



Asesoría, Investigación y Desarrollo
en Producción de Cerezas



ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL FRUTO EN DIFERENTES CULTIVARES DE CEREZO DULCE (*Prunus avium* L.) EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE

C. Tapia¹, E. Martínez, D. González, N. Martínez, M. Contreras, M. Morales, M. Barros.
¹Avium SpA, Curicó, Chile; carlos.tapia@avium.cl

RESUMEN

El calibre del fruto en el cerezo dulce (*Prunus avium* L.) es un atributo de calidad clave que influye directamente en la preferencia del consumidor y por lo tanto, en la rentabilidad del cultivo. Es por esto, que comprender en detalle la dinámica de crecimiento del fruto en los principales cultivares comerciales es fundamental. Este estudio monitoreó el diámetro ecuatorial del fruto en ‘Santina’, ‘Lapins’, ‘Kordia’ y ‘Regina’ durante la temporada 2023–2024 en Curicó, Región del Maule, Chile, desde la cuaja hasta la cosecha. Los datos se ajustaron a curvas sigmoideas dobles mediante mínimos cuadrados no lineales en MATLAB R2024a, generando funciones matemáticas de una variable (días después de plena floración – DAPF) para cada cultivar. Los modelos mostraron una alta precisión, con valores de R² de 0,99 y MAE < 0,24 mm. La etapa I tuvo una duración de entre 22 y 34 días, la etapa II entre 16 y 21 días, y la etapa III entre 30 y 34 días. ‘Santina’ presentó la menor duración y la mayor tasa de crecimiento durante la etapa I, con 22 días y 0,9 mm por día, respectivamente. La etapa II mostró una tasa mínima de crecimiento similar entre los cultivares, variando entre 0,08 y 0,2 mm por día. ‘Regina’ presentó la mayor duración en la etapa III. El diámetro del fruto antes y después de la etapa II fue comparable entre cultivares, lo que indica que los esfuerzos por mejorar el calibre del fruto deberían centrarse en las etapas I y III.

Palabras clave: sigmoidea doble, ajuste no lineal, calibre de fruto, crecimiento de fruto, etapas de crecimiento.

INTRODUCCIÓN

Chile es el principal exportador de cerezas dulces del hemisferio sur. Durante la temporada 2024–2025, las exportaciones alcanzaron las 643.000 toneladas con un 91 % destinadas al mercado chino (IQonsulting, 2025). En las últimas temporadas, el mercado chino ha mostrado una tendencia constante hacia la preferencia por frutos de calidad y condición superior. El calibre del fruto ha sido históricamente el atributo de calidad más influyente en los resultados comerciales y en la rentabilidad del huerto. El estándar actual de la industria es lograr una distribución de calibres en la que al menos el 80 % de los frutos superen los 28 mm (Smartcherry, 2023). El patrón de crecimiento del fruto en cerezos dulces sigue una curva sigmoidea doble, similar a otras especies del género *Prunus*, con tres etapas claramente definidas (Bastías et al., 2014). En términos simplificados, la etapa I corresponde a la división celular; la etapa II, al endurecimiento del carozo; y la etapa III, a la elongación celular. Identificar el momento y la duración de cada etapa permite aplicar prácticas culturales y/o químicas de manera más precisa, con el objetivo de optimizar el calibre del fruto.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en dos huertos comerciales ubicados en Curicó, Región del Maule, Chile: Agrícola Doña Consuelo (lat. 34,9° S, long. 71,0° O) y Agrícola Hualo (lat. 34,9° S, long. 71,1° O). El ensayo incluyó cuatro cultivares: ‘Santina’ y ‘Lapins’ injertados sobre portainjerto Colt; y ‘Kordia’ y ‘Regina’ injertados sobre Gisela®6, todos conducidos en eje central y en plena producción (Tabla 1).

Table 1. Material vegetal.

Cultivar	Rootstock	Row width (m)	Plant width (m)	Planting density (plants ha ⁻¹)	Training system	Planting year
Santina	Colt	4.5	2.0	1,111	Central leader	2016
Lapins	Colt	4.0	2.0	1,250	Central leader	2017
Kordia	Gisela® 6	4.0	1.5	1,666	Central leader	2017
Regina	Gisela® 6	4.0	1.5	1,666	Central leader	2017

Cada cultivar estuvo representado por cuatro unidades experimentales, cada una compuesta por dos árboles representativos seleccionados en función de la uniformidad en la carga frutal, el crecimiento vegetativo y el estado fitosanitario. Se seleccionaron dos ramas fructíferas por árbol, y en cada rama se marcaron al azar tres frutos, resultando en un total de 48 frutos por cultivar. El diámetro ecuatorial del fruto se midió cada 3 días desde la cuaja inicial hasta la cosecha, utilizando un calibrador digital (Mitutoyo Corp., Tokio, Japón). La plena floración se consideró como el día 0 y las mediciones posteriores se expresaron como días después de plena flor (DAPF) (Tabla 2).

Tabla 2. Fecha de plena floración, fechas de cosecha y días después de plena flor para cada cultivar.

Cultivar	Full bloom date	Harvest date	DAFB to harvest
Santina	10-06-2023	12-12-2023	68
Lapins	10-02-2023	12-20-2023	79
Kordia	10-06-2023	12-29-2023	84
Regina	10-12-2023	01-02-2024	82

Los datos de diámetro del fruto (Dc) en función de los días después de plena flor (DAFB) se ajustaron a un modelo sigmoideal doble, definido como la suma de dos funciones sigmoideas, utilizando la siguiente ecuación general:

$$D_c = \frac{A}{1 + e^{-B(DAFB-C)}} + \frac{D}{1 + e^{-E(DAFB-F)}} + G$$

Donde *Dc* es el diámetro del fruto para cada cultivar (mm), *DAFB* corresponde al número de días después de plena flor, y *A* a *G* son los parámetros de ajuste de la curva.

Con base en el método de mínimos cuadrados no lineales, los parámetros de ajuste se obtuvieron mediante el procesamiento de datos utilizando un script personalizado desarrollado en MATLAB R2024a (The MathWorks, Inc., 2024).

La tasa de crecimiento del fruto se calculó derivando cada modelo una vez obtenidos sus respectivos parámetros:

$$d_c = \frac{\partial[D_c]}{\partial[DAFB]}$$

Donde *dc* corresponde a la tasa de crecimiento del fruto (mm día⁻¹), *Dc* es la función del diámetro instantáneo del fruto, y *DAFB* representa los días después de plena flor.

La precisión del modelo se evaluó utilizando el coeficiente de determinación (R²) y el error absoluto medio (MAE), siguiendo la metodología de Mayer y Butler (1993).

RESULTS

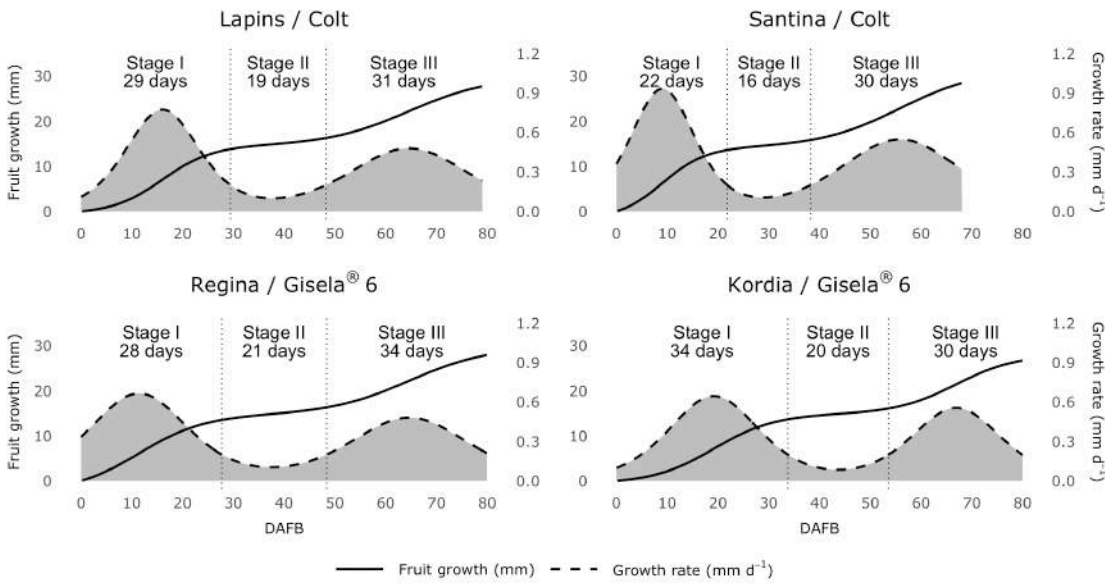


Figura 1. Curvas de diámetro de fruto (mm) y tasa de crecimiento (mm día⁻¹) para ‘Lapins’, ‘Santina’, ‘Regina’ y ‘Kordia’, temporada 2023–2024.

Tabla 3. DAFB y diámetro (mm) en las transiciones de etapa de crecimiento en distintos cultivares.

Cultivar	Days after full bloom (DAFB)			Diameter (mm)		
	Start of stage II	Start of stage III	Harvest	Start of stage II	Start of stage III	Harvest
Santina	22	38	68	13,6	15,8	28,4
Lapins	29	48	79	18,8	16,3	27,7
Kordia	34	54	84	13,6	16,1	27,3
Regina	28	48	82	13,5	16,3	28,3

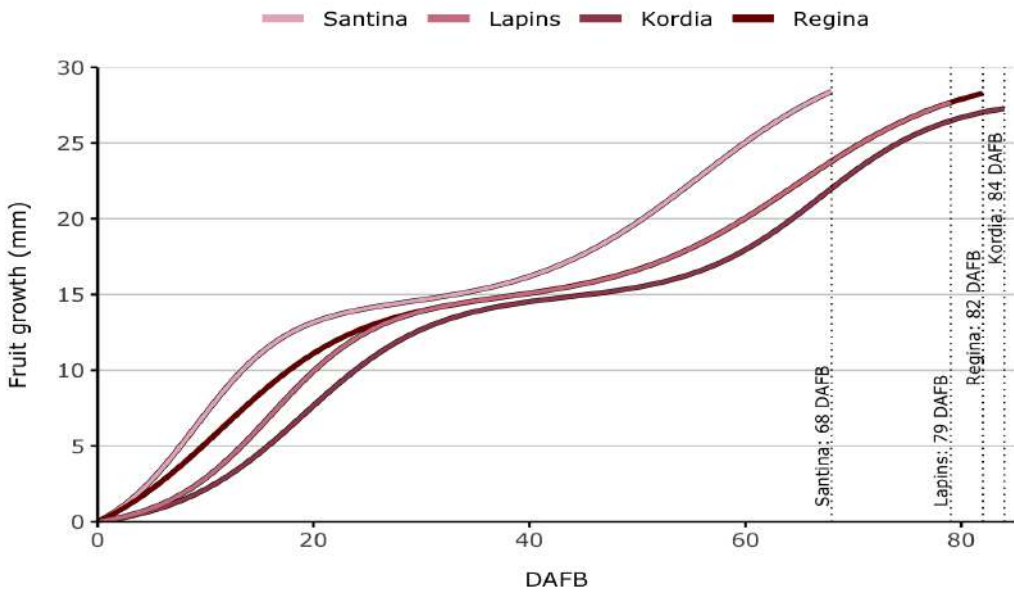


Figura 2. Dinámica de crecimiento del fruto de ‘Santina’, ‘Lapins’, ‘Kordia’ y ‘Regina’ desde plena flor hasta la cosecha.

CONCLUSIONES

El modelamiento sigmoideo doble describió eficazmente la dinámica de crecimiento del fruto en ‘Santina’, ‘Lapins’, ‘Kordia’ y ‘Regina’, con altos valores de R² y bajos MAE, lo que permitió el análisis matemático y la modelación predictiva bajo condiciones locales. Las tres etapas de crecimiento —división celular, endurecimiento del carozo y elongación celular— se distinguieron claramente en todos los cultivares. ‘Santina’ presentó la mayor tasa de crecimiento en la etapa I (0,9 mm día⁻¹) y el menor tiempo total de desarrollo (68 DAFB), lo que refleja su comportamiento de maduración temprana y resalta su mayor sensibilidad frente a condiciones limitantes durante la etapa I. La ventaja temporal en ‘Santina’ se logra durante las etapas I y II; la duración de la etapa III es comparable entre cultivares. Los diámetros del fruto al inicio y al final de la etapa II fueron similares entre cultivares, lo que indica que las etapas I y III ofrecen el mayor potencial para mejorar el calibre del fruto. ‘Regina’ presentó notablemente una mayor duración en la etapa III.

Bastías, R.M, Diez, F. and Finot V.L. (2014). Absolute and relative growth rates as indicators of fruit development phases in sweet cherry *Prunus avium*. Chilean J. Agri. Anim. Sci. 30 (2):89-98.

IQonsulting. (2025). <https://iqonsulting.com/yb/>

Mayer, D. G. and Butler, D. G. (1993). Statistical validation. Ecological Modelling 68 (1-2):21-32.

Smartcherry. (2023). <https://smartcherry.cl/manejos-agronomicos/reguladores-de-crecimiento/calibre-el-momento-es-clave/>

ACKNOWLEDGEMENTS

Álvaro Salas L., Agrícola Doña Consuelo Ltda., Chile.
Juan Pablo Frías D., Agrícola Hualo Ltda., Chile.