



Estudio comparativo de calidad de frutos de cereza (*Prunus avium* L.) cv. Regina de las zonas Centro y Sur de Chile durante desarrollo y cosecha

Comparative study of the fruit quality parameters of sweet cherry (*Prunus avium* L.)
cv. Regina in Central and Southern Chile during development and harvest

Villavicencio, J.^a, Zoffoli, J.P.^a, Contreras, C.^{b,*}

^aDepartamento de Fruticultura y Enología, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Vicuña Mackenna 4860, Santiago 7820244, Chile.

^bInstituto de Producción y Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Isla Teja S/N, Valdivia 5110566, Chile.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 25.10.2021

Accepted 23.03.2022

Keywords:

Sweet Cherry

Quality parameters

Geographical differences

Original Research Article,
Special Issue: Biodiversity
and crop management: key
players for a productive and
sustainable agriculture in
temperate climatic conditions

*Corresponding author:

Carolina Contreras

E-mail address:

carolina.contreras@uach.cl

ABSTRACT

Sweet cherry (*Prunus avium* L.) is one of the most relevant products for the Chilean fruit exportation industry, however, there is no quantitative information about the effects of the geographical area of cultivation on the quality of the final product. During the 2019-2020 season, cherries were harvested in five stages during fruit development and ripening. The fruit came from six growers, three were located in the central macrozone and three in the southern macrozone, between the O'Higgins and Aysén regions. This study reports the results obtained from several physicochemical quality parameters: weight, colour, firmness, soluble solids (SS) and titratable acidity (AT), as well as the relationship between quality parameters and the main volatile compounds in each macrozone. It was confirmed that there are marked differences in the size, soluble solids and titratable acidity of sweet cherry between the central and southern production zones.

RESUMEN

La cereza (*Prunus avium* L.) es uno de los productos más relevantes en la industria frutícola chilena de exportación, sin embargo, existe poca información cuantitativa acerca de los efectos que tiene la zona geográfica de cultivo sobre la calidad del producto final. Durante la temporada 2019-2020 se recolectaron cerezas en cinco estados durante el desarrollo y maduración provenientes de seis huertos: tres de la macrozona centro y tres de la macrozona sur, distribuidos entre las regiones de O'Higgins y Aysén. En este estudio se reportan los resultados obtenidos de diferentes parámetros fisicoquímicos de calidad: peso, color, firmeza, sólidos solubles (SS) y acidez titulable (AT), así como la correlación entre parámetros de calidad y los principales compuestos volátiles en cada macrozona. Se evidenció que existen diferencias marcadas en calibre, sólidos solubles, acidez titulable entre las macrozonas de producción centro y sur.

Palabras clave: cereza, parámetros de calidad, diferencias geográficas.

INTRODUCCIÓN

La exportación total de cereza chilena alcanzó las 352.783 toneladas en la temporada 2020/2021 (Asociación de Exportadores de Frutas de Chile ASOEX, 2021), que correspondió al mayor volumen exportado en cereza chilena a la fecha. El principal mercado de destino es China con un 95,0%, seguido de Estados Unidos con un 1,8%, Latinoamérica con el 1,5%, y Europa 1,3% (ASOEX, 2021). El tiempo de almacenaje de

la fruta se extiende por periodos de 40 a 45 días, donde la mayor parte ocurre durante el transporte en barco (25-30 días), vía contenedores a una temperatura de -0,5 °C utilizando envases de atmósfera modificada. En estas condiciones la fruta debe asegurar una alta firmeza para asegurar un mínimo ablandamiento, pudriciones y libre de síntomas de daño mecánico. Entre los principales aspectos de calidad de cerezas que son importantes para la aceptabilidad del consumidor y que gatillan la decisión de compra se encuentran: el color

de la piel, condición del pedicelo verde y turgente, tamaño del fruto, relación SS/AT, y la firmeza asociada a la crocancia (Zoffoli *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2021).

La producción de cerezas en Chile, abarca una amplia zona edafoclimática entre la Región de Coquimbo hasta la Región de Aysén, destacándose el incremento de plantaciones en la zona sur cuyo objetivo central es extender la producción a los periodos tardíos (enero-febrero); sin embargo debido a sus requerimientos climáticos las plantaciones se concentran entre las Regiones de O'Higgins y el Maule (22.966 y 17.655 ha plantadas, respectivamente) (ODEPA-CIREN, 2022). La variedad más plantada en Chile en los últimos años ha sido 'Regina' con 1.393.005 plantas comercializadas el 2019, seguida de Santina y Lapins, de acuerdo al Anuario Viveros (Asociación de Viveros de Chile AGV, 2020). La variedad Regina se produce desde la Región de Valparaíso a la Región de Aysén, con cosechas que parten desde finales de diciembre (norte) hasta la primera semana de febrero (sur), 'Regina' ha alcanzado gran relevancia en la zona sur debido a su alta productividad, cosechas tardías, resistencia a la partidura producida por las lluvias y su adaptación a climas fríos (Quero-García *et al.*, 2017).

La influencia de factores ambientales sobre parámetros de calidad en cereza ha sido estudiada recientemente por algunos autores. Por ejemplo, Ceccarelli *et al.* (2021) encontraron que los valores más altos de SS y AT están relacionados con mayor abundancia de precipitaciones en 5 cultivares de cereza italianos. Adicionalmente, otros investigadores reportaron que la acumulación de azúcares está fuertemente relacionada con las condiciones climáticas tanto en el periodo de florecimiento como en el último mes de maduración en cerezos de la subzona esteparia del sur de Ucrania (Ivanova *et al.*, 2021). La amplia distribución de plantación en la superficie nacional conlleva una producción de fruta de diferente calidad a lo largo de Chile, sin embargo, este efecto no ha sido estudiado para el cultivar Regina. El objetivo de este estudio fue determinar las diferencias en la calidad de fruta debi-

do a la zona geográfica comparando dos macrozonas de producción de cereza: zona central versus zona sur.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal

Cerezas de la variedad Regina fueron seleccionadas de tres huertos ubicados en cada una de las dos macrozonas de producción, durante la temporada 2019-2020. En la macrozona centro, caracterizada por un clima mediterráneo (Sarricolea *et al.*, 2017), se muestrearon tres huertos comerciales: huerto 1, Graneros, Región de O'Higgins 34°03'02.0" S; 70°40'19.3" W, situado a 530 m s.n.m., huerto 2, Pretiles, Región del Maule 35°12'56.7" S; 71°06'37.6" W, a 515 m s.n.m. y huerto 3, Molina, Región del Maule 35°06'07.9" S; 71°18'25.4" W, a 230 m s.n.m. Luego, tres huertos de la macrozona sur, con clasificación climática sub-mediterránea (Sarricolea *et al.*, 2017): huerto 4, Angol, Región de la Araucanía 37°47'57.4" S; 72°38'38.6" W 80 m s.n.m., huerto 5, Río Negro, Región de Los Lagos 40°51'21.7" S; 73°13'20.1" W, situado 104 m s.n.m., y huerto 6, Chile Chico, Región de Aysén 46°32'43.7" S; 71°40'41.7" W a 216 m s.n.m. Los rangos de temperatura y precipitaciones de cada localidad se presentan en la Tabla 1. En cada localidad la fruta fue cosechada en 5 estados de desarrollo en relación al avance en el cubrimiento e intensidad del color rojo del fruto, desde amarillo pajizo o envero, rojo caoba, caoba, caoba oscuro y negro como se indica en la Figura 1.

Un total de 200 frutos se cosecharon a mano en cada huerto y estado de desarrollo, para esto se emplearon al menos 30 árboles (de la misma hilera) evitando incluir frutos de los extremos de las hileras; 40 de estos frutos fueron seleccionados al azar y destinados a análisis de madurez y de firmeza (20 en cada análisis, respectivamente). Las prácticas culturales y de manejo fueron acorde a los estándares comerciales de producción de cereza de exportación. Una vez cosechada, la fruta de la macrozona central fue trasladada inmediatamente al laboratorio de Poscosecha de la Universidad

Tabla 1. Temperaturas máximas y mínimas, y precipitaciones acumuladas en cada huerto hasta el estado fenológico 5.

Table 1. Max and min temperatures and accumulated rainfall in each orchard at phenological stage 5.

Huerto	Temperatura max (°C)	Temperatura mín (°C)	Precipitaciones (mm)
Graneros	25,6	10,1	3,8
Pretiles	25,7	6,5	6,6
Molina	24,2	5,5	16,9
Angol	23,3	9,4	30,6
Río negro	18,7	7,1	221,1
Chile Chico	20,3	8,3	218,9

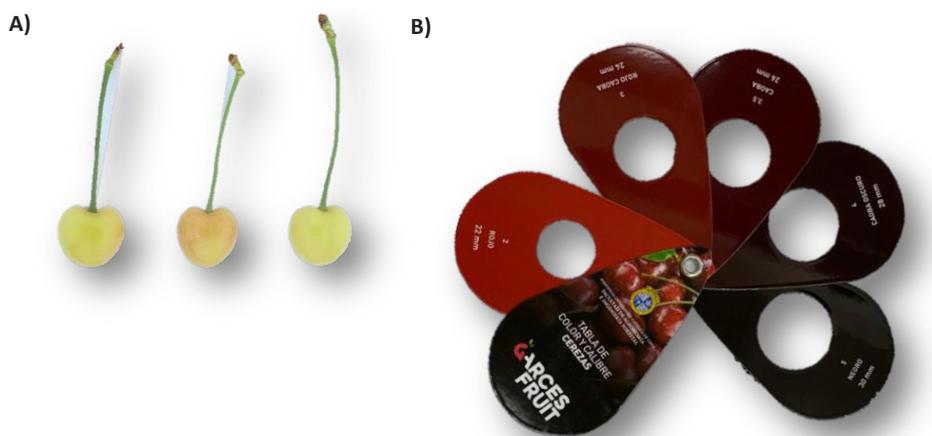


Figura 1. Estados de desarrollo del fruto de cereza cv. Regina. De izquierda a derecha. (A) Estado 2, color pajizo o envero. (B) Carta de color UC con: estado 3, rojo caoba (3.0 en tabla de color UC); estado 4, caoba (3.5 en tabla de color UC); estado 5, caoba oscuro (4.0 en tabla de color UC) y estado 6 negro o excesivamente maduro (5.0 en tabla de color UC).

Figure 1. Phenological stages of sweet cherry fruit cv. Regina. From left to right: (A) Stage 2, *veraison* (green stage), (B) UC colour chart with: stage 3, bright red (UC colour chart 3.0), stage 4, mahogany (UC colour chart 3.5;), stage 5, dark mahogany (UC colour chart 4.0), and stage 6 black or overripe (UC colour chart 5.0).

Católica de Chile y procesada durante el mismo día. En el caso de la fruta colectada en la macrozona sur esta fue transportada por avión en el mismo día de la cosecha, almacenada durante la noche a 4 °C y procesada al siguiente día.

Parámetros externos de calidad

La fruta cosechada fue dividida en repeticiones de 20 cerezas que se analizaron individualmente por color, calibre, peso, y firmeza de acuerdo a lo descrito por Param y Zoffoli (2016). Para la medición de color se empleó un colorímetro CR-400, Konica Minolta Sensing Inc., Japan). Adicionalmente se tomó registro fotográfico del estado de cada fruto (Canon PowerShot G10, Tokyo, Japan). El calibre se midió con pie de metro digital (CD-6" ASX-B, Mitutoyo Sul Americana Ltd., Brazil). El peso se obtuvo con una balanza digital (Adam Equipment Co., Ltd., Milton Keynes, UK). La firmeza de cada fruto se evaluó con 2 métodos: (1) sistema comercial, con un durómetro en un rango de 0-100 unidades shore, (type A, Durofel, Agro-technologie, Tarascon, France) y (2) con un texturómetro (TA XT Plus, Stable Micro System Ltda., Godalming, UK) mediante una prueba de punción (hasta ruptura de la piel) en la región ecuatorial, para esto se empleó una punta de 5 mm de diámetro y una velocidad de 10 mm/s. La firmeza se expresó en kg-fuerza.

Parámetros internos de calidad

El contenido de sólidos solubles se determinó en una muestra de jugo de 5 mL (5 frutos) utilizando un

refractómetro digital (PAL-1, Atago Co. Ltd, Tokyo, Japan) y el valor se expresó en porcentaje (%). Para la determinación de la acidez titulable se emplearon 5 mL de zumo de cerezas y 5 mL de H₂O destilada, la titulación se realizó con NaOH 0,1 M hasta pH 8,2 en un pHmetro (pH-211 Microprocessor, Hanna Instruments, Cluj-Napoca, Romania). Los resultados se expresaron en porcentaje (%) de ácido málico.

Extracción y semicuantificación de compuestos volátiles

Para la detección de volátiles se usó metodología descrita en Villavicencio *et al.* (2021). Donde 20 g de cerezas maceradas se mezclaron con una solución de NaCl 35% en proporción 1:1 en un frasco con tapa rosca y respirador de 50 mL, para detener la actividad enzimática. Como estándar interno, se empleó 1-heptanol (0,1 mg/kg). Los recipientes se cerraron después de la adición del estándar interno y los volátiles fueron adsorbidos una fibra SPME (65 µm polydimethylsiloxane/divinylbenzene coated fiber, Supelco, Steinheim, Germany) por 30 minutos a 40 °C con agitación constante y posteriormente inyectados en un cromatógrafo de gases con detector de masas PerkinElmer® Clarus SQ8T.

Análisis estadísticos

Se emplearon datos de los estados 4 y 5 (fruta madura) para realizar un ANDEVA de 2 vías, considerando como fuentes de variación huerto, macrozona y su

interacción. Los promedios se compararon por macrozona empleando la prueba de Tukey para determinar las diferencias significativas, esto para cada parámetro de calidad. Adicionalmente, se realizó una matriz de correlación entre 6 parámetros de calidad (peso, calibre, firmeza (durofel y TA XT), SS y AT) y los principales componentes del perfil de volátiles de cereza Regina (Villavicencio *et al.*, 2021). Además, se llevó a cabo un análisis de componentes principales (PCA) con todos los parámetros de calidad estudiados. Los análisis estadísticos y las gráficas se obtuvieron con GraphPad Prism 8.0.1 (GraphPad Software, Inc., U.S).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del huerto y la macrozona sobre la calidad

En la Tabla 2, se muestra la influencia que tienen el huerto o localidad y la macrozona (centro o sur) sobre los diferentes parámetros de calidad, se observó que la macrozona tiene efecto significativo sobre la calidad en firmeza, sólidos solubles y acidez titulable, mientras que el huerto es el factor con mayor efecto sobre el calibre y peso de fruto.

Parámetros externos de calidad

El peso y el tamaño de fruto están entre los parámetros de calidad más relevantes para el productor puesto que éstos influyen directamente en el precio de venta (Whiting *et al.*, 2006; Redagrícola, 2019). El estado de desarrollo es el factor con más influencia en la variación del peso del fruto, coincidiendo con el proceso normal de desarrollo del fruto en cereza que considera un aumento progresivo de peso en tres fases diferentes (división celular, endurecimiento del embrión y expansión celular) (Luo *et al.*, 2014). Sin embargo, al comparar la fruta en estadios comerciales de desarrollo (4 y 5) se observó diferencias significativas entre huertos, en particular, las cerezas del huerto de Río Negro con 11,4 g en promedio fueron entre 15-27% más pesadas que las del resto de los productores en estado 4, y entre 21-28% más pesadas en estado 5. En cuanto a calibre de fruto, al estar directamente relacionado con el peso, los resultados son los similares, con el huerto de Río Negro registrando la fruta de mayor calibre promedio.

La fase de expansión celular, entre otros procesos relacionados con la maduración ocurren en paralelo con la disminución en la firmeza. La importancia de una

Tabla 2. ANDEVA de parámetros de calidad en cereza Regina con huerto y macrozona como factores.

Table 2. ANOVA of the quality parameters in Regina sweet cherry using orchard and macrozone as factors.

Parámetro	Fuente de variación	% de variación *	Valor P **
Peso	Huerto	12,01	0,0001
	Macrozona	1,034	0,1924
	Interacción	18,38	<0,0001
Calibre	Huerto	14,41	<0,0001
	Macrozona	1,679	0,0798
	Interacción	22,66	<0,0001
Firmeza (durofel)	Huerto	2,088	0,1809
	Macrozona	28,29	<0,0001
	Interacción	1,035	0,4257
Firmeza (texturómetro)	Huerto	14,95	<0,0001
	Macrozona	23,56	<0,0001
	Interacción	4,246	0,0169
Sólidos solubles	Huerto	15,23	<0,0001
	Macrozona	15,80	<0,0001
	Interacción	23,56	<0,0001
Acidez titulable	Huerto	1,647	0,0681
	Macrozona	2,60	0,0012
	Interacción	60,93	<0,0001

*Con respecto a la variación total observada. ** Valores de $P > 0,05$ no son significativos.

cereza con firmeza adecuada radica principalmente en dos aspectos, la susceptibilidad a daño mecánico durante el proceso desde packing hasta el sitio final de venta y la aceptación por el consumidor (Campoy *et al.*, 2015). Los cambios en firmeza durante la maduración se deben mayoritariamente a procesos bioquímicos como solubilización y depolimerización de constituyentes de la pared celular causados por la acción de las enzimas poligalacturonasa, pectinmetilesterasa y celulasa (Li *et al.*, 2010). La firmeza fue determinada con durómetro y texturómetro, la variación en los valores de firmeza obtenidos con durómetro fue influenciada fuertemente por la macrozona (Tabla 2). En fruta madura (estados 4 y 5), se observó que los huertos de la zona central (Graneros, Pretiles y Molina) producen fruta menos firme que los huertos del sur (Angol, Río negro y Chile chico) (Figura 2A) posiblemente debido a las mayores temperaturas durante el verano y menos precipitaciones, como fue reportado para algunas variedades italianas (Sekse *et al.*, 2009). Cabe resaltar que la firmeza promedio no varió significativamente entre los estados 4 y 5 en Pretiles (76,6-75,4), Molina (77,3-75,0) ni en los huertos de la macrozona sur. Por el contrario en Graneros hay una disminución marcada de la firmeza entre estos mismos estados (84,9-65,8), además en promedio la macrozona centro posee una firmeza a cosecha de 75,7 mientras que la macrozona sur 85,7, por regla general los productores prefieren un valor >75 (InnovaChile-CORFO y FDF, 2014). Los resultados de la prueba de máxima compresión (Figura 2B) están en concordancia con los resultados del durómetro siendo los huertos de Río Negro y Chile Chico los huertos que poseen valores significativamente más altos de fuerza máxima de compresión. Por lo tanto, la macrozona sur mostró una mayor firmeza, que en promedio fue 50% mayor (1,10 kgf vs 0,73 kgf) teniendo en cuenta los estados 4 y 5.

Parámetros internos de calidad

El proceso de maduración en frutas trae consigo la acumulación gradual de azúcares solubles. El análisis de varianza (Tabla 2), mostró que tanto el huerto como la macrozona tienen efecto sobre la cantidad de sólidos solubles. Se pudo observar que Pretiles es la ubicación con menos acumulación de azúcares (15,9 y 16,8 °Brix) en los estados 4 y 5 mientras que la fruta de Chile Chico es la que más rápido y mayor cantidad de azúcares acumula con 28,0 y 28,4 °Brix para los estados 4 y 5, respectivamente (Figura 2C). Cabe señalar que el huerto 4, en la localidad de Angol, presentó valores de acumulación de sólidos soluble más similares a los de la zona centro que a los de la zona sur (18,6 y 19,6 para estados 4 y 5, respectivamente). En cuanto a las macrozonas, en promedio la macrozona sur tiene 22,7 °Brix, mientras que la zona centro alcanza los 19 °Brix. Si bien, se considera acepta-

ble para el productor un valor por encima de los 17 °Brix (InnovaChile-CORFO y FDF, 2014), esta diferencia tan marcada sin duda es percibida por el consumidor final.

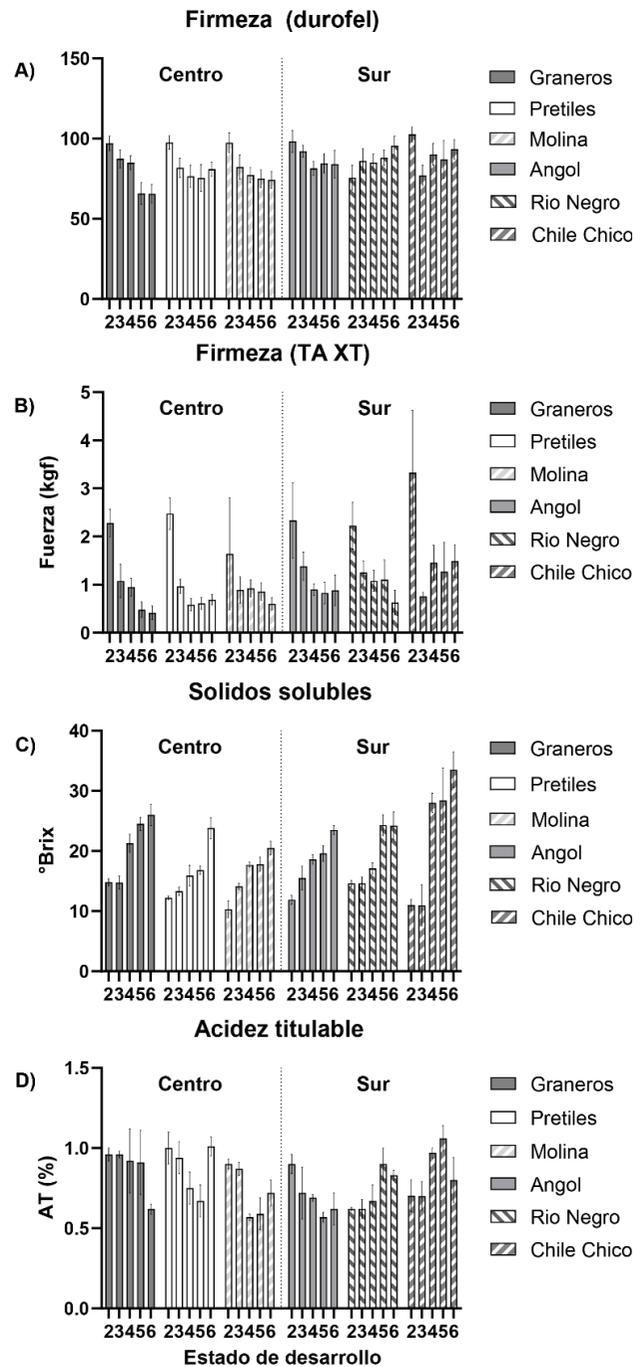


Figura 2. Parámetros de calidad de cereza Regina en las cuatro localidades estudiadas para cada estado de desarrollo. Los valores corresponden a la media de 20 mediciones (4 para AT y SS).

Figure 2. Quality parameters of Regina sweet Cherry at each developmental stage and orchard. Values represent the mean of 20 repetitions (4 for TA y SS).

La acidez titulable en el caso de la cereza corresponde principalmente a la cantidad de ácido málico. El porcentaje de acidez titulable disminuye con el avance de la maduración (Whiting *et al.*, 2006). Asimismo, mayores niveles de acidez en conjunto con mayor acumulación de azúcares producen mejor aceptación del consumidor (Cliff *et al.*, 1995; San Martino *et al.*, 2008). Cabe señalar que el huerto no tiene un efecto significativo sobre este parámetro de calidad, la macrozona y la interacción macrozona-huerto son responsables de la mayor variación en la acidez titulable. Se observó que en los huertos de la macrozona sur, la acidez aumenta en los estados 2 a 4 y no disminuye en los estados 4 a 6, contrario al comportamiento de la macrozona centro (Figura 2D) donde la localidad de Chile Chico posee valores significativamente mayores en los estados 4 y 5. Cabe mencionar que niveles altos de SS y AT han sido relacionados con mayores niveles de precipitaciones en otras variedades (Ciccoritti *et al.*, 2021), lo cual es una posible explicación para los valores más altos de estos parámetros de calidad en la macrozona sur.

Diferencias de la calidad frutal entre huertos de las zonas centro y sur

De la Figura 3 se puede afirmar que los huertos de la macrozona centro poseen valores diferentes en términos de calidad (elipse roja) comparado con los huertos de la macrozona sur, además los huertos de Río Negro y Chile Chico están asociados a mayores valores de calibre, peso, sólidos solubles y acidez titulable. El huerto de Angol, a pesar de estar ubicado geográficamente en la macrozona sur, posee atributos de calidad que se asemejan más a los de la zona centro en el esta-

do de desarrollo 4. No obstante, este se diferencia de los huertos de la macrozona centro y del resto de los huertos del sur en el estado 5.

La Figura 4 muestra la matriz de correlaciones entre los parámetros de calidad y la concentración de los principales compuestos volátiles en cereza cv. Regina para cada macrozona. El primer resultado es que ambas matrices se ven notablemente diferentes, lo cual indica que los parámetros de calidad y los compuestos volátiles no se expresan de la misma forma en las distintas áreas de producción. El peso, está correlacionado positivamente únicamente en la macrozona centro con la concentración de 1-hexanol, (*E*)-2-hexenal y (*E*)-2-hexen-1-ol, mientras que no se correlaciona con la concentración de ninguno de los principales volátiles en la macrozona sur. La firmeza (durofel) está negativamente correlacionada con la aparición de (*E*)-2-hexen-1-ol y alcohol bencílico en la macrozona sur, mientras que no hay relación con estos volátiles en la zona norte, en su lugar, se tiene una correlación negativa con hexanal y acetato de hexilo. Se aprecia también que la concentración de (*E*)-2-hexenal y acetato de hexilo está fuertemente correlacionada (azul oscuro) con los niveles de sólidos solubles en los huertos de la zona central, pero no existe correlación alguna de compuestos volátiles con la acumulación de azúcares en la macrozona sur. En cuanto a correlaciones diferenciales entre los propios parámetros de calidad, se pudo observar que la acumulación de azúcares (SS) en la zona central se correlaciona con el descenso en los valores de firmeza (correlación negativa), mientras que en los huertos de la macrozona sur estos están correlacionados positivamente tanto con la firmeza como con la acidez titulable.

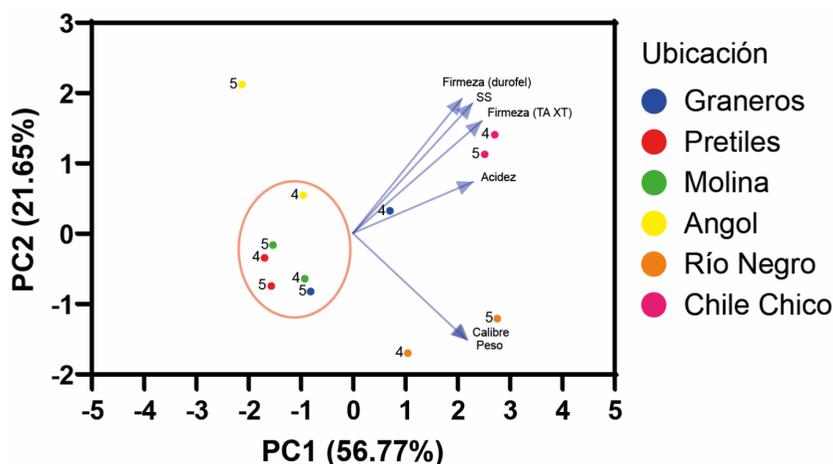


Figura 3. Análisis de componentes principales de los atributos de calidad de cereza cv. Regina en las cuatro localidades del estudio. Los números 4 y 5 corresponden al estado de desarrollo.

Figure 3. Principal components analysis of Regina sweet cherry quality parameters at each orchard. Numbers 4 and 5 correspond to the developmental stage.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio indicaron que los parámetros de calidad de cereza en Chile varían de forma diferencial entre las macrozonas centro y sur de producción. Los huertos 4-6 poseen mejores atributos de calidad (mayor contenido de SS, AT y firmeza) en estados de cosecha, comparado con los huertos de la ma-

crozona central. Además, se evidenció que diferentes compuestos volátiles se correlacionan con importantes parámetros de calidad. Las correlaciones negativas con compuestos como hexanal y (E)-2-hexenal en la macrozona central pueden ser un tema de interés para productores, puesto que se ha observado que factores abióticos causantes de estrés como la temperatura producen un incremento en la producción de estos voláti-

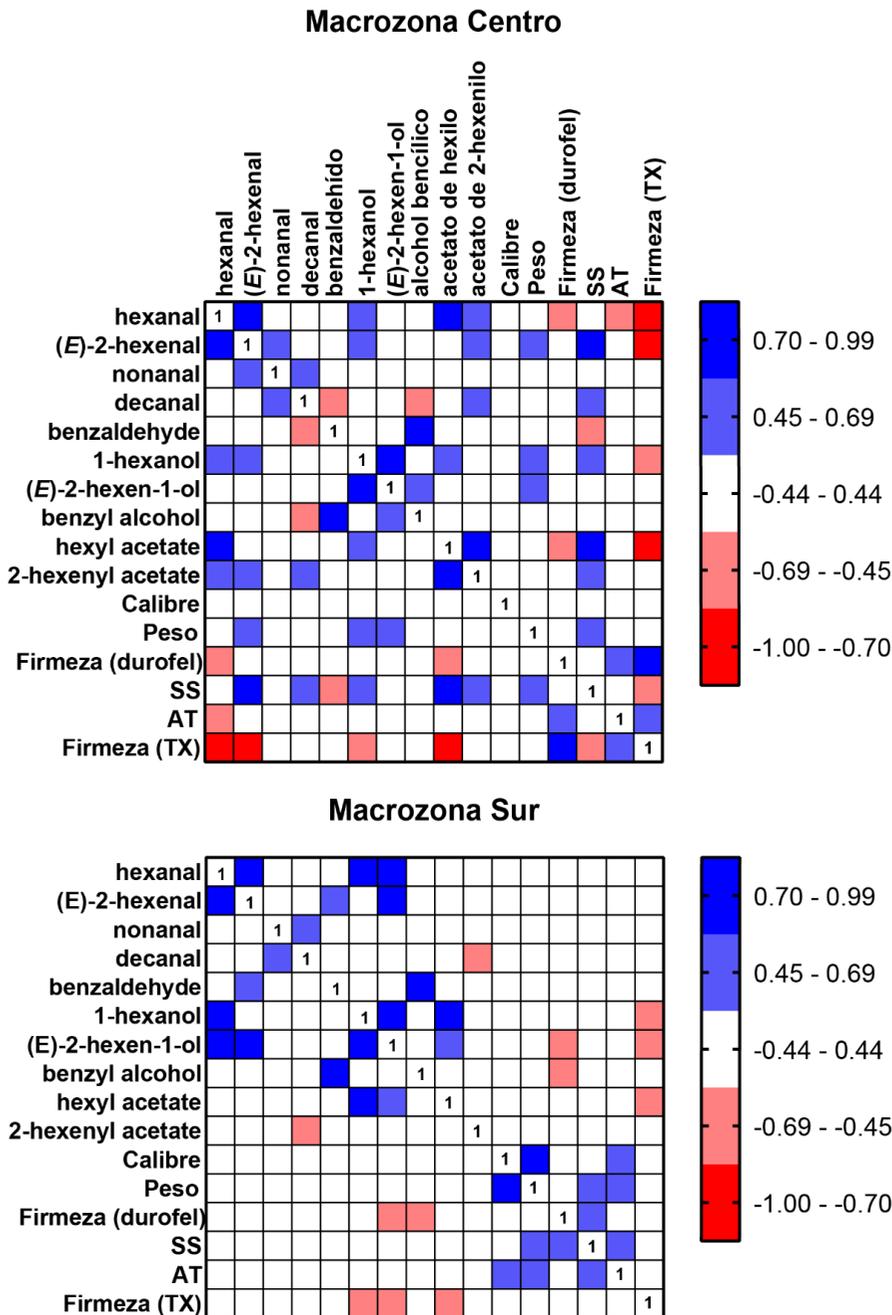


Figura 4. Matriz de correlación entre los 10 volátiles más abundantes en cereza Regina y los parámetros de calidad calibre, peso, firmeza, SS y AT en los estados de desarrollo 3-6.

Figure 4. Correlation matrix of the ten most abundant volatile compounds in Regina sweet cherry and the quality parameters diameter, weight, firmness, SS and TA at developmental stages 3-6.

les en otras frutas, aún durante la poscosecha y almace-
naje (Sivankalyani *et al.*, 2017; Tiwari *et al.*, 2020). Sin
embargo, se requiere más investigación con respecto a
la influencia y causas de estas diferencias en términos
bioquímicos. La información obtenida indica que es im-
portante estudiar de forma particular cada macrozona
de producción para escoger el momento óptimo de ca-
lidad de fruto para su cosecha.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Fondo Nacional de Desa-
rrollo Científico y Tecnológico por su financiamiento a
través del proyecto FONDECYT (Chile) N° 11180934.

REFERENCIAS

- Asociación de Exportadores de Frutas de Chile (ASOEX),
2021. Temporada de las cerezas cierra con un llamado a
la unidad del sector para enfrentar los nuevos desafíos.
[https://www.asoex.cl/component/content/article/25-
noticias/925-2020-2021-temporada-de-las-cerezas-
chilenas-cierra-con-un-llamado-a-la-unidad-del-sector-
para-enfrentar-los-futuros-desafios.html](https://www.asoex.cl/component/content/article/25-noticias/925-2020-2021-temporada-de-las-cerezas-chilenas-cierra-con-un-llamado-a-la-unidad-del-sector-para-enfrentar-los-futuros-desafios.html)
- Asociación de Viveros de Chile (AGV), 2020. Anuario Viveros
2020: Plantas frutales, vides y plantines de hortalizas
comercializadas en Chile. pp. 197 . [http://viverosde-
chile.cl/anuario-2020-descarga/Anuario_2020_web-
ok_26ago.pdf](http://viverosde-chile.cl/anuario-2020-descarga/Anuario_2020_web-ok_26ago.pdf)
- Campoy, J.A., Le Dantec, L., Barreneche, T., Dirlwanger, E.,
Quero-García, J., 2015. New Insights into Fruit Firm-
ness and Weight Control in Sweet Cherry. *Plant Molecu-
lar Biology Reporter* 33 (4), 783–796. [https://doi.
org/10.1007/s11105-014-0773-6](https://doi.org/10.1007/s11105-014-0773-6)
- Ceccarelli, D., Antonucci, F., Talento, C., Costa, C., Caboni, E.,
Ciccoritti, R., 2021. Can environment and genotype in-
fluence sweet cherry qualitative parameters? *Plant
Biosystems - An International Journal Dealing with all
Aspects of Plant Biology* 1–9. [https://doi.org/10.1080/
11263504.2021.1897705](https://doi.org/10.1080/11263504.2021.1897705)
- Ciccoritti, R., Ciorba, R., Mitrano, F., Cutuli, M., Amoriello, T.,
Ciaccia, C., Testani, E., Ceccarelli, D., 2021. Diversifica-
tion and Soil Management Effects on the Quality of Or-
ganic Apricots. *Agronomy* 11 (9), 1791.
- Cliff, M.A., Dever, M.C., Hall, J.W., Girard, B., 1995. Development
and evaluation of multiple regression models for pre-
diction of sweet cherry liking. *Food Research Interna-
tional* 28 (6), 583–589. [https://doi.org/10.1016/0963-
9969\(95\)00041-0](https://doi.org/10.1016/0963-9969(95)00041-0)
- InnovaChile-CORFO y Fundación para el Desarrollo frutícola
(FDF), 2014. Guía de prácticas y manejos en cosecha de
cereza. [http://www.fdf.cl/pdtcerezos/2010/5_noveda-
des/files/Guia_Cosecha_PDF.pdf](http://www.fdf.cl/pdtcerezos/2010/5_novedades/files/Guia_Cosecha_PDF.pdf)
- Ivanova, I., Serdyuk, M., Malkina, V., Priss, O., Herasko, T.,
Tymoshchuk, T., 2021. Investigation into sugars accu-
mulation in sweet cherry fruits under abiotic factors
effects. *Agronomy Research* 19 (2), 444–457. [https://
doi.org/10.15159/AR.21.004](https://doi.org/10.15159/AR.21.004)
- Li, X., Xu, C., Korban, S.S., Chen, K., 2010. Regulatory mecha-
nisms of textural changes in ripening fruits. *Critical Re-
views in Plant Sciences* 29 (4), 222–243. [https://doi.org/
10.1080/07352689.2010.487776](https://doi.org/10.1080/07352689.2010.487776)
- Luo, H., Dai, S.J., Ren, J., Zhang, C.X., Ding, Y., Li, Z., Sun, Y., Ji,
K., Wang, Y., Li, Q., Chen, P., Duan, C., Wang, Y., Leng, P.,
2014. The Role of ABA in the Maturation and Posthar-
vest Life of a Nonclimacteric Sweet Cherry Fruit. *Journal
of Plant Growth Regulation* 33 (2), 373–383. [https://
doi.org/10.1007/s00344-013-9388-7](https://doi.org/10.1007/s00344-013-9388-7)
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias- Centro de In-
formación de Recursos Naturales (ODEPA-CIREN),
2022. Ficha Nacional (Actualización febrero de 2022).
[https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/hand-
le/20.500.12650/69897/FichaNacional2022.pdf](https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/69897/FichaNacional2022.pdf)
- Param, N., Zoffoli, J.P., 2016. Genotypic differences in sweet
cherries are associated with the susceptibility to me-
chanical damage. *Scientia Horticulturae* 211, 410–419.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.027>
- Quero-García, J., Schuster, M., López-Ortega, G., Charlot, G., 2017.
Sweet cherry varieties and improvement, in: Quero-Gar-
cía, J., Lezzoni, A., Pulawska, J., Lang G. (Eds.), *Cherries:
Botany, Production and Uses*. CABI International, pp.
60–94. <https://doi.org/10.1079/9781780648378.0060>
- Redagrícola, R. digital, 2019. Nada detiene al cerezo. *Revista
Redagrícola* 105. [http://www.redagricola.com/cl/as-
sets/uploads/2019/08/ra105_ago.pdf](http://www.redagricola.com/cl/assets/uploads/2019/08/ra105_ago.pdf)
- San Martino, L., Manavella, F.A., García, D.A., Salato, G.,
2008. Phenology and fruit quality of nine sweet che-
rry cultivars in south patagonia. *Acta Horticulturae*
795 (2), 841–848. [https://doi.org/10.17660/actahor-
tic.2008.795.136](https://doi.org/10.17660/actahortic.2008.795.136)
- Sarricolea, P., Herrera-Ossandon, M., Meseguer-Ruiz, Ó., 2017.
Climatic regionalisation of continental Chile. *Journal of
Maps* 13 (2), 66–73. [https://doi.org/10.1080/1744564
7.2016.1259592](https://doi.org/10.1080/17445647.2016.1259592)
- Sekse, L., Meland, M., Reinsnos, T., Vestrheim, S., 2009.
Cultivar and weather conditions determine pre-and
postharvest fruit firmness in sweet cherries (*Prunus
avium* L.). *European Journal of Horticultural Science*
74 (6), 268.
- Silva, V., Pereira, S., Vilela, A., Bacelar, E., Guedes, F., Ribeiro,
C., Silva, A.P., Gonçalves, B., 2021. Preliminary insights in
sensory profile of sweet cherries. *Foods* 10 (3). [https://
doi.org/10.3390/foods10030612](https://doi.org/10.3390/foods10030612)
- Sivankalyani, V., Maoz, I., Feygenberg, O., Maurer, D., Alkan, N.,
2017. Chilling stress upregulates a-linolenic acid-oxida-
tion pathway and induces volatiles of C6 and C9 alde-
hydes in mango fruit. *Journal of Agricultural and Food
Chemistry* 65 (3), 632–638. [https://doi.org/10.1021/
acs.jafc.6b04355](https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b04355)
- Tiwari, S., Kate, A., Mohapatra, D., Tripathi, M.K., Ray, H.,
Akuli, A., Ghosh, A., Modhera, B., 2020. Volatile orga-
nic compounds (VOCs): Biomarkers for quality mana-
gement of horticultural commodities during storage
through e-sensing. *Trends in Food Science and Tech-
nology* 106, 417–433. [https://doi.org/10.1016/j.
tifs.2020.10.039](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.039)
- Villavicencio, J.D., Zoffoli, J.P., Plotto, A., Contreras, C., 2021.
Aroma compounds are responsible for an herbaceous
off-flavor in the sweet cherry (*Prunus avium* L.) cv.
Regina during fruit development. *Agronomy* 11, 2020.
<https://doi.org/10.3390/agronomy11102020>

- Whiting, M.D., Ophardt, D., McFerson, J.R., 2006. Chemical blossom thinners vary in their effect on sweet cherry fruit set, yield, fruit quality, and crop value. HortTechnology 16 (1), 66–70. <https://doi.org/10.21273/horttech.16.1.0066>
- Zoffoli, J.P., Toivonen, P., Wang, Y., 2017. Postharvest biology and handling for fresh markets, in: Quero-García J., Lezzoni, A., Pulawska J., Lang G. (Eds.), Cherries: Botany, production and uses. CABI International, pp. 460–484.

