

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**INFLUENCIA DEL RALEO COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR EL  
TAMAÑO DEL FRUTO EN CEREZO 'CORAZÓN DE PALOMA'**

**POR**

**YENIFER PRISCILA BADILLA CANALES**

**MEMORIA PRESENTADA A LA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**CHILLÁN – CHILE  
2025**

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**INFLUENCIA DEL RALEO COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR EL  
TAMAÑO DEL FRUTO EN CEREZO 'CORAZÓN DE PALOMA'**

**POR**

**YENIFER PRISCILA BADILLA CANALES**

**MEMORIA PRESENTADA A LA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**CHILLÁN – CHILE**

**2025**

Aprobada por:

Profesor Asociado, Richard Bastías I.  
Ing. Agrónomo, Mg. Hort. Ph.D.

---

Guía

Profesor Asistente, Miguel Garriga C.  
Lic. Biología, Mg. Hort. Dr. Cs.

---

Asesor

Profesional Superior, Ignacio Urra U.  
Ing. Agrónomo, Mg. Cs.

---

Asesor

Profesor Asociado, Guillermo Wells M.  
Ing. Agrónomo, Mg. Cs.

---

Decano

**TABLA DE CONTENIDOS**

	<b>Página</b>
Resumen .....	1
Summary .....	2
Introducción .....	2
Materiales y Métodos .....	5
Resultados y Discusión .....	7
Conclusiones .....	14
Referencias .....	14

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

		<b>Página</b>
Figura 1	Relación entre el peso del fruto (g) y la relación hoja-fruto ( $\text{cm}^2$ hoja fruto <sup>-1</sup> ) en cerezos 'Corazón de Paloma' bajo distintas intensidades de raleo en huertos de tres localidades de Quillón: Coyanco (a), Peñablanca (b) y La Gloria (c).....	11
Tabla 1	Tratamientos de intensidad de raleo, expresados en número de frutos que se dejaron por cada dardo frutal, aplicados en cerezos 'Corazón de Paloma' en tres huertos ubicados en las localidades de Coyanco, Peñablanca y La Gloria, comuna de Quillón, Región de Ñuble.....	6
Tabla 2	Influencia de distintas intensidades de raleo en el peso del fruto (g), diámetro del fruto (mm), área foliar ( $\text{cm}^2$ ) y relación hoja-fruto ( $\text{cm}^2$ hoja fruto <sup>-1</sup> ) en huertos de cerezo 'Corazón de Paloma' ubicados en las localidades de Coyanco, Peñablanca y La Gloria, comuna de Quillón, Región de Ñuble. ....	8
Tabla 3	Influencia de distintas intensidades de raleo en la firmeza ( $\text{g mm}^{-1}$ ), sólidos solubles (°Brix), acidez (% ácido cítrico) y relación azúcar-acidez en huertos de cerezo 'Corazón de Paloma' ubicados en Coyanco, Peñablanca y La Gloria, comuna de Quillón, Región de Ñuble.....	13

## **INFLUENCIA DEL RALEO COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR EL TAMAÑO DEL FRUTO EN CEREZO ‘CORAZÓN DE PALOMA’**

INFLUENCE OF THINNING AS A STRATEGY TO IMPROVE FRUIT SIZE IN ‘CORAZÓN DE PALOMA’ SWEET CHERRY

**Palabras índice adicionales:** carga frutal, crecimiento de fruto, cereza patrimonial, *Prunus avium* L.

### **RESUMEN**

El cultivar de cerezo ‘Corazón de Paloma’, de alto valor patrimonial en la Región de Ñuble, presenta frutos de reducido tamaño que limitan su competitividad comercial. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes intensidades de raleo de frutos sobre la relación hoja-fruto, el tamaño y otros atributos de calidad en huertos de las localidades de Coyanco, Peñablanca y La Gloria. Se aplicaron tres intensidades de raleo: alta (1 - 5 frutos por dardo), media (3 - 8 frutos por dardo) y sin raleo (control). En Coyanco, el raleo de alta intensidad incrementó la relación hoja-fruto en un 284 % ( $p = 0,001$ ), sin afectar significativamente el tamaño del fruto. En Peñablanca, el raleo de alta intensidad incrementó el peso del fruto en un 13 % ( $p = 0,0436$ ), pero sin efecto significativo sobre la relación hoja-fruto. En La Gloria, el raleo de intensidad alta incrementó el área foliar ( $p = 0,040$ ) y la relación hoja-fruto ( $p = 0,025$ ) en un 40 % y 260 %, sin efecto significativo sobre el tamaño del fruto. Solo en esta localidad se encontró una relación significativa y positiva entre la relación hoja-fruto y el peso del fruto ( $R^2 = 0,70$ ;  $p = 0,0049$ ). Estos resultados sugieren que la técnica de raleo de frutos solo asegura un incremento parcial del tamaño de fruto en cerezas ‘Corazón de Paloma’, debido a su baja consistencia con la relación hoja-fruto bajo las condiciones particulares de producción de este cultivar en las localidades estudiadas.

## SUMMARY

The sweet cherry cultivar Corazón de Paloma, a variety of high heritage value in the Ñuble Region, produces small fruits, limiting its commercial competitiveness. The objective of this study was to evaluate the effect of different fruit-thinning intensities on the leaf-to-fruit ratio, fruit size, and other quality attributes in orchards located in Coyanco, Peñablanca, and La Gloria. Three thinning intensities were applied: high (1 - 5 fruits per spur), medium (3 - 8 fruits per spur), and no thinning (control). In Coyanco, high-intensity thinning increased the leaf-to-fruit ratio by 284 % ( $p = 0.001$ ), without significantly affecting fruit size. In Peñablanca, high-intensity thinning increased fruit weight by 13 % ( $p = 0.0436$ ) but had no significant effect on the leaf-to-fruit ratio. In La Gloria, the high-intensity treatment increased leaf area ( $p = 0.040$ ) and the leaf-to-fruit ratio ( $p = 0.025$ ) by 40 % and 260 %, respectively, without significantly affecting fruit size. Only in this locality was a significant positive relationship found between the leaf-to-fruit ratio and fruit weight ( $R^2 = 0.70$ ;  $p = 0.0049$ ). These results suggest that fruit thinning only ensures a partial increase in fruit size in 'Corazón de Paloma' cherries, due to its low consistency with the leaf-fruit ratio under the particular production conditions of this cultivar in the locations studied.

## INTRODUCCIÓN

El cultivar de cereza 'Corazón de Paloma', cuyo origen exacto se desconoce, se cree que proviene de los antiguos cultivares europeos 'Napoleón', 'Bigarreaux Napoleón' o 'Royal Ann', registrados por primera vez en Alemania alrededor del año 1700 y posteriormente distribuidos en Estados Unidos y Canadá (Hedrick, 1915). En Chile, fue introducido y se produce desde la época colonial y hoy en día se encuentran huertos principalmente en la región de Ñuble, adquiriendo por ello un valor patrimonial (Lemus, 2005). En los últimos años, la superficie cultivada con cereza 'Corazón de Paloma' ha experimentado una importante reducción llegando a representar menos de la mitad de lo que se cultivaba hace apenas cinco años, lo que evidencia una tendencia preocupante a la sustitución de este cultivar por otros

de comportamiento más predecible o mayor rentabilidad, situación que amenaza la conservación de un cultivar tradicional de valor patrimonial para la fruticultura chilena (CIREN, 2020).

Uno de los principales problemas identificados en este cultivar es la alta proporción de frutos de tamaño pequeño (Bastías *et al.*, 2023), lo que limita significativamente su valor comercial y afecta la rentabilidad del productor, dado que el tamaño del fruto es un criterio clave en la determinación del precio de venta en los mercados (González-Villagra *et al.*, 2024). En el caso de 'Corazón de Paloma', se ha logrado identificar que el pequeño tamaño de los frutos se asocia a una baja capacidad de fotosíntesis y limitado desarrollo foliar de las plantas, que impiden alcanzar una relación hoja-fruto óptima y, por ende, restringen el potencial de crecimiento y desarrollo del fruto, especialmente bajo condiciones edafoclimáticas restrictivas (baja fertilidad, deficiencias hídricas y limitaciones físicas del suelo) propias de los huertos de la comuna de Quillón, principal zona productora de este cultivar (Bastías *et al.*, 2023). Este escenario no solo refleja los desafíos productivos del cultivar, sino que también evidencia la ausencia de estudios sobre el manejo de la carga frutal en 'Corazón de Paloma' y el desconocimiento de su comportamiento fisiológico, lo que ha limitado el desarrollo de estrategias específicas de manejo. Comprender cómo el ajuste de carga influye en la relación hoja-fruto y en la partición de los fotoasimilados es fundamental para mejorar el tamaño y la calidad del fruto, contribuyendo así a optimizar la productividad y sostenibilidad de este cultivar tradicional (Bastías *et al.*, 2023).

En el cerezo (*Prunus avium* L.), la sincronización entre el crecimiento activo de las ramas y el desarrollo del fruto genera un periodo de alta competencia interna por los fotoasimilados, lo que condiciona fuertemente el destino de los recursos generados por las fuentes fotosintéticas que normalmente son las hojas (Guimond *et al.*, 1998). Dada la limitada oferta de carbohidratos del árbol, resulta imprescindible ajustar la demanda a través del raleo de frutos, una técnica orientada a reducir la competencia y mejorar la disponibilidad de recursos desde las hojas por unidad de fruto (Link, 2000). En este contexto, la relación hoja-fruto definida como

el área foliar ( $\text{cm}^2$ ) disponible por fruto, se establece como un indicador fisiológico clave, ya que determina la capacidad de la planta para abastecer adecuadamente de fotoasimilados a los órganos sumidero, tales como frutos, brotes y raíces (Roper y Loescher, 1987). Diversos estudios han demostrado que una relación hoja-fruto adecuada favorece la acumulación de carbohidratos y estimula el crecimiento celular, lo que promueve frutos de mayor tamaño, mejor firmeza y concentración de sólidos solubles (Whiting y Lang, 2004; Whiting y Ophardt, 2005).

En consecuencia, el manejo de la carga frutal mediante el raleo constituye una herramienta determinante no solo para regular el rendimiento, sino también para alcanzar los estándares de calidad exigidos por los mercados de exportación (González-Villagra *et al.*, 2024). En consecuencia, se plantea que la técnica de raleo de frutos en 'Corazón de Paloma' puede optimizar la relación hoja-fruto, favoreciendo una mayor partición de fotoasimilados hacia los frutos y, por ende, mejorar su tamaño y calidad comercial, tal como se ha observado en otros cultivares tradicionales (Ayala y Andrade, 2009). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del raleo de frutos sobre la relación hoja-fruto y su impacto en el tamaño y calidad en cerezo 'Corazón de Paloma'.

### **HIPÓTESIS**

El ajuste de carga frutal mediante el raleo incrementa la relación hoja-fruto, favoreciendo un mayor tamaño de fruto en el cultivar de cerezo 'Corazón de Paloma'.

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la práctica de raleo como estrategia para mejorar el tamaño de los frutos en huertos de cerezo 'Corazón de Paloma'.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer diferentes intensidades de raleo de frutos en huertos de cerezo 'Corazón de Paloma' ubicados en tres localidades de la comuna de Quillón.
- Cuantificar su influencia en la relación hoja-fruto, el tamaño de los frutos y otros parámetros de calidad.

- Relacionar la variación del tamaño del fruto con las variaciones de la relación hoja-fruto bajo distintas intensidades de raleo en cada localidad.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Material vegetal experimental**

El estudio se llevó a cabo durante la temporada 2023 - 2024, en tres huertos de cerezos del cultivar Corazón de Paloma, ubicados en la comuna de Quillón, provincia de Diguillín, Región de Ñuble. La zona se caracteriza por un clima mediterráneo cálido con moderada influencia costera, caracterizado por inviernos templados, veranos calurosos y secos, y marcada oscilación térmica diaria. Los huertos están establecidos sobre suelos pertenecientes a la serie Quillón, que se clasifica en el orden taxonómico de los Entisoles, miembro de la familia arenosa, mixta, térmica de los Dystric Xerorthents. Se trata de suelos jóvenes, formados a partir de un substrato de gravas, piedras y arenas, o bien sobre arenas gruesas. Se caracterizan por ser suelos profundos, moderadamente estratificados y excesivamente drenados (SITRURAL, 2023).

El primer huerto, ubicado en la localidad de Coyanco ( $36^{\circ}45'0.34''\text{S}$ ;  $72^{\circ}32'45.63''\text{O}$ ), fue establecido hace 9 años. El segundo, en Peñablanca ( $36^{\circ}43'49.29''\text{S}$ ;  $72^{\circ}34'49.39''\text{O}$ ) establecido hace 10 años, mientras que el tercer huerto se encuentra situado en La Gloria ( $36^{\circ}43'15.22''\text{S}$ ;  $72^{\circ}33'47.74''\text{O}$ ) establecido hace 40 años. En las tres localidades los árboles están conducidos en un sistema de vaso español y con un marco de plantación de 5 x 3 m entre hileras y sobre hilera, respectivamente. Los huertos de Coyanco y Peñablanca están injertados sobre el portainjerto Colt, mientras que los de la localidad de La Gloria sobre Guindo ácido. El riego en Peñablanca y La Gloria corresponde a un sistema de goteo con doble línea y goteros espaciados a 50 cm, con un caudal de  $2 \text{ L h}^{-1}$ ; en cambio, el huerto de Coyanco no dispone de riego.

### **Diseño experimental y tratamientos**

Los tratamientos de raleo de frutos se establecieron mediante un diseño experimental de bloques completos al azar aplicado de manera independiente en

cada huerto. En cada localidad se dispusieron tres bloques, dentro de los cuales se asignó una planta por tratamiento, considerando como factores de bloqueo la pendiente y el tipo de suelo propios de cada localidad. La unidad experimental fue una planta individual, a la cual se aplicó el raleo según la intensidad asignada. En consecuencia, cada tratamiento contó con tres repeticiones por localidad. Los tratamientos consistieron en diferentes intensidades de raleo, definidas por el número de frutos mantenidos por dardo frutal (Tabla 1). El raleo se efectuó manualmente, ajustando la carga según la condición natural observada en cada huerto.

Tabla 1. Tratamientos de intensidad de raleo, expresados en número de frutos que se dejaron por cada dardo frutal, aplicados en cerezos 'Corazón de Paloma' en tres huertos ubicados en las localidades de Coyanco, Peñablanca y La Gloria, comuna de Quillón, Región de Ñuble.

Intensidad de raleo	Localidades		
	Coyanco	Peñablanca	La Gloria
Alta	1 - 2 frutos por dardo	1 - 4 frutos por dardo	1 - 5 frutos por dardo
Media	3 - 4 frutos por dardo	4 - 6 frutos por dardo	6 - 8 frutos por dardo
Control (sin raleo)	5 o más frutos por dardo	6 o más frutos por dardo	8 o más frutos por dardo

Fuente: elaboración propia.

Para las tres localidades, los tratamientos de raleo de frutos se realizaron a los 32 días después de plena floración (DDPF), que equivale al estado fenológico 75 en la escala BBCH (Fadón *et al.*, 2015) y en que el fruto se encuentra en estado de color verde y que precede al término de la fase endurecimiento del carozo.

## Evaluaciones

### Tamaño de frutos y relación hoja-fruto

Para cada tratamiento y árbol se seleccionaron aleatoriamente cinco dardos frutales, en los que se contabilizó y cosechó la totalidad de los frutos. A cada fruto se le determinó el peso individual (g) utilizando una balanza digital modelo

A6702231 (Veto, Santiago, Chile) y el diámetro ecuatorial (mm) mediante un equipo Firmtech-2 (Bioworks, Wamego, EE. UU.).

En los mismos dardos se determinó el área foliar ( $\text{cm}^2$ ). Para ello, todas las hojas fueron removidas y dispuestas individualmente sobre un escáner de impresora multifuncional Ecotank L4150 (EPSON, Suwa, Japón), junto con una escala de referencia con regla milimetrada. Las imágenes obtenidas se almacenaron en formato digital y, posteriormente, se analizaron con el software ImageJ (Schneider et al., 2012) para estimar el área foliar total. La relación hoja-fruto ( $\text{cm}^2 \text{ hoja fruto}^{-1}$ ) se calculó dividiendo el área foliar total del dardo por el número de frutos contabilizados en este.

### **Parámetros de calidad de fruto**

En los mismos frutos se evaluaron distintos parámetros de calidad. La firmeza ( $\text{g mm}^{-1}$ ) se determinó utilizando un analizador Firmtech-2 (Bioworks, Wamego, EE. UU.). Posteriormente, se midió la concentración de sólidos solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) y la acidez (% de ácido cítrico) con un refractómetro digital PAL-1 (Atago, Tokio, Japón). Para la determinación de la acidez, se utilizó 1 mL de jugo de fruta diluido en 49 mL de agua desmineralizada. Con los valores obtenidos de sólidos solubles y de acidez se calculó la relación azúcar/acidez.

### **Análisis estadístico**

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95 %, previa verificación de los supuestos de normalidad mediante prueba de Shapiro-Wilk ( $\alpha = 0,05$ ) y homogeneidad de varianzas mediante prueba de Levene ( $\alpha = 0,05$ ).

Cuando se detectaron diferencias significativas, las medias se compararon mediante el método de Fisher (LSD) con el mismo nivel de confianza (95 %). Asimismo, se efectuaron análisis de regresión lineal considerando un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  para evaluar las relaciones entre las variables. Todos los análisis se llevaron a cabo con el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2007).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Tamaño de frutos y relación hoja-fruto**

En la localidad de Coyanco, los tratamientos de intensidad de raleo no afectaron significativamente el peso, el diámetro ni el área foliar de los árboles ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, se observó un efecto significativo sobre la relación hoja-fruto ( $p = 0,001$ ), donde los dardos frutales en el tratamiento de intensidad de raleo alta presentaron un valor promedio de  $152,1 \text{ cm}^2 \text{ hoja fruto}^{-1}$ , superando en un 284 % al estimado bajo el tratamiento control ( $39,6 \text{ cm}^2 \text{ hoja fruto}^{-1}$ ) (Tabla 2).

Tabla 2. Influencia de distintas intensidades de raleo en el peso del fruto (g), diámetro del fruto (mm), área foliar ( $\text{cm}^2$ ) y relación hoja-fruto ( $\text{cm}^2 \text{ hoja fruto}^{-1}$ ) en huertos de cerezo 'Corazón de Paloma' ubicados en las localidades de Coyanco, Peñablanca y La Gloria, comuna de Quillón, Región de Ñuble.

Localidades	Intensidad de raleo	Peso del fruto (g)	Diámetro (mm)	Área foliar ( $\text{cm}^2$ )	Relación hoja-fruto ( $\text{cm}^2 \text{ fruto}^{-1}$ )
Coyanco	Alta	$6,9 \pm 0,3$ a	$23,7 \pm 0,4$ a	$163,8 \pm 25,0$ a	$152,1 \pm 14,6$ a
	Media	$6,9 \pm 0,4$ a	$23,3 \pm 0,4$ a	$136,4 \pm 11,6$ a	$53,7 \pm 7,9$ b
	Control	$6,5 \pm 0,1$ a	$23,1 \pm 0,2$ a	$158,7 \pm 12,9$ a	$39,6 \pm 1,6$ b
<i>p-valor</i>		<i>0,6665</i>	<i>0,5447</i>	<i>0,5701</i>	<i>0,001*</i>
Peñablanca	Alta	$7,7 \pm 0,5$ a	$25,2 \pm 0,4$ a	$208,4 \pm 11,6$ a	$61,2 \pm 10,7$ a
	Media	$8,0 \pm 0,6$ a	$25,0 \pm 0,6$ a	$188,8 \pm 19,6$ a	$44,0 \pm 7,9$ a
	Control	$6,3 \pm 0,4$ a	$22,3 \pm 0,7$ b	$158,4 \pm 34,6$ a	$20,0 \pm 2,8$ a
<i>p-valor</i>		<i>0,1235</i>	<i>0,0436*</i>	<i>0,3949</i>	<i>0,0586</i>
La Gloria	Alta	$7,5 \pm 0,1$ a	$24,1 \pm 0,0$ a	$187,4 \pm 12,9$ a	$70,8 \pm 12,9$ a
	Media	$7,7 \pm 0,5$ a	$24,4 \pm 0,6$ a	$189,5 \pm 15,4$ a	$45,2 \pm 5,8$ ab
	Control	$6,1 \pm 0,4$ a	$22,2 \pm 0,7$ a	$133,9 \pm 4,7$ b	$19,7 \pm 2,8$ b
<i>p-valor</i>		<i>0,1414</i>	<i>0,1607</i>	<i>0,0400*</i>	<i>0,0250*</i>

Los valores corresponden a la media  $\pm$  desviación estándar. Letras diferentes en la misma columna y el símbolo \* indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba LSD de Fisher ( $p < 0,05$ ).

Los resultados obtenidos en esta localidad demuestran que, aunque el tratamiento de raleo de intensidad alta mejoró la relación hoja-fruto, no fue suficiente

para lograr mejoras significativas en el tamaño de los frutos (Tabla 2). Lo anterior puede deberse a que el valor de relación hoja-fruto obtenido con este tratamiento ( $152 \text{ cm}^2 \text{ hoja fruto}^{-1}$ ) se encuentra por debajo del umbral considerado óptimo para un adecuado suministro de fotoasimilados al fruto en cerezos, que equivale a  $200 \text{ cm}^2 \text{ hoja fruto}^{-1}$  (Whiting y Lang, 2004; Roper y Loescher, 1987). Whiting y Lang (2004) evaluaron el efecto de la relación hoja-fruto sobre el tamaño de frutos en cerezos 'Bing' describiendo una curva asintótica en la cual el peso de los frutos aumenta rápidamente con el incremento del área foliar por fruto hasta alcanzar un punto de equilibrio superior a  $200 \text{ cm}^2 \text{ hoja fruto}^{-1}$ . Un estudio similar permitió identificar que sobre un umbral de relación hoja-fruto de  $250 \text{ cm}^2 \text{ hoja fruto}^{-1}$ , la mejora de peso de los frutos es mínima y por debajo de dicho valor la capacidad de suministro o partición de asimilados desde las hojas se vuelve limitante para garantizar un adecuado crecimiento de frutos (Robinson et al., 2012). Por lo anterior, es probable que los valores de relación hoja-fruto mínima requerida para generar un efecto significativo en el tamaño de los frutos de cerezos 'Corazón Paloma' estén por sobre el valor máximo observado en la localidad de Coyanco, lo cual coincide con lo reportado por Neilsen *et al.* (2016) y Rutkowski y Łysiak (2022) en estudios similares con otros cultivares de cerezas.

Cabe destacar que el diámetro y el peso de fruto observados en las tres localidades fueron inferiores a 25,2 mm y a 8 g, respectivamente (Tabla 2). Estos valores se encuentran por debajo del rango reportado como óptimo para cerezas de alta calidad comercial, específicamente, 29-30 mm y 11 - 13 g (Rutkowski y Łysiak, 2022). Dichos valores solo son factibles de alcanzar cuando la relación hoja-fruto supera aproximadamente  $250 \text{ cm}^2 \text{ hoja fruto}^{-1}$  (Whiting y Lang, 2004; Robinson et al., 2012), lo que no fue observado en ninguno de los tratamientos y localidades del presente estudio (Tabla 2).

En la localidad de Peñablanca, los tratamientos de raleo no mostraron un efecto significativo sobre el peso de fruto, área foliar ni relación hoja-fruto ( $p > 0,05$ ), pero sí sobre el diámetro ( $p = 0,0436$ ) (Tabla 2). Los tratamientos de raleo de intensidad alta alcanzaron un diámetro promedio de 25,2 mm, lo que representa un incremento

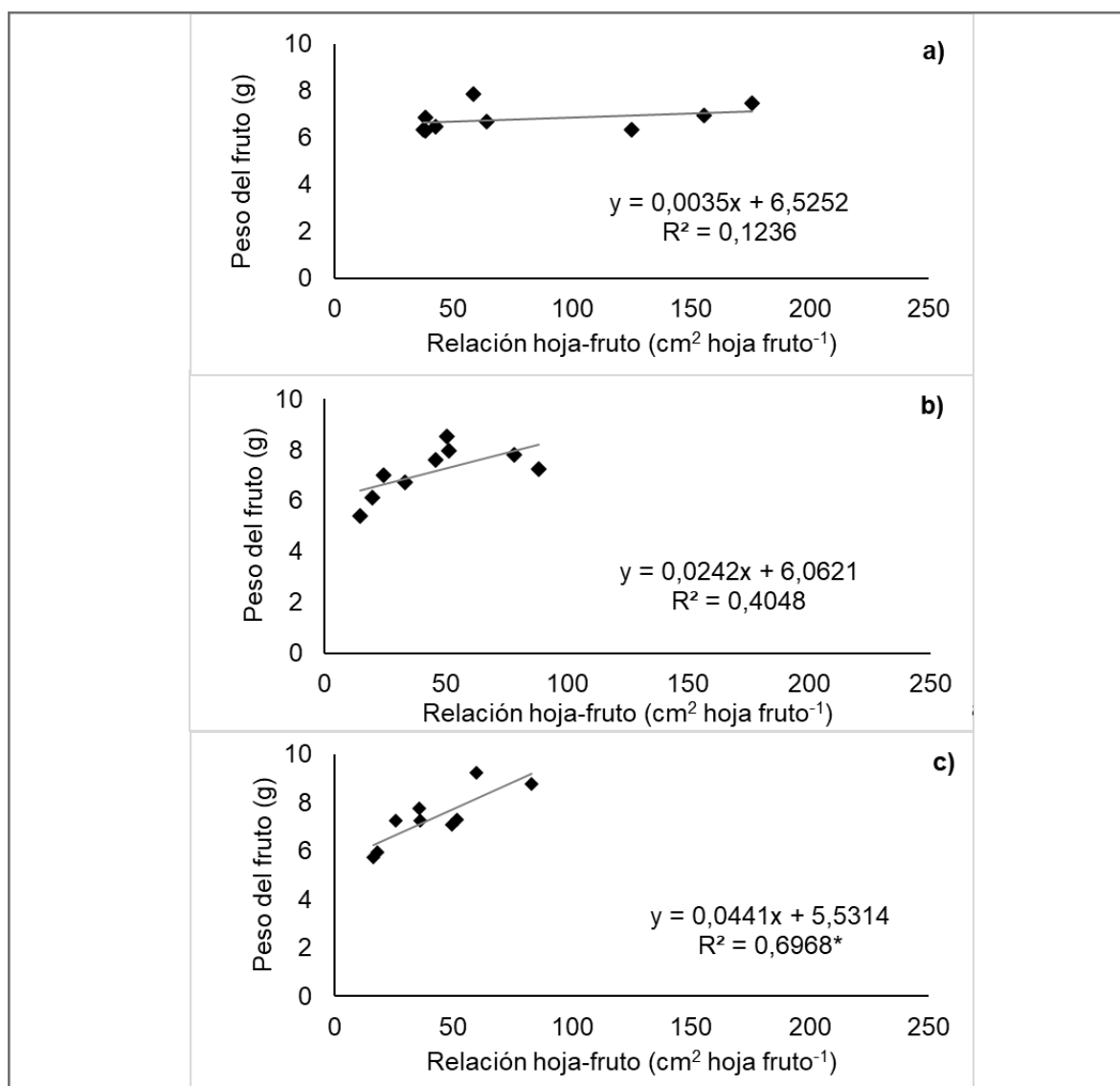
del 13 % en el tamaño del fruto respecto al control (Tabla 2). Esto demuestra que la intervención del raleo fue efectiva para garantizar mejoras en el tamaño de la fruta en esta localidad. Si bien el área foliar y la relación hoja-fruto no presentaron diferencias significativas por efecto de los tratamientos de raleo en esta localidad, los valores de área foliar de los dardos fueron superiores a los de Coyanco, lo que sugiere que las condiciones del huerto en esta localidad serían más favorables para el desarrollo foliar de los dardos. En este sentido, hay que considerar que en Peñablanca la cantidad de frutos que se dejó por dardo fue superior a la de Coyanco (Tabla 2), lo que sugiere que un ajuste mayor en términos de números de frutos podría haber permitido una mayor respuesta en el crecimiento del fruto frente a la práctica de raleo realizada, demostrando la necesidad de realizar ajustes en el raleo de acuerdo a las condiciones particulares de cada huerto, tal como ha sido planteado en previos estudios (Robinson et al., 2012). En este mismo contexto, resulta interesante que el incremento del diámetro de frutos para el huerto de Peñablanca no se acompañó de un aumento significativo en la relación hoja-fruto (Tabla 2). Esto sugiere que el aumento del tamaño de frutos por efecto del raleo en el cultivar Corazón de Paloma no se explica exclusivamente por la relación hoja-fruto, sino que pueden existir otros mecanismos de control del crecimiento de frutos, posiblemente asociados a otros factores fisiológicos, genéticos o edafoclimáticos que también influyen en este aspecto (Robinson et al., 2012).

En la localidad de La Gloria, los tratamientos de raleo no modificaron significativamente el peso ni el diámetro del fruto ( $p > 0,05$ ), pero sí el área foliar ( $p = 0,040$ ) y la relación hoja-fruto ( $p = 0,025$ ). En el tratamiento con raleo de intensidad alta, el área foliar aumentó en un 40 % respecto al control, mientras que la relación hoja-fruto se incrementó en un 260 % (Tabla 2). Sin embargo, al igual que en Coyanco y Peñablanca, estos incrementos no se tradujeron en un mayor tamaño de fruto.

Estos resultados refuerzan la idea de que en el cultivar Corazón de Paloma no existe una relación directa entre la relación hoja-fruto y el tamaño del fruto, debido probablemente a que los niveles de relación de hoja-fruto en este cultivar se

encuentran por debajo al óptimo reportado (Whiting y Lang, 2004; Robinson et al., 2012). Lo anterior se ve reflejado en el análisis de regresión entre el peso del fruto y la relación hoja-fruto (Figura 1).

Figura 1. Relación entre el peso del fruto (g) y la relación hoja-fruto ( $\text{cm}^2$  hoja fruto $^{-1}$ ) en cerezos 'Corazón de Paloma' bajo distintas intensidades de raleo en huertos de tres localidades de Quillón: Coyanco (a), Peñablanca (b) y La Gloria (c).



Los datos fueron analizados mediante regresión lineal, considerando un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ .

Aun cuando se aprecia una relación positiva entre la variación de la relación

hoja-fruto y la variación del peso de fruto en las tres localidades, esta relación fue estadísticamente significativa ( $R^2 = 0,70$ ;  $p = 0,0049$ ) solo en la localidad de La Gloria (Figura 1c). En este caso, la relación hoja-fruto explicó el 70 % de la variabilidad del peso del fruto. En esta misma localidad, los tratamientos de raleo produjeron aumentos significativos tanto en el área foliar como en la relación hoja-fruto, pero no en el peso ni en el diámetro de fruto (Tabla 2). Esto se podría explicar por la variabilidad interna dentro de cada tratamiento asociada a limitaciones por envejecimiento de la madera frutal, considerando que en los tres huertos no se realiza con frecuencia el manejo de poda de renovación, lo que puede generar una distribución heterogénea de los asimilados, atenuando el efecto directo del área foliar sobre el peso individual (Fanwoua et al., 2014 y Paoletti et al., 2021).

Por lo tanto, se demuestra que la técnica de raleo mejora parcialmente el tamaño de fruto en el cultivar Corazón de Paloma. Sin embargo, este incremento no se explica por completo por variaciones en la relación hoja-fruto, lo que sugiere la influencia de otros factores relacionados con estas respuestas.

En el diagnóstico realizado por Bastías et al. (2023) se analizaron las condiciones edáficas y de manejo de las tres localidades de estudio, lo que evidenció que los huertos de cerezas 'Corazón de Paloma' se encuentran establecidos sobre suelos con bajos niveles de materia orgánica, nitrógeno disponible y carencia de otros nutrientes esenciales. Estas limitaciones nutricionales podrían estar afectando la división celular y el desarrollo de los frutos, lo que se traduce en una menor cuaja, frutos de menor calibre y bajo vigor vegetativo de los árboles (Rowley, 2013). Asimismo, este diagnóstico reportó escasez de agua de riego en dichas localidades, condición que en cerezos se asocia con una menor expansión foliar y reducción del tamaño de los frutos (Palacios-Peralta et al., 2023). Tanto la baja disponibilidad de nutrientes como la escasez de agua restringen la capacidad fotosintética de las hojas, y que en este caso estarían contrarrestando los beneficios potenciales del raleo sobre la relación hoja-fruto y, por ende, sobre el aumento del tamaño de los frutos (Artacho y Bonomelli, 2013).

### **Calidad de frutos**

En la localidad de Coyanco, los tratamientos de intensidad de raleo mostraron un efecto significativo en la acidez de los frutos ( $p = 0,020$ ) (Tabla 3). En este caso, la intensidad de raleo alta y media disminuyó la acidez en un 29 % y 13 %, respectivamente, respecto al control (Tabla 3).

Tabla 3. Influencia de distintas intensidades de raleo en la firmeza ( $\text{g mm}^{-1}$ ), sólidos solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), acidez (% ácido cítrico) y relación azúcar-acidez en huertos de cerezo 'Corazón de Paloma' ubicados en Coyanco, Peñablanca y La Gloria, comuna de Quillón, Región de Ñuble.

Localidades	Intensidad de raleo	Firmeza ( $\text{gmm}^{-1}$ )	Sólidos Solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ )	Acidez (%)	Relación azúcar-acidez
Coyanco	Alta	658,1 $\pm$ 3,5 a	20,2 $\pm$ 0,6 a	0,5 $\pm$ 0,0 b	34,5 $\pm$ 3,5 a
	Media	559,0 $\pm$ 1,7 a	22,3 $\pm$ 0,5 a	0,6 $\pm$ 0,0 b	33,3 $\pm$ 2,4 a
	Control	611,7 $\pm$ 38,7 a	23,1 $\pm$ 0,5 a	0,7 $\pm$ 0,0 a	29,5 $\pm$ 0,5 a
p-valor		0,0902	0,0529	0,0202*	0,2275
Peñablanca	Alta	280,5 $\pm$ 20,6 a	18,9 $\pm$ 0,7 a	0,6 $\pm$ 0,0 a	29,1 $\pm$ 0,9 a
	Media	302,0 $\pm$ 22,1 a	20,1 $\pm$ 1,7 a	0,5 $\pm$ 0,1 a	37,3 $\pm$ 3,8 a
	Control	291,6 $\pm$ 6,0 a	17,5 $\pm$ 0,6 a	0,5 $\pm$ 0,0 a	33,1 $\pm$ 0,0 a
p-valor		0,4497	0,1873	0,3478	0,1091
La Gloria	Alta	321,4 $\pm$ 15,5 a	22,8 $\pm$ 1,0 a	0,5 $\pm$ 0,04 a	46,2 $\pm$ 1,5 a
	Media	313,5 $\pm$ 12,8 a	19,7 $\pm$ 1,3 b	0,5 $\pm$ 0,02 a	38,1 $\pm$ 1,1 b
	Control	261,8 $\pm$ 12,3 a	16,2 $\pm$ 0,3 c	0,5 $\pm$ 0,03 a	30,3 $\pm$ 2,3 b
p-valor		0,095	0,0082*	0,5961	0,0129*

Los valores representan la media  $\pm$  la desviación estándar. Letras diferentes en la misma columna y el símbolo \* indican diferencias estadísticamente significativas según prueba LSD de Fisher ( $p < 0,05$ ).

Esta disminución de la acidez podría explicarse por un efecto de dilución, al

aumentar la disponibilidad de carbohidratos en el fruto y favorecer la transformación de ácidos orgánicos en azúcares durante la maduración (Parveze *et al.*, 2024). También podría explicarse por la menor competencia entre los frutos, lo que permitió una maduración más eficiente y aceleró la conversión de ácidos en azúcar (Whiting *et al.*, 2004).

En la localidad de La Gloria, la intensidad de raleo alta incrementó significativamente la concentración de sólidos solubles ( $p = 0,0082$ ) y la relación azúcar-acidez ( $p = 0,0129$ ), en 41 % y 52 %, respectivamente (Tabla 3). El alza en el contenido de sólidos solubles puede ser explicado por la mayor disponibilidad de asimilados por fruto, frente a la reducción del número de frutos por el raleo (Rutkowski y Łysiak, 2022). Ese efecto también ha sido documentado en cerezas 'Regina', donde el raleo mejoró la concentración de sólidos solubles totales y la relación azúcar/acidez en los frutos (Kurlus *et al.*, 2020).

## **CONCLUSIONES**

1. El ajuste de carga frutal mediante raleo permitió incrementar solo parcialmente el tamaño de los frutos del cultivar Corazón de Paloma, demostrando que la efectividad de esta práctica depende de las condiciones particulares de cada huerto.
2. La relación hoja-fruto no mostró una respuesta a la intensidad de raleo en todas las localidades, lo que sugiere que el aumento de tamaño en este cultivar no se explica exclusivamente por cambios en esta relación, sino que intervienen otros factores que requieren ser estudiados con mayor profundidad.
3. En términos de calidad, el raleo no generó variaciones significativas en firmeza, sólidos solubles ni acidez de los frutos, indicando que esta práctica tiene un efecto limitado sobre los atributos internos de calidad de cerezas 'Corazón de Paloma' bajo las condiciones en que se realizó este estudio.

## REFERENCIAS

1. Artacho, P. y C. Bonomelli. 2013. Effects of nitrogen availability on root dynamics in 'Bing' on Gisela 6 sweet cherry trees. En: VII International Cherry Symposium. Acta Hortic. 1161: 137–142. ISHS, Bélgica.
2. Ayala, M. y M.P. Andrade. 2009. Effects of fruiting spur thinning on fruit quality and vegetative growth of sweet cherry (*Prunus avium*). Cienc. Investig. Agrar. 36(3): 443–450. Santiago, Chile.
3. Bastías, R.M., I. Urrea y C. Meza. 2023. Informe temporada 2022–2023. Programa “Rescate y Mejoramiento de la Cereza Corazón de Paloma”. Documento interno, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Chillán, Chile.
4. Bound, S.A., D.C. Close, A.G. Quentin, P.F. Measham y M.D. Whiting. 2013. Crop load and time of thinning interact to affect fruit quality in sweet cherry. J. Agric. Sci. 5(8): 216–224. <https://doi.org/10.5539/jas.v5n8p216>
5. CIREN (Chile). 2020. Observatorio Cuartel Frutícola: superficie de cerezos por variedad y región [en línea]. Centro de Información de Recursos Naturales. [https://observatorio.ciren.cl/profile/cuartel\\_fruticola/cerezo-13](https://observatorio.ciren.cl/profile/cuartel_fruticola/cerezo-13). [Consulta: 23 marzo 2025]. Chillán, Chile.
6. Curetti, M., M.D. Raffo, G. Calvo y P.D. Reeb. 2023. Efecto de la carga frutal de los árboles sobre el rendimiento y la calidad de fruto en distintos cultivares de manzano. Invest. Joven 10(2): 215. Buenos Aires, Argentina.
7. Fadón, E., M. Herrero y J. Rodrigo. 2015. Flower development in sweet cherry framed in the BBCH scale. Sci. Hortic. 192: 141–147. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.05.02>
8. Fanwoua, J., E. Bairam, M. Delaire y G. Buck-Sorlin. 2014. The role of branch architecture in assimilate production and partitioning: the example of apple (*Malus domestica*). Front. Plant Sci. 5: 338. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00338>
9. Goldschmidt, E.E. y A. Sadka. 2021. Yield alternation: horticulture, physiology, molecular biology and evolution. En: Warrington, I. (Ed.). Horticultural Reviews. Wiley, Hoboken, USA. <https://doi.org/10.1002/9781119750802.ch8>
10. González-Villagra, J., C. Palacios-Peralta, A. Muñoz-Alarcón, M. Reyes-Díaz, P. Osorio y A. Ribera-Fonseca. 2024. Influence of fruit load regulation on harvest and postharvest fruit quality and antioxidant-related parameters in sweet cherry (*Prunus avium* L.) cv. Regina cultivated under plastic covers in southern Chile. Plants 13: 2257. <https://doi.org/10.3390/plants13162257>

11. Guimond, C.M., P.K. Andrews y G.A. Lang. 1998. Scanning electron microscopy of floral initiation in sweet cherry. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 123(4): 509–512. Alexandria, USA.
12. Hedrick, U.P. 1915. *The cherries of New York*. Lyon Company, State Printers. 463 p. Albany, USA.
13. Kurlus, R., K. Rutkowski y G.P. Łysiak. 2020. Improving of cherry fruit quality and bearing regularity by chemical thinning with fertilizer. *Agronomy* 10(9): 1281. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091281>
14. Lemus, G. 2005. El cultivo del cerezo [en línea]. Boletín INIA N°133. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/706>. [Consulta: 23 marzo 2025].
15. Link, H. 2000. Importance of flower and fruit thinning on fruit quality. *Plant Growth Regul.* 31: 17–26. Dordrecht, Países Bajos. <https://doi.org/10.1023/A:1006334110068>
16. Marschner, H. 2002. *Nutrición mineral de plantas superiores*. 3ª ed. Academic Press, Londres, Reino Unido.
17. Neilsen, D., G.H. Neilsen, T. Forge y G.A. Lang. 2016. Dwarfing rootstocks and training systems affect initial growth, cropping and nutrition in ‘Skeena’ sweet cherry. *Acta Hortic.* 1130: 199–206. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1130.29>.
18. Palacios-Peralta, C., A. Ruiz, S. Ercoli, M. Reyes-Díaz, M. Bustamante, A. Muñoz, P. Osorio y A. Ribera-Fonseca. 2023. Plastic covers and potassium pre-harvest sprays and their influence on antioxidant properties, phenolic profile, and organic acids composition of sweet cherry fruits cultivated in southern Chile. *Plants* 12(1): 50. <https://doi.org/10.3390/plants12010050>.
19. Paoletti, A., A. Rosati y F. Famiani. 2021. Effects of cultivar, fruit presence and tree age on whole-plant dry matter partitioning in young olive trees. *Heliyon* 7(5): e06949. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06949>.
20. Parveze, M.U., M.M. Mir, M.U. Rehman, U. Iqbal, S.Q. Khan, F.A. Khan, I. Khan, S. Qayoom, I. Mushtaq, H.K. Shah, A.R.Z. Gaafar y P. Kaushik. 2024. Regulation of crop load and quality in sweet cherry cv. ‘Sweet Heart’ using blossom thinning. *Folia Hortic.* 36(2): 311–321. <https://doi.org/10.2478/fhort-2024-0020>.