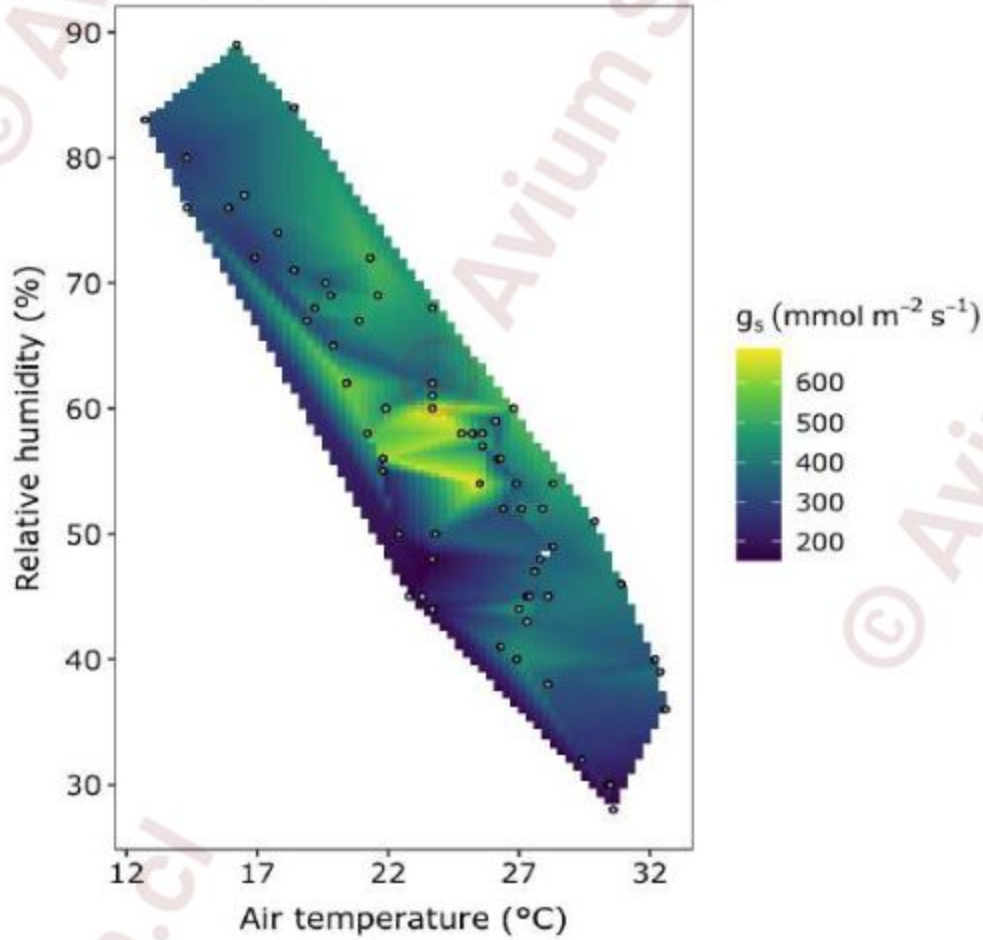


Figura 3. Mapa de calor: Conductancia estomática ($\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), Humedad relativa (%) y Temperatura (°C) en ‘Santina’.

CONCLUSIONES

El análisis de componentes principales (ACP) mostró que la conductancia estomática en cerezos dulces ‘Santina’, expresada en $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, está influenciada principalmente por variables relacionadas con la humedad relativa (HR foliar y HR registrada por el sensor), las cuales se proyectan en la misma dirección que esta variable fisiológica en el biplot de cargas factoriales. Esto sugiere una relación directa y positiva entre la apertura estomática y el aumento de la humedad relativa. En contraste, variables como la temperatura foliar, la temperatura ambiente y la hora del día se correlacionaron negativamente con la conductancia estomática, lo que indica una tendencia al cierre de los estomas a medida que estos factores aumentan. Entre las condiciones ambientales analizadas, una temperatura ambiente de 23 °C y una humedad relativa del 60 % favorecieron una mayor apertura estomática entre las 12:00 y 13:00 h.

LITERATURA CITADA

Damour, G., Simonneau, T., Cochard, H. and Urban, L. (2010). An overview of models of stomatal conductance at the leaf level. Plant, Cell & Environment, 33: 1419-1438.
Driesen, E., Van den Ende, W., De Proft, M., and Saeys, W. (2020). Influence of Environmental Factors Light, CO₂, Temperature, and Relative Humidity on Stomatal Opening and Development: A Review. Agronomy, 10(12), 1975.
Lawson, T. and Vialet-Chabrand, S. (2019). Speedy stomata, photosynthesis and plant water use efficiency. New Phytol, 221: 93-98.
Nilson, S. E., and Assmann, S. M. (2006). The Control of Transpiration. Insights from Arabidopsis. PLANT PHYSIOLOGY, 143(1), 19-27.
Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., and Foolad, M. R. (2007). Heat tolerance in plants: An overview. Environ. Exp. Bot. 61, 199–223.

AGRADECIMIENTOS

Álvaro Salas L., Agrícola Doña Consuelo Ltda., Chile