

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CONCENTRACIÓN
DE MICRO/MACRONUTRIENTES EN FRUTOS DE CEREZO (*Prunus avium*),
CIRUELO JAPONÉS (*Prunus salicina*) Y DURAZNERO (*Prunus persica*)
PROVENIENTES DE POBLACIONES SEGREGANTES**

GAËLLE MARINE ANNICK CALVEZ LOPEZ

SANTIAGO – CHILE
2020

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CONCENTRACIÓN DE MICRO/MACRONUTRIENTES EN FRUTOS DE CEREZO (*Prunus avium*), CIRUELO JAPONÉS (*Prunus salicina*) Y DURAZNERO (*Prunus persica*) PROVENIENTES DE POBLACIONES SEGREGANTES.

CHARACTERIZATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS AND MICRO / MACRONUTRIENTS CONCENTRATION IN FRUITS OF SWEET CHERRY (*Prunus avium*), JAPANESE PLUM (*Prunus salicina*) AND PEACH (*Prunus persica*) FROM SEGREGATING POPULATIONS.

GAËLLE MARINE ANNICK CALVEZ LOPEZ

SANTIAGO – CHILE
2020

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CONCENTRACIÓN DE MICRO/MACRONUTRIENTES EN FRUTOS DE CEREZO (*Prunus avium*), CIRUELO JAPONÉS (*Prunus salicina*) Y DURAZNERO (*Prunus persica*) PROVENIENTES DE POBLACIONES SEGREGANTES.

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniero Agrónomo

GAËLLE MARINE ANNICK CALVEZ LOPEZ

	Calificaciones
Profesor Guía	
Sr. Herman Silva Ascencio Bioquímico, Ph. D.	7,0
Profesores Evaluadores	
Sr. José Ignacio Covarrubias P. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc. Dr.	6,0
Sr. Marco Schwartz M. Químico, M.Sc, M.I., Dr.	7,0

SANTIAGO – CHILE
2020

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanas por estar siempre acompañándome en este largo proceso y ser la motivación más importante para terminar esta etapa. A toda mi familia, y sobre todo a mi abuela, Lela, a quien dedico esta memoria porque sé lo mucho que te hubiese gustado estudiar agronomía.

A todas las lindas personas que me regaló este periodo universitario, que son hoy grandes amigxs, gracias por acompañarme en los buenos y malos momentos, por escucharme y por disfrutar juntxs en esta vida.

A mi compañero por la paciencia y por aguantarme gran parte de este largo proceso de titulación, gracias por contenerme y regalónearme cuando lo necesité.

A mis compañeras de casa, Clau y Dani por ser dos soles en mi camino!

A la Kuky, gracias por abrirme las puertas a tu vida desde un principio y por ayudarme a encontrar casa más cerca de la universidad. Gracias a ti y a la Tami por ser un gran apoyo y por ser un ejemplo de perseverancia.

Al equipo de agrorecursos por regalarme pura alegría y buenos momentos, la verde seguirá en mi corazón!

A todxs lxs que fueron o son parte del equipo del Laboratorio de Genómica Funcional y Bioinformática por la ayuda, y los buenos momentos compartidos.

A Hector Morales por su paciencia para enseñarme a utilizar los equipos y por toda la ayuda que me brindó.

A los profesores Alvaro Peña y José Ignacio Covarrubias por la ayuda entregada a lo largo de este proceso.

A René, por las conversaciones en el casino y sus remedios caseros para pasar los resfríos.

A todas las tías encargadas de la limpieza y jadineros de la facultad por entregarnos un entorno privilegiado.

A mi profesor guía Herman Silva Ascencio, por su exigencia y preocupación para finalizar esta etapa de la mejor manera.

Y finalmente al proyecto FONDECYT regular N° 1160600 “Characterization of fruit development and identification of potential bioactive compounds in plums, peach and sweet cherry through conventional breeding and molecular techniques”, por financiar y hacer posible esta investigación.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
HIPÓTESIS	6
OBJETIVOS	6
OBJETIVO GENERAL	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
MATERIALES Y MÉTODOS	7
LUGAR DE ESTUDIO	7
MATERIAL VEGETAL	7
VARIABLES MEDIDAS	9
Determinación de micro y macronutrientes	9
Determinación de compuestos fenólicos individuales	9
Determinación y cuantificación de compuestos antociánicos.....	9
Determinación de fenoles de bajo peso molecular (FBPM)	10
Determinación de carotenoides	11
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	11
RESULTADOS	12
FRUTAS DE DURAZNERO.....	12
FRUTAS DE CIRUELO.....	21
FRUTAS DE CEREZO	30
DISCUSIÓN	35
CONCLUSIONES	41
PROYECCIONES	42
LITERATURA CITADA	43
ANEXOS	51
APÉNDICES	55

RESUMEN

En la actualidad, el desafío de alimentar a una población cada vez más numerosa e informada sobre lo que consume y entregarle alimentos que tengan alta calidad nutricional y que promuevan una buena salud, es una realidad. Es por esta razón, que son cada vez más solicitados los alimentos que otorgan beneficios a la salud. Las frutas y verduras son elementos importantes dentro de la alimentación saludable al ser reconocidas por su contenido de minerales, vitaminas, azúcares y compuestos bioactivos. En el ámbito agronómico existen programas de fitomejoramiento en varias especies frutales que buscan obtener fruta con una mayor calidad con respecto al contenido de compuestos bioactivos, para así brindarle a la población la posibilidad de una vida más saludable. Dentro del género *Prunus* las especies más producidas son el cerezo (*Prunus avium*), el duraznero (*Prunus persica*) y el ciruelo japonés (*Prunus salicina*) y sus frutas las más consumidas a nivel mundial como fruta fresca. Por lo que el objetivo de este estudio es encontrar frutas provenientes de líneas segregantes de estas tres especies que presenten mayores concentraciones de algunos micro/macronutrientes, y compuestos antioxidantes (compuestos fenólicos y carotenoides), que las líneas parentales actualmente comercializadas. El análisis de minerales se realizó mediante un espectrómetro por emisión atómica de plasma de microondas. El análisis de compuestos antioxidantes se hizo por cromatografía líquida de alta resolución acoplada a un detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD). Los resultados revelaron que los compuestos fenólicos se concentran en mayor medida en el exocarpo de las frutas. El durazno es la especie que presenta mayores concentraciones de minerales y su concentración de potasio supera 1,4 veces la de ciruela y cereza. La ciruela es la especie con mayor contenido de antioxidantes de los tres carozos. La dispersión de la población segregante no fue importante en el caso de los macro y micronutrientes pero si lo fue en carotenoides alcanzando un 80% y en fenoles con una dispersión del 123,5% en promedio. Los segregantes de duraznero H2P126 y H1P89 fueron 2,1 y 1,8 veces mayor al parental August red en su concentración de cianidina-3-glucósido y H2P126 1,01 veces mayor a Rich May. H2P5 presentó una concentración de galato de procianidina B 2,8 veces y 9,6 veces mayor que August red y Rich May respectivamente. Para ciruelo, los segregantes H3P64 y H4P176 son en promedio 3,7 veces mayor a Angeleno y 1,9 veces mayor que Fortune en sus concentraciones de cianidina-3-glucósido (C3G). En cuanto a la cianidina-3-rutinósido (C3R) superaron a Angeleno 9,7 veces y 4,7 veces a Fortune. Además H4P176 presentó una concentración de catequina 16,2 veces mayor a Angeleno y 10,5 veces mayor a Fortune. En el caso de cerezo los mejores segregantes fueron H1P20 y H4P14 siendo sus concentraciones de C3G 3,4 veces mayor al parental Lapins y 1,3 veces mayor a Bing. Para la C3R fueron 1,7 y 1,5 veces mayor a Lapins y Bing respectivamente. H1P20 y H1P42 destacan por su concentración de ácido neoclorogénico superando en promedio 4,6 veces a Bing y 15,8 veces a Lapins.

Palabras claves: micro/macronutrientes, compuestos bioactivos, *Prunus*, líneas segregantes, antioxidantes.

ABSTRACT

Today, the challenge of feeding a growing population informed about what it consumes and providing them with food that is of high nutritional quality and promotes good health is a reality. It is for this reason that foods that provide health benefits are increasingly in demand. Fruits and vegetables are important in a healthy diet as they are recognized for their content of minerals, vitamins, sugars and bioactive compounds. There are breeding programs in several fruit species to obtain new varieties with fruit with a higher quality with respect to the content of bioactive compounds, in order to give to the consumers the possibility of a healthier life style. Within the *Prunus* genus, the most produced and consumed species worldwide as fresh fruit are cherries (*Prunus avium*), Japanese plums (*Prunus salicina*) and peaches (*Prunus persica*). Therefore, the objective of this study is to find fruits from segregating lines of these three species that present higher concentrations of micro/macronutrients and antioxidant compounds (phenolic and carotenoid compounds) than the currently commercialized parental lines. Mineral analysis was performed through a microwave plasma atomic emission spectrometer. The analysis of antioxidant compounds was done by high-resolution liquid chromatography coupled to a diode array detector (HPLC-DAD). The obtained results showed that phenolic compounds are more concentrated in the exocarp of the fruits. Peach is the species with the highest concentrations of minerals and its potassium concentration exceeds 1.4 times over plum and cherry. The plum is the species with the highest content of antioxidants of the three stone fruits. The dispersion of the segregating population was not relevant for macro and micronutrients but it was for carotenoids reaching 80% and for phenols with a dispersion of 123.5% on average. The peach segregants H2P126 and H1P89 were 2.13 and 1.84 fold-change higher than the parental August red in their cyanidine-3-glucoside concentration and H2P126 1.01 fold-change higher than Rich May. H2P5 presented a concentration of procyanidin B gallate 2.8 fold-change and 9.6 fold-change higher than August red and Rich May respectively. For the plum segregants, H3P64 and H4P176 were average 3.7 fold-change higher than Angeleno and 1.9 fold-change higher than Fortune in their cyanidine-3-glucoside (C3G) concentrations. As for cyanidine-3-glucoside (C3R), they was 9.7 fold-change higher than Angeleno and 4.7 fold-change higher than Fortune. In addition, H4P176 presented a catechin concentration 16.2 fold-change higher than Angeleno and 10.5 fold-change higher than Fortune. In the case of cherry segregants the best were H1P20 and H4P14 being their C3G concentrations 3.4 fold-change higher than the parental Lapins and 1.3 fold-change higher than Bing. For C3R they were 1.7 and 1.5 fold-change higher than Lapins and Bing respectively. H1P20 and H1P42 stand out for their concentration of neochlorogenic acid, being an average 4,6 fold-change higher than Bing and 15,8 fold-change higher than Lapins.

Keywords: micro/macronutrients, bioactive compounds, *Prunus*, segregation lines, antioxidants.

INTRODUCCIÓN

La población mundial está en aumento y se estima que para el año 2050 alcanzará los 9,8 mil millones de habitantes (DAES, 2017), lo que implica a su vez, un aumento en la demanda de alimentos (Schroeder et al., 2013). Sumado a esto, la disminución de tierras arables debido a la creciente urbanización (Liu et al., 2013), y las nuevas preferencias de alimentación de las personas, dónde la funcionalidad de los alimentos cobra relevancia, evidencian un escenario crítico de desafíos para la producción agrícola y la humanidad (Norheim et al., 2012). Uno de estos desafíos es velar por la seguridad alimentaria y asegurar la sostenibilidad del medio ambiente sin ir en desmedro de la salud humana (Satya y Sarkar, 2018).

Las plantas al igual que los humanos, requieren elementos minerales para su crecimiento y desarrollo. Estos son los macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre), requeridos en mayor cantidad que los micronutrientes (hierro, zinc, boro, cloro, manganeso, cobre, níquel y molibdeno). Dichos elementos en conjunto con el agua, el dióxido de carbono y el oxígeno pueden otorgar a la planta una adecuada nutrición (Mengel et al., 2001; White and Brown, 2010). La importancia de estos nutrientes en el ámbito humano radica en que los macronutrientes son constituyentes de las moléculas orgánicas como las proteínas o carbohidratos (Stipanuk y Caudill, 2013) y los micronutrientes son cofactores enzimáticos (Combet y Bukton, 2019).

Existen numerosas evidencias de que el consumo de alimentos de origen vegetal, se asocia con una disminución del riesgo de enfermedades crónicas, como diabetes, cáncer, obesidad y enfermedades cardiovasculares (Raiola et al., 2018). Este efecto benéfico para la salud se encuentra en directa relación con la presencia de compuestos bioactivos en las partes comestibles de estos alimentos (Barba et al., 2017). De igual modo, Sciassi et al. (2018) señalan que las frutas son productos de gran interés no sólo porque proveen de azúcares, vitaminas, y minerales, sino porque también son una fuente abundante de compuestos bioactivos, motivo por el cual se vuelve atractivo incorporarlas a la dieta diaria (Coronado et al., 2015).

Los compuestos bioactivos, son metabolitos secundarios que se encuentran por lo general en pequeñas cantidades en alimentos de origen vegetal. Sin embargo, estos le confieren a la planta defensa contra patógenos, aportes a las propiedades organolépticas y otorgan un beneficio a la salud que trasciende lo que conocemos como nutrición básica (Blasa et al., 2010; Herrera et al., 2014). Son varios los tipos de compuestos bioactivos presentes en frutas, y se clasifican en: vitaminas, carotenoides (β -caroteno, luteína, zeaxantina, licopeno) y polifenoles (flavonoides y no-flavonoides) (Kirschweng et al., 2017), siendo los más estudiados: carotenoides y compuestos fenólicos (Liu, 2004). Estos se diferencian estructuralmente y por sus propiedades químicas, no obstante, tienen como característica común ser antioxidantes (Saenz, 2006; Osorio-Esquivel et al., 2011). Esta propiedad sobresale al momento de hablar de enfermedades crónicas, las cuales se asocian al daño oxidativo que pueden sufrir las moléculas del organismo. Como resultado de reacciones metabólicas en el cuerpo pueden generarse especies reactivas de oxígeno (ROS) y radicales libres. Estas moléculas son muy inestables al tener un electrón desapareado, y pueden causar daño a otras moléculas cuando les quitan un electrón provocando así su oxidación.

Las moléculas antioxidantes son capaces de ralentizar el proceso oxidativo, al ceder electrones que neutralizan las ROS o radicales libres evitando así un daño a las macromoléculas permitiendo mantener la homeostasis del cuerpo (Blasa et al., 2010). La síntesis y acumulación de los compuestos bioactivos están influenciadas por factores, como la especie vegetal, la variedad y estadios de madurez, entre otros (Ibarra-Garza et al., 2015; Schulz et al., 2015).

Dentro de las especies frutales producidas en Chile, el género *Prunus L.* ocupa un lugar importante, siendo uno de los principales géneros dentro de la familia Rosaceae, dado que cuenta con más de 200 especies (Bortiri et al., 2006). Los frutales que pertenecen a este género, son también llamados “carozos” y producen frutos llamados drupas de gran valor comercial (Infante et al., 2011). En la actualidad este género se ha extendido por todo el mundo, alcanzando una superficie total de 32 millones de hectáreas (Martínez-Gomez, 2017). En el caso de Chile, dentro de las especies más producidas y exportadas del país se encuentran el cerezo, el duraznero y el ciruelo japonés. Para el año 2019 la superficie plantada de cerezos alcanzó 38.391 hectáreas (ha), el duraznero de consumo fresco junto con el nectarín un total de 7.448 ha y el ciruelo japonés 4.780 ha concentrándose su producción mayoritariamente en la Región del Libertador Bernardo O’Higgins (ODEPA, 2020).

En el cultivo de carozos, el desarrollo del fruto es un proceso relevante, al estar en directa relación con la productividad. En el caso de los tres carozos, el crecimiento del fruto se describe como una curva sigmoidea doble (Razeto, 2006). Este proceso de desarrollo se describe con cuatro fases distintas claramente reconocidas (El-Sharkawy et al., 2007). La primera etapa, se caracteriza por tener un rápido aumento en la división celular, y es donde el endocarpo alcanza su máximo tamaño, no así la fase dos donde se endurece el endocarpo para formar “el carozo”. En esta etapa casi no se incrementa el tamaño de la fruta (Dardick et al., 2010). La tercera etapa, corresponde a la segunda fase de crecimiento exponencial, dónde las células aumentan su tamaño, generando un mayor volumen de la fruta para alcanzar su tamaño final. En la cuarta y última etapa, las partes comestibles se ablandan, cambian de color y se acumulan sólidos solubles y compuestos bioactivos (Agustí, 2013).

Se han desarrollado nuevas variedades con diferentes fechas de cosecha: variedades de cosecha temprana, media estación o tardía, las que difieren en los tiempos de desarrollo del fruto lo que podría repercutir en la acumulación de compuestos bioactivos (Daorden, 2012). Efectivamente, tal como menciona Bobrich et al. (2014) en un estudio realizado en ciruelas japonesas, las antocianinas (glucósidos de cianidina) se encuentran en mayor cantidad en variedades tardías que en tempraneras, no así los carotenoides que disminuyen en variedades tardías. Esta diferencia entre los cultivares también se observa en frutos de duraznero (Mokrani et al., 2016) y de cerezo (Mirto et al., 2018).

En el contexto del escenario actual como también a futuro, en el que la producción de alimentos debe aumentar, haciendo frente a recursos de suelo y agua cada vez más limitados, y consumidores que cada vez le atribuyen más valor a las propiedades nutricionales y antioxidantes de las frutas o verduras que consumen, se vuelve necesario implementar prácticas agrícolas innovadoras y mejoramiento genético de frutales para obtener cultivares que presenten mayor proporción de compuestos bioactivos y elementos minerales que las variedades comerciales existentes (Conway, 2012). En Chile, que hoy se

posiciona como el primer exportador frutícola del hemisferio sur, abasteciendo muchas veces el mercado de contra estación (ODEPA, 2018), es importante que exista mejoramiento en las variedades locales para producir frutos que lleguen en buenas condiciones a los lejanos mercados de destino y con una calidad acorde a las exigencias del consumidor moderno (MINAGRI, 2014).

Debido a estas razones es que durante el último siglo han existido programas de mejoramiento genético de especies frutales que utilizan herramientas tradicionales como el cruce y la selección de individuos para resolver problemas como los de productividad, la resistencia a estreses bióticos (resistencia a plagas y enfermedades) y/o abióticos (salinidad, sequía) y la calidad de la fruta (Martínez-Gómez et al., 2003; Carrasco et al., 2013). Estos programas seleccionan cultivares que tengan atributos nutricionales interesantes, para cruzarlos y obtener una población segregante donde se seleccionan individuos que superen a los parentales en los caracteres de interés (Brennan y Millam, 2003). Un estudio realizado por Cantín et al. (2010), evaluó la susceptibilidad a lesiones por frío en una población segregante de duraznero y en los parentales de esta. Sus resultados revelaron que la fruta de la progenie del cruzamiento presentó una menor susceptibilidad a lesiones por frío que los parentales. Por esto se vuelve relevante analizar las poblaciones segregantes obtenidas del cruce de líneas parentales de duraznero, ciruelo japonés y cerezo, con cualidades variadas y fechas de cosecha distintas, para evaluar si poseen mayores virtudes que las líneas parentales. De esta manera podrán obtenerse nuevas líneas comerciales, ricas en minerales y compuestos bioactivos, entregándole así a la población una mejor alimentación satisfaciendo a la vez sus exigencias de calidad.

HIPÓTESIS

Frutas provenientes de algunos de los árboles de líneas segregantes de duraznero, ciruelo japonés y cerezo poseen una mayor concentración de ciertos compuestos antioxidantes (compuestos fenólicos y carotenoides) como también de ciertos macro y micronutrientes que las frutas provenientes de las variedades parentales (comerciales).

OBJETIVOS

Objetivo general

Caracterizar y cuantificar carotenoides, compuestos fenólicos, y macro/micronutrientes en frutas de árboles resultantes del cruzamiento de variedades comerciales de duraznero (Rich May x August Red), ciruelo japonés (Aurora x Angeleno) y cerezo (Bing x Lapins) para luego compararlas con las parentales.

Objetivos específicos

Determinar la concentración de compuestos fenólicos y carotenoides, en frutas de líneas segregantes y parentales de duraznero, ciruelo japonés y cerezo, diferenciando en las dos primeras especies el exocarpo del mesocarpo.

Determinar en frutas de líneas segregantes y parentales de duraznero, ciruelo japonés y cerezo, la concentración de micro (Fe, Zn, Mn, B, Cu) y macronutrientes (P, K, Ca, Mg) diferenciando en las dos primeras especies el exocarpo del mesocarpo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

Los análisis fueron realizados en distintos laboratorios pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicada en la comuna de La Pintana, Región Metropolitana, Chile:

Laboratorio de Genómica Funcional y Bioinformática y el Laboratorio de Nutrición Vegetal ambos pertenecientes al Departamento de Producción Agrícola.

Laboratorio de Análisis Cromatográfico y Capacidad Antioxidante de Alimentos del Departamento de Agroindustria y Enología.

Material vegetal

Las frutas de la variedad parental de duraznero Rich May fueron cosechadas a mediados de diciembre 2018 en la sociedad agrícola Univiveros, Paine. La variedad August Red fue cosechada a mediados de febrero 2019 en la sociedad agrícola Santa Clara, Casablanca. Para el caso de ciruelo japonés, las frutas de la variedad parental Angeleno se cosecharon en el predio Los Panguiles (perteneciente a la Pontificia Universidad Católica de Chile), Curacaví. No así Aurora, variedad parental que fue eliminada del predio Los Panguiles cuando comenzó la investigación. Se decidió entonces reemplazarla por Fortune (variedad homogénea en cuanto a fecha de cosecha, color y calidad de la fruta) que se cosechó en un predio colindante a Los Panguiles. Las variedades parentales de cerezo Bing y Lapins se cosecharon en Rengo, en el fundo El Parque y en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA Rayentue) respectivamente.

Las frutas de las líneas segregantes de ciruelo japonés y duraznero fueron obtenidas del predio Los Panguiles mencionado anteriormente, correspondiendo a la temporada 2017-2018. Las cosechas se realizaron entre diciembre del año 2017 y febrero del año 2018 dependiendo de sus fechas de cosecha (tempraneras, media estación o tardías). Las frutas de cerezo fueron cosechadas en el Centro Experimental Los Tilos, ubicado en la comuna de Buin, perteneciente al INIA a inicios de diciembre del año 2018.

Toda la fruta cosechada de las variedades parentales o segregantes pertenece a la segunda temporada productiva de cada especie. Los árboles segregantes de las tres especies fueron nombrados con un código de la forma HxPx, dónde H corresponde a la hilera en la cual se ubica el árbol segregante dentro del predio y P corresponde a la posición del árbol dentro de la hilera, siendo por ejemplo: H2P2 el segundo árbol de la hilera 2 del predio.

El marco de plantación de las líneas segregantes es de 1m x 3m, y con un sistema de conducción en eje central. Para cada uno de los árboles analizados las frutas que se recolectaron eran homogéneas en color y tamaño, ubicadas a una altura promedio de 1,8

metros, de las cuáles fue seleccionada al azar una muestra de 3 frutas por árbol (en el caso de duraznero y ciruelo japonés) y 30 frutas para el caso de cerezo. El muestreo para las variedades parentales se realizó con el mismo criterio. Estas últimas también tenían un sistema de conducción de eje central. En el cuadro 1 se detalla el total de árboles analizados por especie.

Cuadro 1: Número de árboles segregantes analizados por especie.

Especie	Cruzamiento	N° de árboles analizados
Ciruelo Japonés	“Aurora” (variedad tempranera) x “Angeleno” (variedad tardía)	10
Duraznero	“Rich May” (variedad tempranera) x “August Red” (variedad tardía)	15
Cerezo	“Bing” (variedad de media estación) x Lapins (variedad de media estación)	16

Cada uno de los árboles provenientes de las líneas segregantes de ciruelo japonés y duraznero fueron manejados en cuanto a fertilización con aplicaciones de nitrato de potasio con una dosis de 1 kg por planta en la temporada, y una poda de rebaje a 2,2m de altura. En el caso de cerezos las líneas segregantes fueron manejadas de manera similar a un huerto comercial, con una poda de rebaje a 2m de altura, y una fertilización con nitrato de posatio de $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. En la figura 1 se presenta la fotografía de un ejemplar de segregante de cada especie

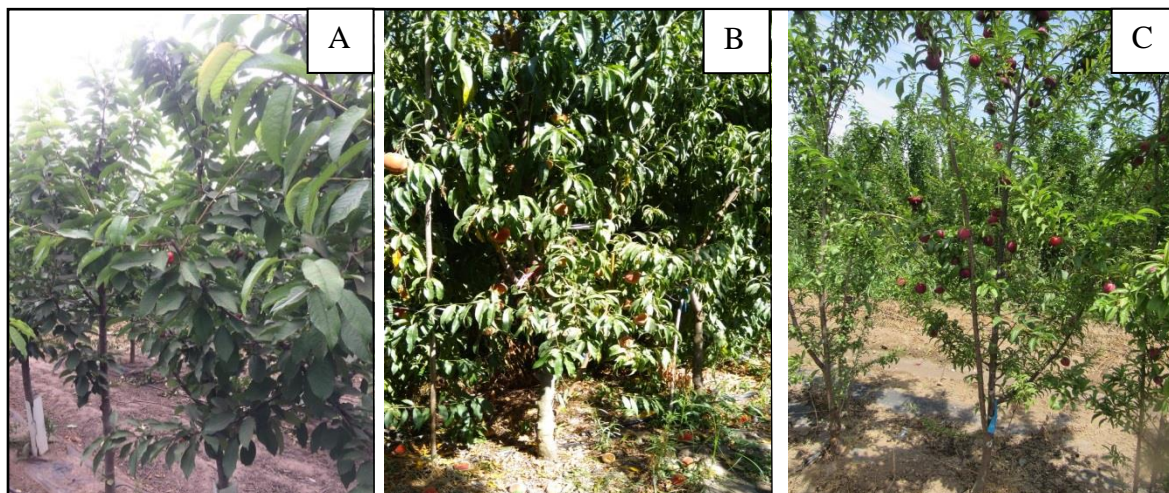


Figura 1: Árboles segregantes de A: Cerezo; B: Duraznero y C: Ciruelo japonés.

Variables medidas

Tal como se mencionó en la sección “material vegetal”, se cosecharon 3 frutas por árbol para el caso de duraznero y ciruelo japonés. Cada fruta fue cortada por separado en pequeños trozos, diferenciando exocarpo de mesocarpo, rotuladas y guardadas en bolsas ziploc que contenía los dos tejidos de las 3 frutas de un mismo segregante o parental. Se almacenaron a -80°C hasta su análisis. Para el caso de cerezo se cosecharon 30 frutas por árbol, las cuales fueron divididas en 3 sub-muestras de 10 frutas, que se descaroaron y rotularon. Se almacenaron a -80°C hasta su análisis. Previo al análisis, cada muestra (fruta entera, fue molida con nitrógeno líquido en un molinillo de análisis básico (modelo A-11, IKA, EE.UU) y guardada en un tubo cónico (Falcon) de 50 mL.

Determinación de micro y macronutrientes

La determinación de macro (P, K, Ca, Mg) y micronutrientes (Fe, Zn, Mn, B, Cu) se realizó según el protocolo de Molina y Covarrubias (2019). Se tomaron 2 g de tejido, para secarlo en estufa (modelo ED- 115, Binder, Alemania) a 70°C hasta alcanzar un peso constante (72 horas). Luego se molieron las muestras secas en un mortero y se masaron 200 mg que fueron sometidos a una primera fase de digestión ácida en botellas duran-shot con 6 mL de ácido nítrico (Merck), 10 mL de agua destilada y 4 mL de peróxido de hidrógeno (Merck). Se dejaron digiriendo las muestras en la cámara de extracción durante 12 horas, para luego ser autoclavadas a 121°C por 1 hora a una presión de 0,1 MPa. El líquido resultante de la mineralización fue filtrado y diluido hasta completar los 20 mL con agua des-ionizada. Finalmente la lectura de las muestras mineralizadas se realizó en un espectrómetro por emisión atómica por Plasma de Microondas (modelo MP- AES 4200, Agilent Technologies, EE.UU).

Se usaron 4 estándares y un blanco para obtener curvas de calibración y así las concentraciones de cada micro/macronutriente: el blanco, contenía ácido nítrico al 10%, el primer estándar contenía todos los macronutrientes (P, K, Ca, Mg) a una concentración de 2 ppm y los micronutrientes (Fe, Zn, Mn, B, Cu) a una concentración de 0,2 ppm. El segundo estándar poseía todos los macronutrientes a 4 ppm y los micronutrientes a 0,4 ppm. El tercer estándar tiene los macronutrientes a 70 ppm y los micronutrientes a 4 ppm. Finalmente el cuarto estándar tenía todos los macronutrientes a 150 ppm y los micronutrientes a 15 ppm. Las concentraciones fueron expresadas en $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de peso fresco.

Determinación de compuestos fenólicos individuales

Determinación y cuantificación de compuestos antociánicos

Se utilizó la metodología descrita por Peña et al. (2007) con modificaciones. Todos los reactivos utilizados en este y los próximos análisis son Merck y grado HPLC, a menos que se especifique lo contrario. Se tomaron 5 g de tejido, molidos previamente con nitrógeno líquido en un molinillo de análisis básico (modelo A-11, IKA, EE.UU). Luego se realizó una extracción sólido/líquido con 20 mL de metanol/agua al 80% durante 30 minutos en

hielo y agitación. Después se centrifugaron las muestras a 8.500 rpm por 15 minutos a 4°C. Posteriormente las muestras fueron filtradas con un filtro de membrana de 0,22 µm (Jet Biofil) y etiquetadas en viales. Estos últimos se inyectaron directamente en un cromatógrafo líquido de alta resolución (HPLC) (Merck Hitachi, EE. UU) equipado con un detector (DAD) (modelo L- 6200). Las muestras se inyectaron en alícuotas de 100 µL para mesocarpo y 10 µL para exocarpo.

La separación cromatográfica se hizo con una columna LiChrospher 250-4 RP-18 (5µm) a temperatura ambiente. Las fases móviles que se utilizaron son: ácido fórmico al 10% en agua y acetonitrilo, en el flujo de gradiente detallado en el Anexo 1.

La cuantificación de los compuestos antociánicos se realizó a partir de una recta de calibrado de cianidina-3-rutinosido.

Para obtener esta curva se usaron siete concentraciones conocidas de cianidina-3-rutinosido, las cuáles fueron inyectadas en el equipo HPLC-DAD. Se obtuvo la siguiente ecuación de la recta $Y = 1933,6X$ con un R^2 de 0,97. A partir de esta ecuación se cuantificaron las antocianinas.

Los resultados obtenidos se expresaron en µg equivalentes de cianidina-3-rutinósido · g⁻¹ de peso fresco.

Determinación de fenoles de bajo peso molecular (FBPM)

Se determinaron según el método indicado por Obreque et al. (2010) con ciertas modificaciones. Se tomaron 5 g de tejido previamente molidos con nitrógeno líquido en un molinillo de análisis básico para hacer una extracción sólido/líquido con 20 mL de una solución de metanol/agua 4:1 (v/v) por 10 minutos en hielo y agitación. Luego se centrifugaron las muestras a 8.500 rpm durante 15 minutos. Cada extracto fue llevado al 25% de su volumen inicial en un concentrador (Labconco, centrivap). El volumen recuperado se llevó a un volumen de 40 mL con agua Mili-Q para realizar 3 extracciones con 20 mL de éter etílico y 3 extracciones con 20 mL de acetato de etilo, mediante embudos de decantación. Se le agregó 5 g de sulfato de sodio anhidro a cada extracto para deshidratarlo durante 40 minutos antes de secarlo en rotavapor (Buchi, R210). Finalmente se rehidrató cada muestra con 1 mL de una solución metanol/agua 1:1 (v/v), se filtró con un filtro de membrana de 0,22 µm (Jet Biofil) e inyectaron alícuotas de 40 µL en el equipo de HPLC (modelo 1200, Agilent, EE. UU) equipado con un detector DAD (modelo G1313A). La separación cromatográfica se realizó con la columna de fase inversa Nova Pak (Waters) C-18 (4 µm). Las fases móviles que se utilizaron fueron ácido acético al 2% en agua, acetonitrilo: ácido acético: agua (20: 2: 78) y metanol. El flujo de gradiente se detalla en el Anexo 2.

Cada pico principal se identificó comparando tiempos de retención y espectros de absorción (Andreotti et al., 2008). La cuantificación se realizó mediante curvas de calibración internas de estándares puros. Los valores fueron expresados en µg · g⁻¹ peso fresco.

Determinación de carotenoides

Este análisis se realizó según la metodología de Stange et al. (2013) con las siguientes modificaciones: Se pesaron 2 g de tejido (exocarpo y mesocarpo por separado para duraznero y ciruelo. Se realizó en fruto entero para cerezo), previamente molido en molinillo con nitrógeno líquido. Este fue macerado en un mortero pre enfriado con 20 mL de hexano/acetona/etanol en proporción 2:1:1 (v/v/v). Se traspasó el macerado a un tubo cónico (falcon) de 50 mL. Este tubo se agitó en un vortex durante 2 min y se incubó en hielo y oscuridad por 10 min. Posteriormente, se centrifugó la muestra a 8500 rpm por 20 min. El sobrenadante resultante se traspasó a un tubo falcon de 15 mL, y fue secado con nitrógeno gaseoso. Finalmente se re suspendió la muestra en 1 mL de acetona/metanol/agua en proporción 6:3:1 (v/v/v), se agitó con vortex por 2 min e introdujo en un vial utilizando un filtro de 0,22 μm (Jet Biofil). Se inyectaron 100 μL de cada muestra en el equipo de HPLC-DAD (modelo 1100, Agilent, EE. UU; modelo G1315B) con una columna Nova-Pack C18. La fase móvil utilizada fue acetona: metanol: agua (60:30:10) en un flujo isocrático de 1,5 mL \cdot min⁻¹. Todas las operaciones se realizaron en condiciones de frío y oscuridad para evitar la fotodegradación, la isomerización y los cambios estructurales de los carotenoides.

Los carotenoides se identificaron de acuerdo a los tiempos de retención y espectros de absorción (Giuffrida et al., 2012; Melendez-Martinez et al., 2013). La curva de calibración de licopeno se obtuvo inyectando 14 concentraciones conocidas en el equipo de HPLC-DAD, para luego graficar los datos y obtener la ecuación de la recta $Y = 385,22X$ con un R^2 de 0,98. Con esta última se cuantificaron los carotenoides. Los resultados se expresaron en μg equivalentes de licopeno \cdot g⁻¹ de peso fresco.

Análisis estadístico

Se trata de un estudio del tipo observacional, dónde la unidad de observación (UO) corresponde a un árbol con 3 frutas (duraznero y ciruelo) o 30 frutas divididas en 3 submuestras de 10 frutas descaroizadas cada una, para el caso de cerezo.

Los datos se analizaron de manera independiente, utilizando estadística descriptiva por especie y por tejido para la media de cada variable medida y su dispersión. Adicionalmente, y con el fin de estudiar la interdependencia entre variables se realizó un Análisis Multivariado de Componentes Principales. Se trabajó con los datos estandarizados, sobre la matriz de correlación R. Los resultados se mostraron en forma gráfica mediante Bi-plot creados con el software estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2013). El análisis de componentes principales (ACP), junto con los gráficos Bi-plot permiten examinar todos los datos en un espacio de menor dimensión que el original de las variables. El ACP permite construir ejes artificiales (las componentes principales) para obtener gráficos donde se visualicen observaciones y variables en un mismo espacio, en una representación óptima para la interpretabilidad.

RESULTADOS

Frutas de duraznero

Macro y Micronutrientes

El análisis de micro y macronutrientes, se efectuó separando exocarpo de mesocarpo para las frutas de duraznero de los 15 árboles segregantes. Bajo las condiciones de este estudio, en ambos tejidos los macronutrientes que predominaron fueron potasio y fósforo, mientras que en los micronutrientes fueron hierro y boro.

En el caso del exocarpo los segregantes tienen una concentración promedio de potasio de 80,4 mg/100 g de peso fresco (PF). Lo sigue el fósforo con 13,8 mg/100 g de PF, luego el calcio con 5,6 mg/100 g de PF y el magnesio con 4,9 mg/100 g de PF. En las concentraciones de micronutrientes, que son menores, el hierro aparece como el más importante con una concentración promedio de los segregantes de 1,3 mg/100 g de PF, le siguen el boro con 0,3 mg/100 g de PF, el zinc con 0,28 mg/100 g de PF, el cobre con 0,06 mg/100 g de PF y finalmente el manganeso con 0,05 mg/100 g de PF.

En el mesocarpo el promedio de potasio es de 86,0 mg/100 g de PF, el de fósforo de 11,9 mg/100 g de PF, le sigue el magnesio con 4,2 mg/100 g de PF y finalmente Ca con 3,0 mg/100 g de PF. Para los micronutrientes el más abundante es el hierro con un promedio de 0,4 mg/100 g de PF, le sigue el boro con 0,23 mg/100 g de PF, el zinc con 0,2 mg/100 g de PF, el manganeso con 0,11 mg/100 g de PF y el cobre con 0,05 mg/100 g de PF.

El potasio es el elemento que sobresale en ambos tejidos, con concentraciones mucho más elevadas que el resto de los minerales analizados, siendo entre 5 a 7 veces mayores que las concentraciones de fósforo que ocupa el segundo lugar en abundancia. En el cuadro 1 y 2 se presenta un resumen con los cinco mejores exponentes segregantes y los parentales del cruzamiento. La totalidad de los datos analizados se pueden ver en el apéndice 1-a y 1-b.

Cuadro 1.- Concentración de macronutrientes medidos en exocarpo y mesocarpo de los cinco mejores segregantes y los parentales de frutas de duraznero, expresado en $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de peso fresco.

Grupo	Arbol	P	K	Ca	Mg
<u>Parentales</u>	August Red E	12,32±3,32	60,75±0,35	3,56±0,07	4,67±0,35
	August Red M	10,44±0,32	71,60±2,98	0,93±0,20	2,33±0,21
	Rich May E	13,24±2,18	86,67±9,42	13,81±3,88	5,51±1,47
	Rich May M	10,94±1,42	63,34±3,06	4,67±0,16	4,71±0,43
<u>Segregantes</u>	H2P31 E	10,58±0,01	92,91±4,67	9,00±1,46	4,36±0,06
	H2P31 M	8,93±0,14	91,00±7,70	2,48±0,03	4,24±0,38
	H2P5 E	15,55±4,97	140,03±18,9	3,45±0,02	9,20±0,62
	H2P5 M	12,72±1,7	185,27±1,4	4,49±0,35	6,81±0,37
	H2P56 E	17,90±0,5	87,41±1,86	4,54±0,16	5,70±0,21
	H2P56 M	14,48±0,8	94,67±10,09	1,40±0,05	3,95±0,38
	H2P27 E	24,43±0,65	122,91±3,9	6,33±1,20	8,30±0,14
	H2P27 M	11,99±0,66	79,56±3,35	1,81±0,3	3,18±0,24
	H3P4 E	26,44±2,94	93,41±0,94	10,90±0,3	6,84±0,43
	H3P4 M	23,06±0,8	110,90±4,16	7,43±0,12	6,97±0,12

Valor correspondiente a la media obtenida del análisis de 3 frutas por árbol. **P**: Fósforo, **K**: Potasio, **Ca**: Calcio, y **Mg**: Magnesio. **E**: exocarpo y **M**: mesocarpo. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al número del árbol segregante dentro de la hilera.

Cuadro 2.- Concentración de micronutrientes medidos en exocarpo y mesocarpo de los cinco mejores segregantes y los parentales de frutas de duraznero, expresado en $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de peso fresco.

Grupo	Arbol	Zn	Fe	Cu	B	Mn
<u>Parentales</u>	August Red E	0,12±0,02	2,99±0,16	0,04±0,003	0,87±0,004	ND
	August Red M	0,05±0,01	1,55±0,38	0,03±0,01	0,28±0,06	ND
	Rich May E	0,40±0,03	1,41±0,5	0,07±0,005	0,39±0,15	0,03±0,005
	Rich May M	0,15±0,03	0,45±0,03	0,04±0,01	0,04±0,01	0,01±0,002
<u>Segregantes</u>	H2P31 E	0,24±0,09	1,15±0,27	0,06±0,0007	0,46±0,06	0,04±0,01
	H2P31 M	0,21±0,03	0,57±0,08	0,04±0,01	0,14±0,02	ND
	H2P56 E	0,14±0,01	1,25±0,09	0,06±0,01	0,50±0,09	ND
	H2P56 M	0,19±0,02	0,41±0,07	0,04±0,002	0,49±0,05	ND
	H2P27 E	0,34±0,04	1,42±0,35	0,07±0,02	0,72±0,06	0,02±0,004
	H2P27 M	0,16±0,04	0,53±0,06	0,04±0,01	0,24±0,01	ND
	H3P4 E	0,60±0,24	2,07±0,36	0,09±0,0004	0,40±0,11	0,11±0,01
	H3P4 M	0,26±0,04	0,47±0,04	0,08±0,002	ND	0,11±0,002
	H2P5 E	0,39±0,05	3,02±0,48	0,08±0,03	0,36±0,004	ND
	H2P5 M	0,46±0,09	1,01±0,08	0,10±0,01	0,61±0,09	ND

Valor correspondiente a la media obtenida del análisis de 3 frutas por árbol. **Zn**: Zinc, **Fe**: Hierro, **Cu**: Cobre, **B**: Boro y **Mn**: Manganeso. **E**: exocarpo y **M**: mesocarpo. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al número del árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

La concentración de todos los minerales analizados es generalmente mayor en exocarpo que en mesocarpo excepto para el caso del potasio y manganeso. Las concentraciones de potasio son mayores en mesocarpo que en exocarpo en gran parte de los árboles analizados excepto para H2P31, H2P27, H3P15 y para el parental Rich May. El manganeso, no siempre es detectado en exocarpo o mesocarpo, por lo que su promedio en ambos tejidos no tiene una representatividad que nos permita concluir que generalmente se concentra más en mesocarpo que en exocarpo.

En el exocarpo, existe una dispersión de 54,28% en promedio (en base a la desviación estándar) dentro de la población segregante para el caso de los micronutrientes, no así en los macronutrientes o en mesocarpo donde la dispersión dentro de la población segregante es menor al 50% así como la dispersión total.

En cuanto a los segregantes que destacan, la concentración de potasio del segregante H2P31 supera a los parentales Rich May y August red en exocarpo y mesocarpo. Los segregantes H2P56 y H2P27 presentan concentraciones de potasio y fósforo que superan a los parentales en ambos tejidos. El individuo H2P5 es el que presenta la mayor concentración de potasio en sus tejidos de todos los árboles analizados, superando a los parentales entre 37% hasta un 57% dependiendo del tejido y del parental en cuestión. Sus concentraciones de fósforo y magnesio también son mayores que los parentales. Finalmente, las concentraciones de macro y micronutrientes del segregante H3P4 son mayores a las de cada parental para todos los minerales excepto en el exocarpo de Rich May donde la concentración de calcio supera a este segregante en $2,91 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de PF y del boro ya que no fue detectado en el mesocarpo de este árbol.

Compuestos Fenólicos: Antocianos

Dentro del análisis de compuestos fenólicos en la primera parte se realizó la identificación y cuantificación de compuestos antociánicos. Dados los resultados obtenidos mediante HPLC-DAD, los cromatogramas mostraron solamente dos picos en todas las frutas analizadas de esta especie. Estos corresponden a dos antocianinas identificadas como cianidina-3-glucósido (C3G) y cianidina-3-rutinósido (C3R) considerando sus tiempos de retención, espectros de absorción (Tomás-Barberán et al., 2001) y el uso de estándares (apéndice 2-a y 2-b).

Estas dos antocianinas tienen una mayor concentración en exocarpo que en mesocarpo y la C3G es la que se encuentra en mayor cantidad. De hecho, en el mesocarpo la C3R niquiera es detectada. En el cuadro 3 se muestran las concentraciones promedio de estos dos compuestos antociánicos en los parentales y en los mejores cinco segregantes.

Cuadro 3.- Concentración de cianidina-3-glucósido y cianidina-3-rutinósido en los cinco mejores segregantes y en los parentales del cruzamiento, expresado en μg equivalentes a $\text{C3R} \cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco.

	Árbol	Exocarpo		Mesocarpo	
		C3R	C3G	C3R	C3G
<u>Parentales</u>	August red	59,38±13,15	352,03±21,63	ND	0,50±0,19
	Rich May	39,52±6,71	740,90±54,72	ND	24,08±11,98
<u>Segregantes</u>	H2P5	25,60±9,45	152,86±50,30	ND	61,00±4,42
	H2P27	27,26±12,13	169,52±57,62	ND	27,81±5,79
	H2P148	30,74±7,31	251,49±37,15	ND	67,34±17,68
	H1P89	46,26±10,03	648,59±55,61	ND	4,55±1,69
	H2P126	50,40±3,04	750,55±61,10	ND	2,15±0,68

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 frutas analizadas por árbol. **C3G**: cianidina-3-glucósido. **C3R**: cianidina-3-rutinósido. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al número del árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

En el caso del exocarpo, el promedio de los segregantes para C3R es de $33,5 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de PF. La C3G presenta un promedio mayor, de $259 \mu\text{g}$ equivalentes (eq) a $\text{C3R} \cdot \text{g}^{-1}$ de PF, pero con una alta variabilidad (77,2%), presentando valores en los segregantes que fluctúan entre los 25,63 y los $750,55 \mu\text{g}$ eq a $\text{C3R} \cdot \text{g}^{-1}$ de PF (apéndice 3). El segregante H1P89 destaca con una concentración de C3R y C3G de 46,25 y $648,59 \mu\text{g}$ eq a $\text{C3R} \cdot \text{g}^{-1}$ de PF respectivamente, superando el promedio de los segregantes y el de los parentales excepto la C3G en el exocarpo de Rich May. El mejor segregante en cuanto al contenido de antocianinas es H2P126 con un promedio de C3R de $44,35 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de PF y un promedio de C3G de $750,55 \mu\text{g}$ eq a $\text{C3R} \cdot \text{g}^{-1}$ de PF valores mayores al promedio de los segregantes y a los dos parentales. Los segregantes H2P5, H2P148 y H2P27 son aquellos que presentaron las mayores concentraciones de C3G y C3R dentro de los individuos de cosecha tardía, que ya fueron analizados en su primera temporada productiva por Valenzuela (2019) y que a su vez presentaron las concentraciones más elevadas de C3G en el mesocarpo (que corresponde aproximadamente al 90% del fruto) considerando todos los árboles de cosecha temprana, media estación y tardía analizados (apéndice 3).

En el mesocarpo, la variabilidad en las concentraciones de C3G también es alta (148,6%) con un promedio de $14,44 \mu\text{g}$ eq a $\text{C3R} \cdot \text{g}^{-1}$ de PF y valores entre 0,33 y $67,34 \mu\text{g}$ eq a $\text{C3R} \cdot \text{g}^{-1}$ de PF.

Compuestos Fenólicos: Fenoles de bajo peso molecular

Como segunda parte dentro del análisis de compuestos fenólicos, se realizó una identificación (en base a los tiempos de retención y los espectros de absorción) y cuantificación de fenoles de bajo peso molecular (FBPM). Dentro de la población analizada y bajo las condiciones de este estudio, fue posible identificar 19 FBPM (apéndice 5-a y b) de los cuales solamente 15 fueron cuantificados (cuadro 4 y 5) dado que las concentraciones de algunos compuestos y su presencia dentro de la población analizada eran bajas. Este análisis se realizó únicamente en los tres segregantes de cosecha tardía presentados en el cuadro 4 y en los parentales con el objetivo de comparar resultados con la

primera temporada productiva de estos árboles dónde solamente se analizaron árboles de cosecha tardía (Valenzuela, 2019).

Cuadro 4.- Concentraciones de fenoles de bajo peso molecular en exocarpo de frutas de duraznero, expresado en $\mu\text{g}\cdot\text{g}$ de peso fresco.

Compuesto	Rich May	August red	H2P5	H2P148	H2P27
Procianidina B1	1,69	ND	ND	1,42±0,0	2,81±0,0
Procianidina B3	ND	ND	3,97±3,22	2,96±0,0	4,42±0,0
Catequina	ND	3,89±0,0	49,51±39,99	ND	4,97±0,21
Ácido clorogénico	8,60±0,0	4,45±0,6	1,89±0,6	1,09±0,007	7,74±0,0
Procianidina B2	ND	ND	1,93±0,0	ND	1,62±0,0
Galato de procianidina A	8,75±7,5	7,43±3,74	24,92±20,65	9,40±6,20	13,42±8,18
Epicatequina	0,95±0,0	1,09±0,0	1,18±0,78	ND	1,97±0,0
Dimero de procianidina A	ND	ND	2,62±0,0	ND	1,26±0,0
Dimero de procianidina B	ND	ND	3,57±0,0	ND	ND
Dimero de procianidina C	ND	ND	3,57±2,19	ND	6,93±0,0
Galato de procianidina B	1,20±0,01	4,07±0,04	11,60±1,57	13,97±4,36	8,66±4,55
Quercetina-3-glucósido	23,44±0,0	2,64±0,58	3,71±0,97	1,57±1,21	2,49±1,52
Quercetina-3-rutinósido	23,81±0,0	28,12±0,0	3,95±1,30	ND	ND
Elagitaninos	0,82±0,0	2,56±0,27	1,10±0,16	1,80±0,50	2,22±1,67
Kaempferol-3-glucósido	4,24±0,0	2,09±1,86	1,04±0,25	0,49±0,0	0,45±0,41

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 frutas analizadas por árbol. Rich May y August red son los parentales de este cruzamiento. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al numero del árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

En el exocarpo, 6 FBPM fueron detectados en todos los individuos analizados, siendo estos el ácido clorogénico, el galato de procianidina A y B, la quercetina-3-glucósido, eligitaninos y el kaempferol-3-glucósido. Entre ellos los que presentan una concentración promedio mayor fueron: el galato de procianidina A con $12,8 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de PF, el galato de procianidina B con un promedio de $7,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de PF y la quercetina-3-glucósido con $6,8 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de PF. El segregante H2P5 es el que presenta la mayor diversidad de compuestos, ya que solamente la procianidina B1 no fue detectada. Destaca para este segregante la catequina con una concentración promedio de $49,51 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de PF y el galato de procianidina A con una concentración de $24,92 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de PF. El segregante H2P27 también presenta gran cantidad de compuestos excepto dos, el dimero de procianidina B y la quercetina-3-rutinósido. Ambos segregantes superan a los parentales que presentan solamente 9 de los 15 FBPM cuantificados. El segregante H2P148 es el que contiene menor cantidad de FBPM, con solo 8 de los 15 compuestos.

Cuadro 5.- Concentraciones de fenoles de bajo peso molecular en mesocarpo de frutas de duraznero, expresado en $\mu\text{g}\cdot\text{g}$ de peso fresco.

Compuesto	Rich May	August red	H2P5	H2P148	H2P27
Procianidina B1	ND	ND	ND	ND	ND
Procianidina B3	ND	0,87±0,0	ND	ND	ND
Catequina	ND	5,65±0,0	ND	ND	ND
Ácido clorogénico	2,81±0,18	0,72±0,0	2,53±0,0	ND	1,83±1,16
Procianidina B2	ND	ND	ND	ND	ND
Galato de procianidina A	8,24±1,52	9,86±5,65	12,72±5,17	8,86±1,81	10,86±2,05
Epicatequina	ND	ND	ND	ND	ND
Dimero de procianidina A	ND	ND	ND	ND	ND
Dimero de procianidina B	ND	ND	ND	ND	ND
Dimero de procianidina C	ND	ND	ND	ND	ND
Galato de procianidina B	6,51±2,10	ND	11,39±1,38	10,33±0,0	10,87±2,98
Quercetina-3-glucósido	ND	2,83±0,47	ND	ND	ND
Quercetina-3-rutinósido	ND	ND	ND	ND	ND
Elagitaninos	0,66±0,33	0,47±0,0	1,37±0,16	1,03±0,30	0,78±0,28
Kaempferol-3-glucósido	0,02±0,0	0,27±0,001	ND	ND	ND

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 frutas analizadas por árbol. Rich May y August red son los parentales de este cruzamiento. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al numero del árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

En el mesocarpo, la cantidad de compuestos detectados en cada individuo es menor que en el exocarpo, al igual que las concentraciones. Los compuestos detectados en todos los individuos son el galato de procianidina A con una concentración promedio de $10,1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de PF y los elagitaninos con $0,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de PF de concentración. Esta vez, el parental August red es el que presenta la mayor cantidad de FBPM, siendo estos 7 de 15. El segregante H2P5 es el que presenta la mayor concentración de galato de procianidina A, así como también de elagitaninos. La procianidina B1, B2, la epicatequina, los dímeros de procianidina A, B y C junto con la quercetina-3-rutinósido están ausentes en el mesocarpo para todos los individuos analizados.

Carotenoides

El análisis de carotenoides, al igual que el de FBPM, se hizo exclusivamente en los tres segregantes presentados en los cuadros 4 y 5 y en los dos parentales del cruzamiento. Esta vez los compuestos fueron identificados en base a tiempos de retención, espectros de absorción y literatura (Giuffrida et al., 2012; Melendez-Martinez et al., 2013). Se identificaron y cuantificaron 5 compuestos siendo estos: luteína, zeaxantina, β -criptoxantina, un isómero de α -caroteno y β -caroteno. En el cromatograma tipo (apéndice 4) estos compuestos corresponden a los picos mas importantes, y para los cuáles el espectro de absorción era visible.

Los carotenoides al igual que los compuestos fenólicos presentan mayores concentraciones en exocarpo (cuadro 6) que en mesocarpo (cuadro 7). El isómero de α -caroteno y el β -caroteno son los que tienen las concentraciones más elevadas en ambos tejidos, siendo 39,7 μg equivalentes (eq) a licopeno $\cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco el promedio de los segregantes para el isómero de α -caroteno y 35,9 μg eq a licopeno $\cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco para el β -caroteno en exocarpo. Estos valores superan en un 92% y 67% respectivamente los promedios obtenidos en el mesocarpo.

Cuadro 6.- Concentración de carotenoides en el exocarpo de frutas de árboles segregantes de duraznero, expresado en μg equivalentes a licopeno $\cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco.

Arbol	Luteína	Zeaxantina	β -criptoxantina	isomero α -caroteno	β -caroteno
Rich May	0,89 \pm 0,0	0,55 \pm 0,14	6,40 \pm 0,76	96,50 \pm 10,97	55,20 \pm 5,12
August red	1,71 \pm 0,95	1,67 \pm 0,04	1,55 \pm 1,14	ND	2,70 \pm 0,0
H2P5	0,75 \pm 0,22	1,72 \pm 0,45	4,84 \pm 0,38	31,96 \pm 8,31	40,18 \pm 2,59
H2P148	ND	0,38 \pm 0,07	3,72 \pm 0,59	36,44 \pm 1,70	32,40 \pm 3,23
H2P27	ND	0,47 \pm 0,17	4,11 \pm 0,94	50,65 \pm 5,33	35,14 \pm 9,87

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 frutas analizadas por árbol, Rich May y August red son los parentales del cruzamiento. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al número del árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

Cuadro 7.- Concentración promedio de carotenoides en el mesocarpo de frutas de árboles segregantes de duraznero, expresado en μg equivalentes a licopeno $\cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco.

Arbol	Luteína	Zeaxantina	β -criptoxantina	isomero α -caroteno	β -caroteno
Rich May	ND	0,83 \pm 0,11	3,49 \pm 0,20	14,82 \pm 2,54	20,87 \pm 3,54
August red	0,59 \pm 0,26	1,55 \pm 0,98	ND	0,90 \pm 0,0	ND
H2P5	ND	0,29 \pm 0,09	2,59 \pm 0,98	ND	11,88 \pm 4,17
H2P148	ND	0,61 \pm 0,08	2,06 \pm 0,29	2,72 \pm 0,85	11,29 \pm 1,09
H2P27	ND	0,17 \pm 0,02	2,66 \pm 0,53	3,38 \pm 0,96	12,21 \pm 2,04

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 frutas analizadas por árbol, Rich May y August red son los parentales del cruzamiento. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al número del árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

En el exocarpo, destaca el segregante H2P5 que presenta el promedio mas alto para todos los carotenoides dentro de los segregantes excepto para el isomero de α -caroteno dónde es superado por los otros dos segregantes. El parental Rich May es el que posee las mayores concentraciones de carotenoides en exocarpo y mesocarpo, excepto luteína en mesocarpo que no es detectada y zeaxantina dónde es superado por August red en ambos tejidos y por H2P5 en exocarpo.

En la figura 1 se presenta un gráfico bi-plot de componentes principales para el exocarpo de frutos de duraznero desarrollado con las variables de los cuatro análisis mencionados anteriormente, dónde solo se consideraron las variables que estaban presentes en por lo menos 3 de los 5 individuos analizados. Este análisis de componentes principales (ACP) recogió un 54,2% de la variabilidad total de los datos entre sus dos componentes. Las

variables de mayor peso de la componente principal 1 (CP1) son la β -criptoxantina y el β -caroteno. Para la CP2, el galato de procianidina A es la variable de mayor peso.

Ciertas variables se encuentran relacionadas ya que los resultados indican varias correlaciones positivas significativas y negativas significativas (apéndice 16). Dentro de estas destacaron: Fe y zeaxantina ($r= 0,94$), Ca y Mn ($r= 0,86$), K y Mg ($r= 0,88$), β -criptoxantina e isómero de α -caroteno ($r= 0,86$), β -criptoxantina y β -caroteno ($r= 0,92$), isómero de α -caroteno y β -caroteno ($r= 0,87$), ácido clorogénico y galato de procianidina A ($r= 0,88$) y finalmente quercetina-3-glucósido y kaempferol-3-glucósido ($r= 0,98$), todas correlaciones positivas.

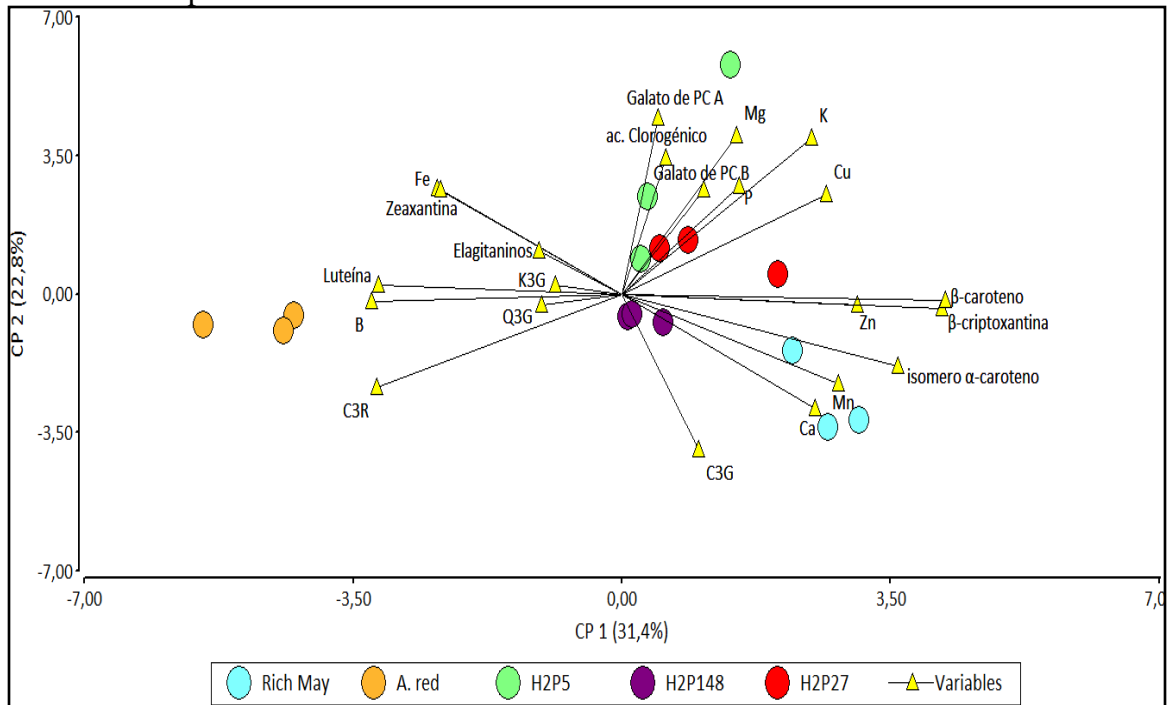


Figura 1. Análisis de componentes principales en exocarpo de frutas de duraznero, donde: **CP1** : componente principal 1, **CP2** : componente principal 2, **C3G** : cianidina-3-glucósido, **C3R** : cianidina-3-rutinósido, **Q3G** : quercetina-3-glucósido, **K3G** : kaempferol-3-glucósido, **Galato de PC B** : galato de procianidina B, **Ac. clorogénico** : ácido clorogénico, **B** : boro, **Fe** : hierro, **Mg** : magnesio, **K** : potasio, **P** : fósforo, **Cu** : cobre, **Zn** : zinc, **Mn** : manganeso y **Ca** : calcio.

Cada círculo del gráfico representa una observación (una fruta), y en este caso de exocarpo, bajo las condiciones de este estudio, las frutas de un mismo árbol se encuentran bastante agrupadas, demostrando que para las variables de este análisis las frutas de un mismo árbol son homogéneas. Sin embargo una de las frutas del segregante H2P5, se aleja de las otras dos destacando por su concentración de galato de procianidina A, ácido clorogénico, galato de procianidina B y magnesio. Los segregantes H2P27 y H2P148 tienen sus variables distribuidas al centro del gráfico, por lo que no presentan una característica destacable con respecto a los demás árboles analizados.

Los resultados del parental August red se proyectan a la izquierda del gráfico, lo que indica que estas frutas presentan mayores concentraciones de boro y luteína, pero que a su vez presentan concentraciones menores de β -caroteno y β -criptoxantina que los otros árboles analizados. El parental Rich May, destaca por su lado en concentraciones de calcio y

manganeso, no obstante, sus concentraciones de hierro y zeaxantina son menores que las de los otros árboles analizados. Entre los cinco individuos analizados August red es el mejor en cuanto a la concentración de luteína, boro y C3R y entre los segregantes el mejor sería H2P5 por sus concentraciones de galato de procianidina A, B y ácido clorogénico.

En la figura 2 se muestra el gráfico bi-plot para el mesocarpo de frutas de duraznero. En este tejido varios FBPM o carotenoides fueron detectados solamente en una sola fruta de uno de los individuos analizados, considerándose para el ACP solamente las variables presentes en las frutas por lo menos 3 de los 5 individuos analizados. Este análisis recogió un 70,7% de la variabilidad total de los datos entre sus dos componentes. Las variables de mayor peso de la CP1 son el zinc y en menor medida los elagitaninos y el cobre. Para la CP2, el isómero de α -caroteno es la variable de mayor peso o inercia.

Los resultados indicaron varias correlaciones positivas significativas y dos correlaciones negativas significativas (apéndice 17) y destacaron las siguientes: Zn y Cu ($r=0,89$), Zn y K ($r=0,87$), Cu y K ($r=0,91$), B y K ($r=0,90$) y el Mn con el isómero de α -caroteno ($r=0,91$).

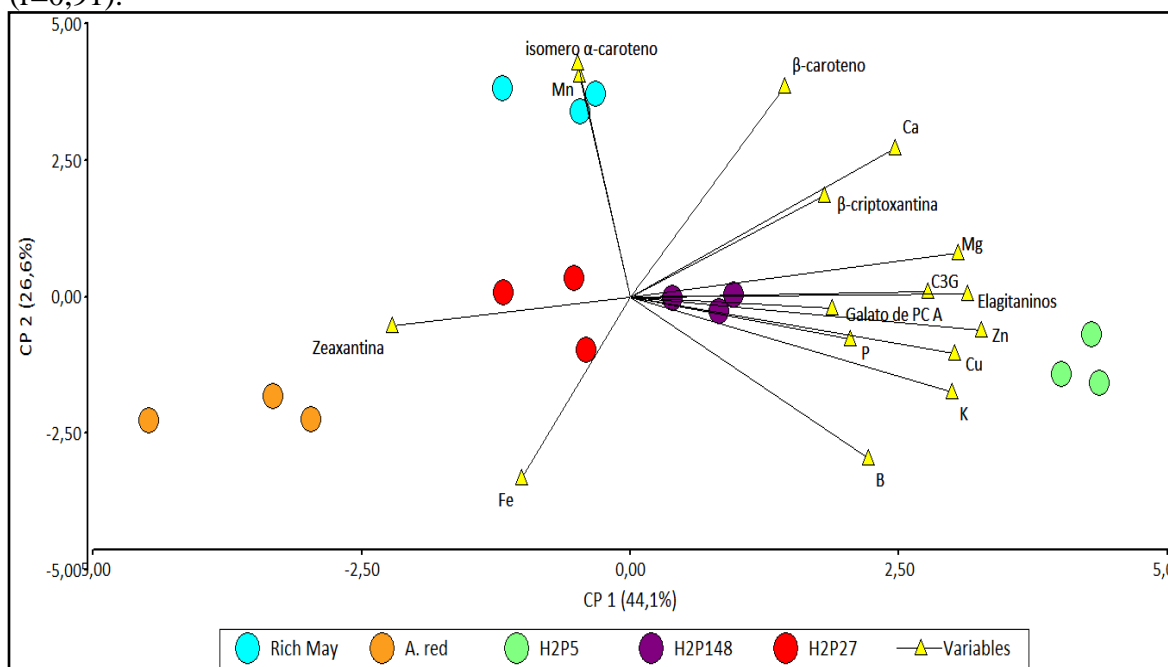


Figura 2. Análisis de componentes principales en mesocarpo de frutas de duraznero, donde: **CP1** : componente principal 1, **CP2** : componente principal 2, **Galato de PCA** : galato de procianidina A, **B** : boro, **Fe** : hierro, **Mg** : magnesio, **K** : potasio, **P** : fósforo, **Cu** : cobre, **Zn** : zinc, **Mn** : manganeso y **Ca** : calcio.

Las observaciones del parental August red siguen proyectadas a la izquierda del gráfico, indicando que el mesocarpo de estas frutas presentan altos valores de concentración de zeaxantina, pero valores bajos de magnesio, cianidina-3-glucósido y elagitaninos. El otro parental, Rich May, destaca por sus concentraciones de manganeso y del isómero de α -caroteno. Los segregantes H2P27 y H2P148 no tienen observaciones que se proyectan en el gráfico, permaneciendo en el centro por lo que no destacan en ninguna variable en particular. Contrariamente a ellos, el segregante H2P5 se encuentra a la derecha del gráfico, sobresaliendo por sus concentraciones de cobre, zinc, fósforo, galato de procianidina A, elagitaninos y cianidina-3-glucósido, siendo entonces el segregante que destaca.

Frutas de ciruelo

Micro y Macronutrientes

Para el caso de ciruelo, en el análisis de micro y macronutrientes también se separó exocarpo de mesocarpo. En ambos tejidos, al igual que en duraznero, los macronutrientes que predominaron fueron potasio y fósforo y en los micronutrientes hierro y boro o zinc dependiendo del tejido.

En el exocarpo la concentración promedio de los segregantes para potasio fue de 46,5 mg/100 g de PF, seguido del fósforo con 7,5, del calcio con 4,1 y el magnesio con 2,8 todos los promedios expresados en mg/100 g de PF. En los micronutrientes la mayor concentración promedio fue para el hierro con 0,73, luego el boro con 0,29, el zinc con 0,14, el manganeso con 0,04 y el cobre con 0,03 mg/100 g de PF (apéndice 6-a).

En el mesocarpo el patrón de los macronutrientes se repite pero esta vez con concentraciones promedio de los segregantes de 58,6 para potasio, de 8,0 para fósforo, 2,2 para el calcio y 2,02 para magnesio, todas las concentraciones en mg/100 g de PF. En el caso de los micronutrientes el hierro y el boro tienen la mayor concentración promedio, siendo esta 0,3 mg/100 g de PF, le siguen el zinc con un promedio de 0,14, el manganeso con 0,06 y finalmente el cobre con una concentración de 0,03 mg/100 g de PF (apéndice 6-b).

El potasio sigue siendo el elemento más abundante, seguido del fósforo al igual que en duraznero presentando concentraciones 6 y 7 veces mayores al fósforo en el exocarpo y mesocarpo respectivamente. En el cuadro 8 y 9 se presenta un resumen de este análisis con los cinco mejores segregantes y los parentales del cruzamiento. La totalidad de los datos analizados se encuentra en el apéndice 6-a y 6-b.

Cuadro 8.- Concentración de macronutrientes medidos en exocarpo y mesocarpo de los cinco mejores segregantes y los parentales de frutas de ciruelo japonés, expresado en $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ de peso fresco.

Grupo	Arbol	P	K	Ca	Mg
<u>Parentales</u>	Angeleno E	9,96±1,26	44,67±2,37	7,96±0,55	2,83±0,34
	Angeleno M	13,87±0,23	80,05±3,22	4,58±0,29	2,61±0,16
	Fortune E	8,50±0,85	50,09±1,27	7,12±0,05	3,10±0,13
	Fortune M	14,83±0,45	97,22±4,43	3,52±0,39	3,42±0,38
<u>Segregantes</u>	H3P11 E	6,78±1,08	53,34±4,39	9,41±1,26	3,21±0,34
	H3P11 M	7,73±0,46	51,79±7,0	5,79±1,47	2,32±0,16
	H4P176 E	6,99±1,04	35,84±3,38	3,07±1,05	3,19±0,41
	H4P176 M	9,42±0,97	72,86±6,36	1,36±0,15	2,08±0,11
	H4P136 E	7,43±0,7	46,80±5,6	1,84±0,52	3,53±0,22
	H4P136 M	10,17±0,61	73,79±1,9	1,59±0,15	2,10±0,21
	H3P26 E	7,01±1,0	32,61±2,9	3,33±0,08	3,05±0,37
	H3P26 M	11,75±1,87	68,65±4,9	1,19±0,04	3,25±0,83
	H4P53 E	13,81±1,12	79,59±10,02	3,24±1,29	4,02±0,62
	H4P53 M	7,78±0,37	64,74±3,49	1,74±0,18	1,99±0,14

Valor correspondiente a la media obtenida del análisis de 3 frutas por árbol. **P**: Fósforo, **K**: Potasio, **Ca**: Calcio, y **Mg**: Magnesio. **E**: exocarpo y **M**: mesocarpo. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al número del árbol segregante dentro de la hilera.

Cuadro 9.- Concentración de micronutrientes medidos en exocarpo y mesocarpo de los cinco mejores segregantes y los parentales de frutas de ciruelo japonés, expresado en $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ de peso fresco.

Grupo	Arbol	Zn	Fe	Cu	B	Mn
<u>Parentales</u>	Angeleno E	0,22±0,03	0,61±0,06	0,04±0,01	0,34±0,11	ND
	Angeleno M	0,27±0,02	0,23±0,02	0,03±0,01	0,24±0,02	ND
	Fortune E	0,18±0,04	0,74±0,10	0,04±0,01	0,23±0,08	ND
	Fortune M	0,10±0,02	0,28±0,09	0,04±0,01	0,46±0,12	ND
<u>Segregantes</u>	H4P53 E	0,11±0,05	0,58±0,16	0,03±0,01	0,31±0,04	0,01±0,003
	H4P53 M	0,09±0,02	0,20±0,02	0,02±0,004	0,54±0,12	ND
	H3P26 E	0,07±0,01	0,65±0,08	0,03±2E-3	0,46±0,16	0,02±0,005
	H3P26 M	0,13±0,01	0,25±0,06	0,04±0,01	0,65±0,07	ND
	H3P11 E	0,24±0,03	1,02±0,11	0,04±0,001	0,17±0,07	ND
	H3P11 M	0,27±0,1	0,38±0,07	0,06±0,02	0,15±0,03	ND
	H4P176 E	0,22±0,04	1,09±0,24	0,03±0,003	0,25±0,04	0,05±0,01
	H4P176 M	0,21±0,04	0,63±0,17	0,03±0,004	0,24±0,07	ND
	H4P136 E	0,17±0,04	1,61±0,37	0,03±0,003	0,34±0,07	0,05±0,01
	H4P136 M	0,13±0,05	2,34±0,14	0,03±0,002	0,30±0,06	ND

Valor correspondiente a la media obtenida del análisis de 3 frutas por árbol. **Zn**: Zinc, **Fe**: Hierro, **Cu**: Cobre, **B**: Boro y **Mn**: Manganeso. **E**: exocarpo y **M**: mesocarpo. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al número del árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

El individuo H4P53 es el que tiene la mayor concentración de fósforo y potasio en exocarpo de toda la población segregante, superando a los parentales en estos dos elementos. En el mesocarpo supera a los parentales por su concentración en boro. H3P11, otro de los segregantes destacados, presenta en su exocarpo una concentración de potasio que supera a los dos parentales. Además es el que presenta la mayor concentración de calcio en exocarpo como en mesocarpo superando a todos los individuos analizados. Su concentración de hierro supera a los parentales en ambos tejidos. Sucede casi lo mismo para zinc (en mesocarpo) y cobre (en ambos tejidos), donde esta vez supera o iguala a los parentales en concentración. Los segregantes H4P176, H4P136 y H3P26 tienen concentraciones en el mesocarpo de fósforo y potasio que superan el promedio de la población segregante (apéndice 6-a). Sumado a esto, H4P176 supera a los parentales en ambos tejidos para el elemento hierro, pero es superado por H4P136 que presenta la mayor concentración de hierro en ambos tejidos, siendo esta 3,7 veces mayor a la de H4P176 en mesocarpo. H3P26 supera a los parentales en ambos tejidos en cuanto a la concentración de boro.

Para esta especie no se observa una tendencia a una mayor acumulación de los elementos en el exocarpo, como se encontró en duraznero. La dispersión en base a la desviación estándar de micro y macronutrientes en ambos tejidos, así como la dispersión total son menores al 50% en la población segregante analizada de esta especie bajo las condiciones de este estudio.

Compuestos Fenólicos: Antocianos

En cuanto al análisis de compuestos antociánicos, al igual que en duraznero, se identificaron las mismas dos antocianinas: C3G y C3R. El cromatograma tipo de esta especie (apéndice 7) también presentó solamente dos picos, siendo la C3G la que está presente en mayor medida en ambos tejidos para todos los segregantes analizados.

Estas antocianinas se concentran más en el exocarpo de las frutas, encontrándose en promedio 152 veces más concentrada la C3R y 75 veces más concentrada la C3G en exocarpo que en mesocarpo. En el cuadro 10, se presenta la cuantificación de estos compuestos antociánicos para cuatro segregantes y los parentales de este cruzamiento.

Cuadro 10.- Concentración de cianidina-3-glucósido y cianidina-3-rutinósido en 4 segregantes destacados y los parentales del cruzamiento, expresado en μg equivalentes a $\text{C3R} \cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco.

	Árbol	Exocarpo		Mesocarpo	
		C3R	C3G	C3R	C3G
<u>Parentales</u>	Angeleno	329,83±75,61	1325,68±184,46	4,43±0,08	17,92±1,98
	Fortune	691,51±76,93	2605,97±422,32	0,79±0,0	13,55±0,86
<u>Segregantes</u>	H3P64	4722,53±499,40	5582,76±695,76	3,66±0,87	6,23±1,71
	H4P176	1707,72±18,88	4290,02±499,80	37,97±12,09	183,75±41,86
	H4P129	1627,34±214,79	3953,01±290,07	1,52±0,36	2,88±0,56
	H3P26	1110,11±34,78	3472,95±64,83	22,92±4,49	67,26±17,76
	H4P10	166,07±27,88	412,36±36,14	ND	ND

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 frutas analizadas por árbol. **C3G**: cianidina-3-glucósido. **C3R**: cianidina-3-rutinósido. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al número del árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

Los segregantes H3P64 y H4P176, además de presentar las mayores concentraciones de estos compuestos antociánicos en su exocarpo, corresponden a segregantes que ya fueron analizados en su primera temporada productiva (Valenzuela, 2019) al igual que el segregante H4P10, razón por la cuál este último se integró a esta tabla a pesar de no destacar por sus concentraciones en C3R o C3G. Los segregantes H3P64, H4P176, H4P129 y H3P26 son los que presentaron las concentraciones más altas de C3R y C3G en el exocarpo dentro de la población segregante analizada, y que a su vez, superaron a los parentales.

En el exocarpo, el promedio de los segregantes para la C3G es de 2471 μg equivalentes (eq) a $\text{C3R} \cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco con una alta variabilidad del 73,4% (en base a desviación estándar) con valores que fluctúan entre 412,36 y 5582 μg eq a $\text{C3R} \cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco (apéndice 8). La C3R tiene un promedio de 1276 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco y presenta aún más variabilidad, alcanzando 95,8% con valores entre 166,07 y 4722 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco.

En el mesocarpo los promedios de concentración son mucho menores, siendo 13,2 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco el promedio de C3R y 32,8 μg eq a $\text{C3R} \cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco el promedio de C3G. Sin embargo la variabilidad alcanzada para C3R y C3G es aun mayor que en el exocarpo, con 110,07% y 179,12% respectivamente. Los valores de C3R varían entre 1,33 y 37,97 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco y los C3G entre 1,22 y 183,75 μg eq a $\text{C3R} \cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco.

Compuestos Fenólicos: Fenoles de bajo peso molecular

Para la segunda parte del análisis de compuestos fenólicos, se analizaron los parentales, junto con los dos mejores segregantes en cuanto a su contenido de compuestos antociánicos en exocarpo (H3P64 y H4P176) y el segregante H4P10 que ya había sido analizado en su primera temporada productiva, para así poder comparar los resultados obtenidos en ambas temporadas.

Dentro de la población analizada de ciruelo japonés y bajo las condiciones de este estudio, se identificaron más fenoles de bajo peso molecular (FBPM) que en duraznero, siendo en

total de 23 FBPM (apéndice 9-a y b), los cuales fueron todos cuantificados (cuadro 11 y 12).

Cuadro 11.- Concentraciones de fenoles de bajo peso molecular (FBPM) en exocarpo de frutas de ciruelo japonés, expresado en μg de peso fresco.

Compuesto	Angelino	Fortune	H4P176	H3P64	H4P10
Ácido protocatequico	2,59±0,95	0,40±0,19	0,56±0,15	0,34±0,04	0,04±0,0
Ácido neoclorogénico cis	ND	25,93±2,55	3,50±0,0	ND	0,89±0,18
Ácido neoclorogénico trans	ND	33,36±12,19	3,03±1,33	ND	ND
Procianidina B1	ND	ND	7,52±1,79	2,3±0,23	ND
Procianidina B3	ND	ND	9,70±2,93	0,64±0,19	ND
Catequina	3,22±0,0	4,95±1,56	52,20±16,17	16,76±1,90	2,88±0,33
Procianidina B2	ND	ND	4,48±1,42	ND	ND
Procianidina B4	ND	51,30±17,54	11,25±1,29	72,37±4,40	8,35±1,46
Epicatequina	2,78±0,0	101,22±33,92	23,84±8,58	156,59±3,34	39,81±5,63
Ácido ferúlico	40,3±0,008	2,12±0,39	3,16±0,56	2,38±0,33	0,50±0,05
Dimero de procianidina A	ND	15,73±4,72	4,17±0,57	ND	ND
Dimero de procianidina B	ND	10,74±3,63	9,46±1,19	9,07±1,21	0,81±0,20
Dimero de procianidina C	ND	6,47±1,32	11,22±2,85	ND	ND
Ácido verátrico	ND	3,84±1,50	6,97±0,68	2,77±0,94	2,46±0,39
Quercetina-3-glucósido	2,43±0,0	69,52±0,09	42,55±6,99	105,90±11,90	32,83±1,67
Quercetina-3-galactósido	20,37±0,34	3,53±0,30	17,87±2,19	28,05±3,57	8,34±1,82
Quercetina-3-rutinósido	ND	27,45±0,78	71,24±1,31	115,94±0,99	55,80±12,40
Kaempferol-3-glucósido	ND	0,99±0,09	19,26±0,36	31,34±0,26	5,83±1,40
Kaempferol-3-galactósido	ND	14,59±4,03	16,38±2,26	27,21±6,78	9,91±0,32
Ester de ác. Hidroxicinámico A	ND	0,46±0,16	1,13±0,26	1,98±0,25	ND
Ester de ác. Hidroxicinámico B	ND	0,53±0,21	1,52±0,26	2,48±0,29	0,14±0,0002
Flavonol NI	ND	3,94±1,72	ND	10,84±2,54	ND
Quercetina	ND	2,88±0,0	4,54±1,08	ND	6,25±1,28

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 frutas analizadas por árbol. Angelino y Fortune son los parentales de este cruzamiento. NI: no identificado. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al numero del árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

En el exocarpo, los FBPM más constantes en su detección, que están presentes en todos los individuos analizados son seis: el ácido protocatequico, la catequina, la epicatequina, el ácido ferúlico, la quercetina-3-glucósido y la quercetina-3-galactósido. Dentro de estos 6 compuestos, los que presentan las mayores concentraciones son la epicatequina y la quercetina-3-glucósido.

El segregante H4P176 destaca ya que presenta todos los FBPM excepto uno, el flavonol no identificado. Destaca la concentración de catequina de este segregante, de $52,2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco siendo al menos el doble de los parentales y otros segregantes. Le sigue el parental Fortune que presenta 20 de los 23 FBPM, destacando por sus concentraciones en epicatequina ($101,22 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco) y quercetina-3-glucósido ($69,52 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco). No obstante, es superado por el segregante H3P64 que presenta las mayores

concentraciones de estos dos compuestos y de la quercetina-3-rutinósido. Sus concentraciones para epicatequina, quercetina-3-glucósido y quercetina-3-rutinósido son $156,59 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco, $105,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco y $115,94 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco respectivamente. Este segregante presenta 17 de los 23 FBPM superando a H4P10 y al parental Angeleno que solamente presentan 15 y 6 de los 23 compuestos respectivamente.

Cuadro 12.- Concentraciones de fenoles de bajo peso molecular (FBPM) en mesocarpo de frutas de ciruelo japonés, expresado en $\mu\text{g}\cdot\text{g}$ de peso fresco.

Compuesto	Angeleno	Fortune	H4P176	H3P64	H4P10
Ácido protocatéquico	ND	ND	0,08±0,01	ND	ND
Ácido neoclorogénico cis	0,29±0,0	7,30±0,0	0,34±0,0	ND	ND
Ácido neoclorogénico trans	ND	5,36±2,40	ND	ND	ND
Procianidina B1	ND	ND	ND	ND	ND
Procianidina B3	0,33±0,0	ND	2,88±0,45	ND	ND
Catequina	6,11±1,36	0,80±0,38	10,41±3,42	3,68±1,31	2,83±1,27
Procianidina B2	7,09±0,0	ND	ND	ND	ND
Procianidina B4	17,93±7,47	4,17±0,48	5,15±0,48	11,64±2,52	8,12±2,27
Epicatequina	45,65±14,57	11,39±2,52	9,14±1,45	18,83±4,31	34,06±6,19
Ácido ferúlico	1,29±0,15	0,80±0,19	0,73±0,09	0,69±0,05	0,32±0,05
Dimero de procianidina A	4,25±0,86	ND	0,72±0,24	ND	0,44±0,0
Dimero de procianidina B	5,96±1,92	2,81±0,62	0,71±0,22	5,29±1,60	0,71±0,30
Dimero de procianidina C	0,66±0,15	ND	0,67±0,23	ND	ND
Ácido verátrico	ND	ND	1,67±0,43	ND	ND
Quercetina-3-glucósido	0,69±0,12	8,69±0,30	3,63±1,59	7,45±3,10	ND
Quercetina-3-galactósido	1,73±0,0	ND	ND	0,72±0,09	0,94±0,0
Quercetina-3-rutinósido	2,14±0,16	2,15±0,42	ND	3,04±0,36	ND
Kaempferol-3-glucósido	0,42±0,10	0,11±0,08	0,08±0,04	1,13±0,26	ND
Kaempferol-3-galactósido	1,72±0,0	2,51±0,19	3,21±0,25	0,90±0,12	0,73±0,0
Ester de ác. Hidroxicinámico A	ND	ND	0,15±0,01	0,14±0,02	ND
Ester de ác. Hidroxicinámico B	ND	ND	0,18±0,02	0,16±0,03	ND
Flavonol NI	ND	ND	ND	ND	ND
Quercetina	ND	0,72±0,0	ND	ND	ND

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 frutas analizadas por árbol. Angeleno y Fortune son los parentales de este cruzamiento. **NI**: no identificado. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al número del árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

En el mesocarpo, también fueron seis FBPM detectados en todos los individuos analizados pero esta vez fueron la catequina, la procianidina B4, la epicatequina, el ácido ferúlico, el dímero de procianidina B y el kaempferol-3-galactósido. Dentro de estos, destacan por su concentración promedio la procianidina B4 con $9,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco y la epicatequina con $23,8 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco. La concentración de catequina en el mesocarpo es en promedio 2,7 veces menor a la del exocarpo y la del ácido ferúlico, que también destacaba en exocarpo es 12 veces menor en el mesocarpo, con una concentración promedio de $0,766 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco.

El segregante H4P176 sigue siendo el destacado ya que presenta la mayor cantidad de FBPM, con 16 de los 23 compuestos y destaca por su concentración de catequina ($10,41 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco) que supera a los parentales y demás segregantes y que es 5 veces menor a su concentración en exocarpo. Le sigue el parental Angeleno con 15 de los 23 FBPM y que destaca por su concentración de epicatequina, $45,65 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco, superando a los otros individuos analizados. Luego aparece Fortune y el segregante H3P64 presentando 12 de los 23 compuestos, Fortune es el único que presenta quercetina en el mesocarpo y H3P64 presenta la mayor concentración de kaempferol-3-glucósido. Por último, el segregante H4P10 es el que menos FBPM presenta, sólo 8 de los 23 analizados, sin embargo es el segregante con la mayor concentración de epicatequina, superando en 1,8 o 3,7 veces los segregantes H3P64 y H4P176 respectivamente.

Carotenoides

Para el análisis de carotenoides, se consideraron los mismos segregantes que en el análisis de FBPM. Se identificaron y cuantificaron los mismos compuestos que en duraznero, es decir, luteína, zeaxantina, β -criptoxantina, el isómero de α -caroteno y β -caroteno. En el apéndice 10 se presenta el cromatograma tipo para las frutas de esta especie y en el cuadro 13 y 14 las concentraciones promedio de carotenoides en exocarpo y mesocarpo para esta especie.

Cuadro 13.- Concentración promedio de carotenoides en el exocarpo de frutas de árboles segregantes de ciruelo japonés, expresado en μg equivalentes a licopeno $\cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco.

Arbol	Luteína	Zeaxantina	β -criptoxantina	isomero α -caroteno	β -caroteno
Angeleno	$3,33\pm 0,15$	ND	ND	$2,71\pm 0,62$	$89,39\pm 4,41$
Fortune	ND	$2,88\pm 1,70$	$1,29\pm 0,0$	$5,01\pm 0,0$	ND
H4P176	$1,43\pm 0,08$	$12,92\pm 4,26$	$1,90\pm 0,31$	ND	ND
H3P64	$0,69\pm 0,0$	$8,97\pm 2,58$	ND	ND	ND
H4P10	ND	$2,26\pm 0,82$	ND	ND	ND

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 frutas analizadas por árbol. Angeleno y Fortune son los parentales del cruzamiento. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al número del árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

Cuadro 14.- Concentración promedio de carotenoides en el mesocarpo de frutas de árboles segregantes de ciruelo japonés, expresado en μg equivalentes a licopeno $\cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco.

Arbol	Luteína	Zeaxantina	β -criptoxantina	isomero α -caroteno	β -caroteno
Angeleno	ND	ND	ND	ND	ND
Fortune	ND	$0,32\pm 0,0$	ND	ND	ND
H4P176	ND	$0,33\pm 0,0$	$0,43\pm 0,0$	ND	ND
H3P64	ND	$2,18\pm 1,94$	ND	$4,37\pm 0,47$	ND
H4P10	ND	ND	ND	ND	ND

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 frutas analizadas por árbol. Angeleno y Fortune son los parentales del cruzamiento. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al número del árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

Al igual que en duraznero, en ciruelo también los carotenoides se concentran más en el exocarpo que en mesocarpo, siendo algunos carotenoides como la luteína o el β -caroteno nisiquiera detectados en el mesocarpo. La zeaxantina es el compuesto que predomina, ya que es detectada para la mayoría de los individuos analizados en ambos tejidos. Su concentración promedio en el exocarpo es de $5,4 \mu\text{g}$ equivalentes a licopeno $\cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco, superando en un 83% su concentración en el mesocarpo ($0,94 \mu\text{g}$ equivalentes a licopeno $\cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco).

El segregante H4P176 destaca por su concentración de zeaxantina superando a parentales y segregantes en exocarpo. El parental Fortune es el que tiene la mayor concentración del isómero de α -caroteno y el parental Angeleno es el único que presenta β -caroteno, con una importante concentración de $89,39 \mu\text{g}$ equivalentes a licopeno $\cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco.

La figura 3 se muestra el gráfico bi-plot para el exocarpo de frutas de ciruelo japonés, dónde también solo se consideraron las variables que están presentes en por lo menos 3 de los 5 individuos analizados. Este ACP recogió un 60% de la variabilidad total de los datos entre sus componentes principales. La CP1 tiene como variable de mayor peso al fósforo y la CP2 tiene a la quercetina-3-glucósido y en menor medida la cianidina-3-glucósido y cianidina-3-rutinósido.

Las correlaciones significativas encontradas en este ACP se muestran en el apéndice 18, y las más destacadas fueron : cianidina-3-rutinósido y cianidina-3-glucósido ($r=0,87$), luteína y ácido protocatequico ($r=0,89$), luteína y ácido ferúlico ($r=0,92$), ácido protocatequico y ácido ferúlico ($r=0,92$) y la epicatequina con la quercetina-3-glucósido ($r=0,94$).

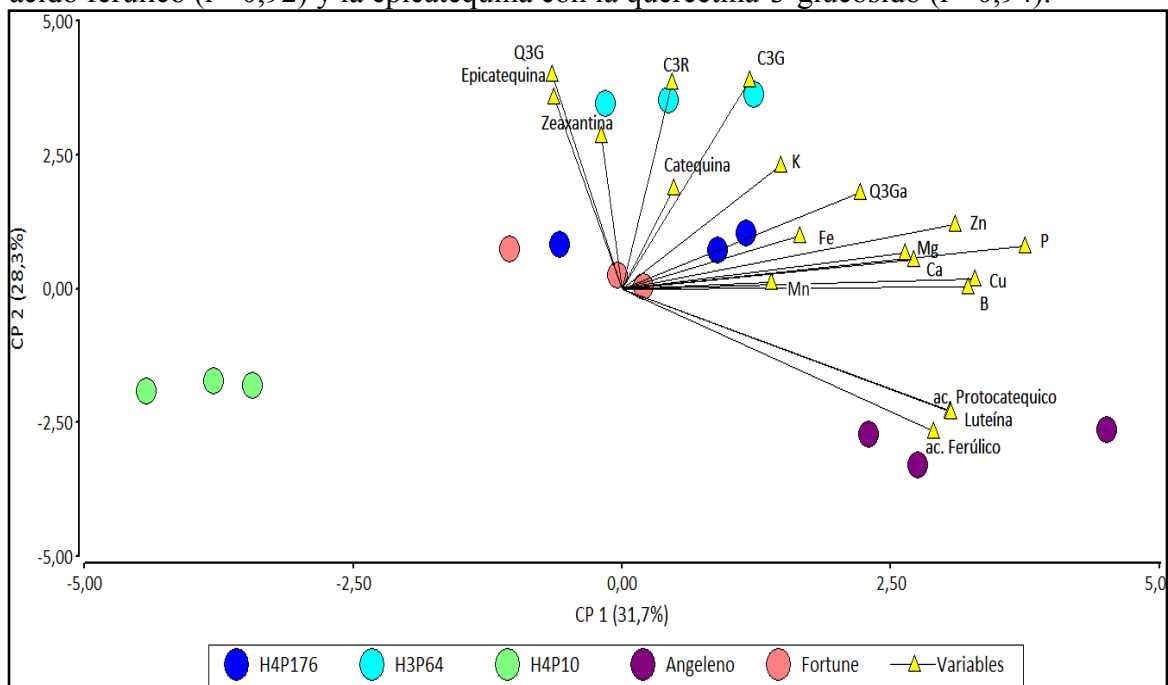


Figura 3. Análisis de componentes principales en exocarpo de frutas de ciruelo japonés, donde: **CP1** : componente principal 1, **CP2** : componente principal 2, **Q3G** : quercetina-3-glucósido, **C3R** : cianidina-3-rutinósido, **C3G** : cianidina-3-glucósido, **Q3Ga** : quercetina-3-galactósido, **Ac.** : ácido, **B** : boro, **Fe** : hierro, **Mg** : magnesio, **K** : potasio, **P** : fósforo, **Cu** : cobre, **Zn** : zinc, **Mn** : manganeso y **Ca** : calcio.

En el caso del exocarpo de ciruelo dos individuos, el parental Fortune y el segregante H4P176 se encuentran en una disposición intermedia del gráfico, mostrando que no

destacan por alguna(s) variable(s). El segregante H3P64 se caracteriza por presentar valores de zeaxantina, catequina y cianidina-3-glucósido más altos que los otros individuos. Las observaciones del parental Angeleno se proyectan en la parte derecha inferior del gráfico, indicando que sus frutas poseen concentraciones de ácido ferúlico, luteína y ácido protocatequico más altas que los demás árboles analizados. Por último, el segregante H4P10 se encuentra ubicado en la parte izquierda del gráfico, mostrando que tiene menores concentraciones que el parental Angeleno en cuanto a las variables: fósforo, cobre, boro, zinc, magnesio, calcio, ácido protocatequico, luteína y ácido ferúlico.

La figura 4 se muestra el gráfico bi-plot para el mesocarpo de frutas de ciruelo japonés, donde solo se consideraron las variables que se presentaban en por lo menos 3 de los 5 individuos analizados. Este ACP recogió un 59,1% de la variabilidad total de los datos. Por un lado, la CP1 tiene a la cianidina-3-glucósido como variable de mayor peso y a la cianidina-3-rutinósido y el calcio en menor medida. Por otro lado, la CP2 tiene a como variable de mayor peso al magnesio y al fósforo.

Las correlaciones significativas que reveló este análisis se muestran en el apéndice 19, pero destacan la de P y Mg ($r=0,86$), Fe y C3G ($r=0,86$), B y Mg ($r=0,88$), K y Mg ($r=0,87$), C3R y C3G ($r=0,99$) y finalmente la C3R con la catequina ($r=0,88$).

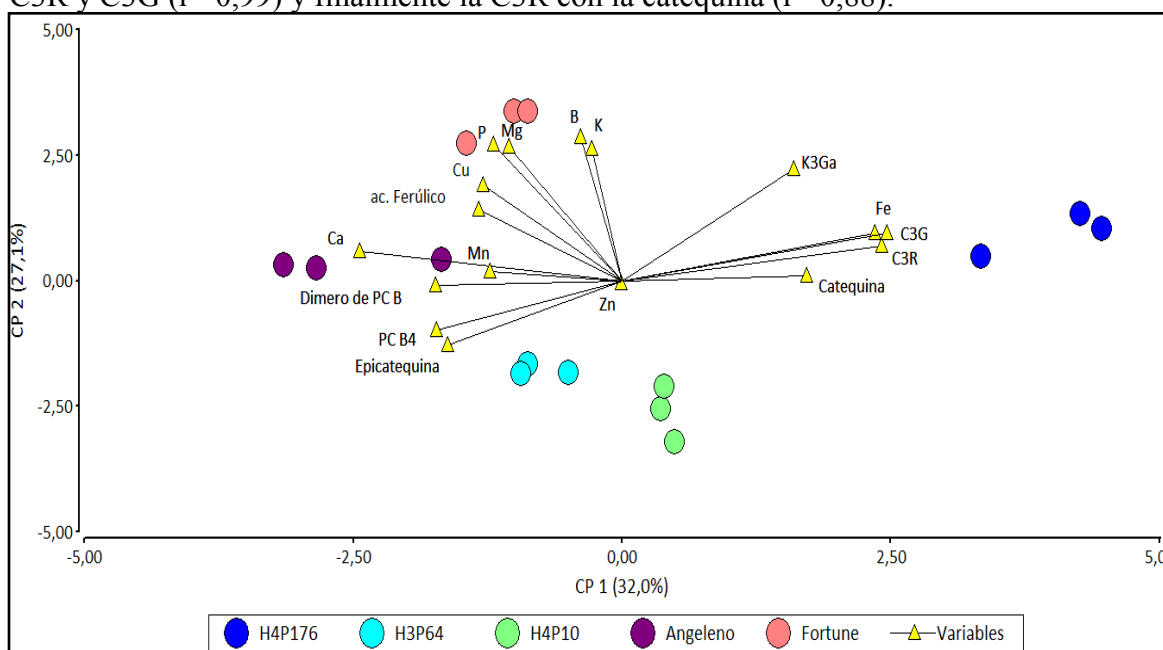


Figura 4. Análisis de componentes principales en mesocarpo de frutas de ciruelo japonés, donde : **CP1** : componente principal 1, **CP2** : componente principal 2, **C3R** : cianidina-3-rutinósido, **C3G** : cianidina-3-glucósido, **K3Ga** : kaempferol-3-galactósido, **Ac.** : ácido, **Dimero de PC B** : dímero de procianidina B, **B** : boro, **Fe** : hierro, **Mg** : magnesio, **K** : potasio, **P** : fósforo, **Cu** : cobre, **Zn** : zinc, **Mn** : manganeso y **Ca** : calcio.

En el mesocarpo de ciruelo, la dispersión de los individuos es mayor que en exocarpo ya que se encuentran repartidos en todo el gráfico. Los segregantes H4P10 y H3P64 ubicados en la parte intermedia baja del gráfico presentan valores más pequeños de concentración que el parental Fortune para las variables fósforo, magnesio, boro y potasio. Por otro lado el segregante H4P176 tiene todas sus observaciones en el extremo derecho del gráfico, dando a entender que es el mejor exponente en cuanto a concentración de cianidinas, hierro y

catequina pero también, que sus concentraciones de epicatequina, procianidina B4, Mn, Ca y del dímero de procianidina B son más bajas respecto al resto de la población analizada. El parental Angeleno, características inversas a H4P176, (pero en menor grado al encontrarse mas cercano al centro del gráfico) ya que destaca por sus concentraciones de Ca, Mn y del dímero de procianidina B y a su vez presenta bajos valores para catequina, hierro y las cianidinas.

Frutas de cerezo

Micro y Macronutrientes

Los análisis para esta especie se realizaron en fruto entero descaroado. En el análisis de micro y macronutrientes, bajo las condiciones de este estudio, se determinó que los macronutrientes que destacaron fueron potasio y fósforo al igual que en las dos especies anteriores. Lo mismo sucede con los micronutrientes donde hierro y boro sobresalen.

La concentración promedio de los segregantes para potasio es de 56,9 seguido del fósforo con 7,8 luego el calcio con 4,1 y finalmente el magnesio con 2,5. En los micronutrientes, lidera el hierro con una concentración promedio de 0,36 en segundo lugar el boro con 0,28 el tercer lugar es para el zinc con 0,08 y finalmente el cobre y el manganeso con 0,04, todas las concentraciones en $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de peso fresco. Al igual que en las dos especies anteriores el potasio es el elemento con mayor concentración de todos, superando en un 86,4% al fósforo que es el segundo elemento más abundante en frutos de esta especie. El cuadro 15 y 16 muestra un resumen con los cinco mejores segregantes y los dos parentales de este cruzamiento.

Cuadro 15.- Concentración de macronutrientes en los cinco mejores segregantes y los parentales en fruta entera descaroada de cerezo, expresado en $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de peso fresco.

Grupo	Arbol	P	K	Ca	Mg
<u>Parentales</u>	Bing	8,47±0,74	48,69±6,9	2,70±0,82	2,24±0,08
	Lapins	7,84±0,32	50,36±2,25	4,25±0,66	2,41±0,1
<u>Segregantes</u>	H6P13	8,36±0,78	59,91±6,86	5,35±0,47	3,11±0,42
	H4P14	8,27±0,69	61,47±7,07	5,53±1,16	2,93±0,03
	H2P31	9,24±0,84	66,98±3,8	3,62±1,27	2,51±0,15
	H3P1	9,72±0,57	67,07±2,77	4,12±0,39	2,42±0,13
	H3P10	6,86±1,63	69,71±3,07	3,32±0,15	2,56±0,17

Valor correspondiente a la media obtenida del análisis de 3 sub-muestras (10 frutas cada una) por árbol. **P**: Fósforo, **K**: Potasio, **Ca**: Calcio, y **Mg**: Magnesio. **E**: exocarpo y **M**: mesocarpo. **HxPy**: donde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al numero del árbol segregante dentro de la hilera.

Cuadro 16.- Concentración de micronutrientes en los cinco mejores segregantes y los parentales de fruta entera descarozada de cerezo, expresado en $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de peso fresco.

Grupo	Arbol	Zn	Fe	Cu	B	Mn
<u>Parentales</u>	Bing	0,08±0,03	0,16±0,01	0,05±0,003	ND	0,04±0,002
	Lapins	0,09±0,02	0,28±0,08	0,05±0,01	ND	0,05±0,02
<u>Segregantes</u>	H6P13	0,09±0,04	0,43±0,17	0,05±0,02	ND	0,05±0,01
	H4P14	ND	0,32±0,03	ND	ND	ND
	H2P31	0,08±0,03	0,44±0,14	0,04±0,01	0,38±0,19	ND
	H3P1	0,04±0,001	0,39±0,05	0,06±0,01	ND	0,05±0,0004
	H3P10	0,12±0,01	0,30±0,09	0,04±0,01	0,33±0,16	ND

Valor correspondiente a la media obtenida del análisis de 3 sub-muestras (10 frutas cada una) por árbol. **Zn**: Zinc, **Fe**: Hierro, **Cu**: Cobre, **B**: Boro y **Mn**: Manganeso. **E**: exocarpo y **M**: mesocarpo. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al numero del árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

Entre estos cinco mejores segregantes, H3P10 es el que presenta la mayor concentración de potasio, siendo esta de $69,71 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de peso fresco, superando a ambos parentales, al igual que lo hace con calcio y magnesio. El segregante H3P1 supera a los parentales en fósforo, potasio y hierro, de mismo modo lo hace el segregante H2P31 que además los supera en magnesio y boro. Finalmente los segregantes H6P13 y H4P14 superan a ambos parentales en sus concentraciones de calcio, potasio, magnesio, hierro y en fósforo superan solamente a Lapins. La totalidad de los datos analizados se muestran en el apéndice 11-a y 11-b.

Bajo las condiciones de este estudio, no se encontró una dispersión significativa de los datos para cada elemento mineral. Tanto la dispersión de macronutrientes como la de micronutrientes fueron menores al 50%, dando cuenta que no existe gran variabilidad dentro de la población segregante para la concentración de micro o macronutrientes.

Compuestos Fenólicos: Antocianos

Al igual que las dos especies expuestas anteriormente, en cerezo también se encontraron la C3G y la C3R, tal como lo muestra el cromatograma tipo (apéndice 12), pero esta vez la que se encuentra en mayor concentración es la C3R. En el cuadro 17 se presentan los cinco mejores segregantes y los parentales del cruzamiento de esta especie. Para los datos de la totalidad de segregantes analizados referirse al apéndice 13.

Cuadro 17.- Concentración de cianidina-3-glucósido y cianidina-3-rutinósido en los cuatro mejores segregantes y los parentales, expresado en μg equivalentes a C3R \cdot g^{-1} de peso fresco.

		C3R	C3G
<u>Parentales</u>	Bing	841,73 \pm 28,63	103,06 \pm 13,16
	Lapins	724,95 \pm 23,20	30,90 \pm 1,93
<u>Segregantes</u>	H1P42	70,41 \pm 18,43	4,53 \pm 1,93
	H2P2	952,54 \pm 54,21	90,21 \pm 15,88
	H1P39	1006,53 \pm 28,91	91,30 \pm 11,65
	H1P20	1118,81 \pm 131,37	136,69 \pm 21,19
	H4P14	1347,48 \pm 152,80	70,95 \pm 10,89

Valor correspondiente a la media obtenida del análisis de 3 sub-muestras por árbol. **C3R** : cianidina-3-rutinósido. **C3G** : cianidina-3-glucósido. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al numero del árbol segregante dentro de la hilera.

Todos estos árboles superan a los parentales en sus concentraciones de C3R y sólo al parental Lapins por sus concentraciones de C3G excepto H1P42, que se encuentra por debajo de ambos parentales para los dos compuestos. H2P2 y H1P42 fueron incluidos en esta tabla ya que fueron analizados en su primera temporada productiva por Valenzuela (2019) por lo que es posible comparar estos segregantes en ambas temporadas. H1P20 y H1P39 también corresponden a segregantes ya analizados en su primera temporada productiva. Serán estos últimos 3 segregantes a los que se les realizará el análisis de carotenoides y FBPM donde se eligió H1P42 a pesar de que sus concentraciones de compuestos antocianicos fueran menores a H2P2, ya que es un segregante de cerezo con pulpa de color amarilla (apéndice 21), entonces permitirá observar las diferencias de concentración de carotenoides en función del color de la pulpa. El promedio de C3R en la población segregante (apéndice 13) es de 504,2 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco y el de C3G es de 41,1 μg equivalentes a C3R \cdot g^{-1} de peso fresco. La variabilidad para estos dos compuestos antocianicos es alta, siendo 88% y 102,4% respectivamente. Los valores de C3R fluctúan entre 20,75 y 1347,48 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco, asimismo la C3G experimenta fluctuaciones pero en menor medida entre 0,94 y 136,69 μg equivalentes a C3R \cdot g^{-1} de peso fresco.

Compuestos Fenólicos: Fenoles de bajo peso molecular

El segundo análisis de compuestos fenólicos, reveló que de las tres especies de este estudio la que presentó menor cantidad de fenoles de bajo peso molecular (FBPM) es el cerezo. Se identificaron en total siete FBPM (apéndice 14-a y b) y se cuantificaron solo seis de ellos. Los que fueron cuantificados fueron el ácido neoclorogénico, el ácido p-coumaroil quínico trans, el ácido clorogénico, el ácido p-coumarico, la epitacatequina y el ester de ác. Cinámico, quedando fuera el ácido p-coumaroil quínico cis que solo se detectó en un fruto en una concentración no significativa. El cuadro 18 muestra la concentración de los seis FBPM cuantificados para los tres segregantes elegidos y los dos parentales del cruzamiento.

Cuadro 18.- Concentraciones de fenoles de bajo peso molecular en frutas de cerezo, expresado en $\mu\text{g}\cdot\text{g}$ de peso fresco.

Compuesto	Bing	Lapins	H1P20	H1P39	H1P42
Ácido neoclorogénico	4,60±0,65	1,29±0,09	25,98±2,61	7,39±0,0	15,37±4,43
Ácido p-coumaroil quínico trans	4,66±1,80	1,46±0,15	4,99±0,45	11,87±4,94	12,23±1,97
Ácido clorogénico	7,20±1,38	2,08±0,10	7,12±0,86	4,78±2,18	9,69±2,02
Ácido p-coumarico	5,30±0,0	0,76±0,0	ND	ND	2,09±0,28
Epitacatequina	20,39±2,20	8,55±0,77	5,73±2,07	24,68±4,10	14,42±0,0
Ester de ác. Cinámico	2,87±0,52	2,41±0,19	2,19±0,29	1,71±0,05	2,51±0,27

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 sub-muestras analizadas por árbol. Bing y Lapins son los parentales de este cruzamiento. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al numero del árbol segregante dentro de la hilera. **ND** : no detectado por el equipo.

Dentro de los seis FBPM cuantificados solamente el ácido p-coumarico no es detectado en todos los individuos analizados. Los que presentan mayores concentraciones promedio son el ácido neoclorogénico y la epicatequina siendo estas 10,9 y 14,7 $\mu\text{g}\cdot\text{g}$ de peso fresco respectivamente. El segregante que presenta todos los compuestos es H1P42 y es el que presenta mayor concentración de ácido p-coumaroil trans. Por un lado el segregante H1P20, destaca por su alta concentración de ácido neoclorogénico, siendo 5,6 veces mayor a la del parental Bing y 20 veces mayor a Lapins. Por otro lado el segregante H1P39 sobresale por su concentración de epicatequina, siendo 2,8 veces mayor a la concentración de Lapins, pero superando por solo 4,29 $\mu\text{g}\cdot\text{g}$ de peso fresco al parental Bing.

Carotenoides

En el análisis de carotenoides, se identificaron y cuantificaron cuatro de los cinco compuestos presentes en duraznero o ciruelo japonés (apéndice 15). Estos fueron : luteína, zeaxantina, β -criptoxantina y β -caroteno. Las concentraciones de estos compuestos se muestran en el cuadro 19.

Cuadro 19.- Concentración promedio de carotenoides en frutas de árboles segregantes de cerezo, expresado en μg equivalentes (eq) a licopeno $\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco.

Arbol	Luteína	Zeaxantina	β -criptoxantina	β -caroteno
Bing	0,23±0,04	ND	0,81±0,05	4,29±0,53
Lapins	ND	0,70±0,52	ND	ND
H1P20	ND	1,35±0,85	ND	ND
H1P39	0,47±0,09	ND	0,64±0,07	2,66±0,06
H1P42	0,27±0,04	ND	ND	1,69±0,04

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 sub-muestras analizadas por árbol. Bing y Lapins son los parentales del cruzamiento. **HxPy** : dónde **Hx** corresponde al número de la hilera en que se encuentra el árbol segregante ; **Py** se refiere al numero del árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

El β -caroteno y la luteína son los carotenoides más recurrentes, presentes en 3 de los 5 individuos analizados con una concentración promedio de 0,3 y 2,8 μg eq a licopeno $\cdot\text{g}^{-1}$ de

peso fresco respectivamente. El parental Bing y el segregante H1P39 son los únicos que presentan todos los compuestos excepto la zeaxantina.

En la figura 5 se presenta el gráfico bi-plot para frutas de cerezo, donde son consideradas solo las variables presentes en por lo menos 3 de los 5 individuos analizados. Este ACP recogió un 49,9% de la variabilidad total de los datos con la CP1 y la CP2. La variable de mayor peso de la CP1 es el zinc y para la CP2 es el ácido clorogénico.

Las correlaciones significativas encontradas en este ACP se muestran en el apéndice 20 y la que destacó fué la correlación entre cianidina-3-rutinósido y cianidina-3-glucósido ($r=0,88$).

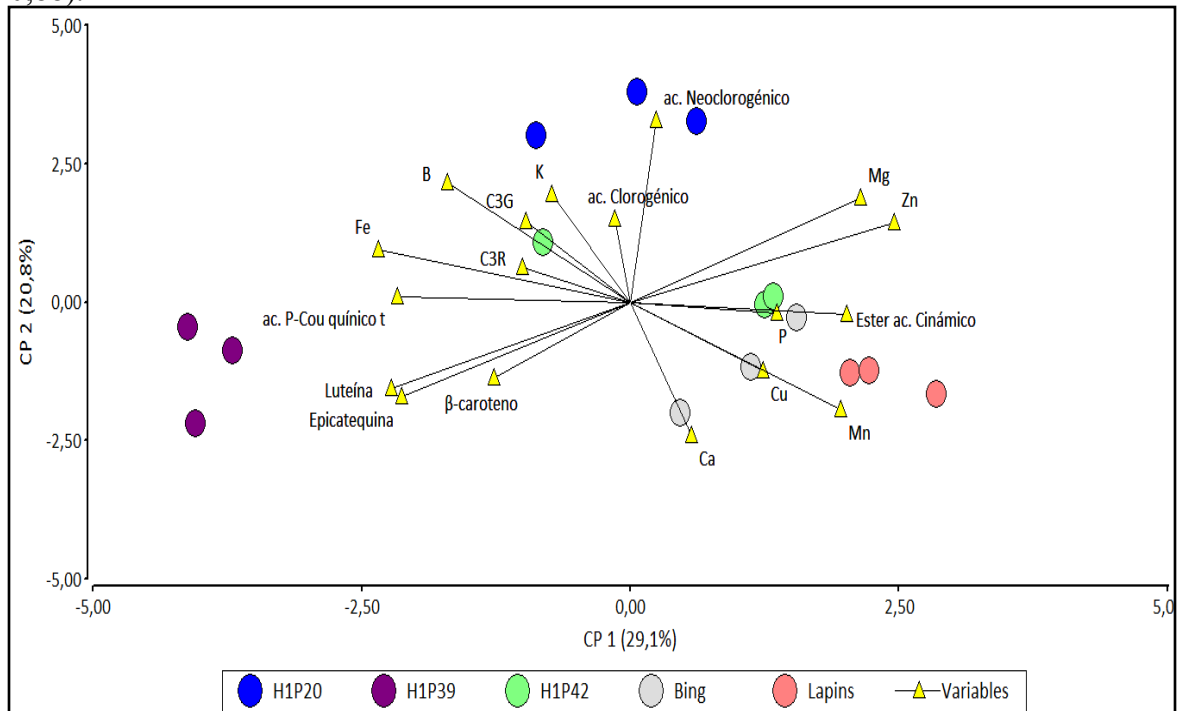


Figura 5. Análisis de componentes principales en frutas de cerezo, donde: **CP1** : componente principal 1, **CP2** : componente principal 2, **C3R** : cianidina-3-rutinósido, **C3G** : cianidina-3-glucósido, **Ac.** : ácido, **Ac. P-Cou quínico t** : ácido p-coumaroil quínico trans, **B** : boro, **Fe** : hierro, **Mg** : magnesio, **K** : potasio, **P** : fósforo, **Cu** : cobre, **Zn** : zinc, **Mn** : manganeso y **Ca** : calcio.

En primer lugar los parentales del cruzamiento de esta especie se comportan de manera similar, ubicándose en la misma parte del gráfico y presentando mayores valores de calcio, cobre, manganeso, fósforo y del éster de ácido cinámico que los segregantes pero concentraciones menores de boro, C3R y C3G. En segundo lugar el segregante H1P42 presenta una mayor dispersión de sus observaciones que el resto de los individuos siendo destacado mayormente por sus concentraciones de fósforo y del éster de ácido cinámico, a diferencia de su concentración del ácido p-coumaroil quínico trans que es menor que el resto de los árboles analizados. En tercer lugar, las observaciones de H1P39 se proyectan a la izquierda del gráfico, indicando que es el individuos con mayor concentraciones de ácido p-coumaroil quínico trans, luteína y epicatequina presentando a la vez, las menores concentraciones de magnesio y zinc. En último lugar, el segregante H1P20 por su parte, se encuentra en la parte superior del gráfico dejando en evidencia que sus concentraciones de K, ácido clorogénico y ácido neoclorogénico superan a los otros árboles, pero en calcio este se ve superado por los demás.

DISCUSIÓN

En las tres especies de carozo analizadas, el potasio fue el elemento más abundante en la fruta. Manzoor et al. (2012), también reportan que el potasio predomina en ambos tejidos de frutas de duraznero, sin embargo, este estudio presenta valores promedio mayores a los de esta memoria, siendo estos 1286 y 1590 mg/ 100g de peso seco en exocarpo y mesocarpo, que equivalen a 282,6 y 349,5 mg/ 100 g PF asumiendo que la fruta fresca de durazno tiene un contenido de agua de aproximadamente 82% según el promedio de los datos de materia seca indicados en este estudio. Las concentraciones de potasio encontradas en esta especie, bajo las condiciones de esta memoria, superan en promedio 1,4 veces las obtenidas para frutas de ciruelo y cerezo. En el exocarpo de ciruelo, la concentración promedio fue de 46,5 y en el mesocarpo 58,6 mg/ 100 g PF, correspondiendo a aproximadamente la mitad de lo que reporta Roussos et al. (2015) para el cultivar de ciruelo japonés 'Santa Rosa' con una concentración de 140 mg/100 g de PF. Esta diferencia podría explicarse por las diferencias que existen relacionadas con la variedad del estudio y las de esta memoria (Angeleno y Fortune).

La concentración promedio de potasio encontrada en esta memoria para cerezo fue de 56,9 mg/ 100 g PF, valor muy por debajo de lo que reportan Blando y Oomah (2019), de 222 mg/100 g de PF. Los resultados de este último estudio muestran que la cereza contiene altas cantidades de potasio, por lo que es considerada una buena fuente de este mineral (McCune et al., 2011). Sin embargo es importante considerar que la diferencia de concentraciones de potasio de estas tres especies en comparación con lo reportado en literatura puede deberse en parte a la variabilidad genética que existe entre los cultivares utilizados en los estudios mencionados y los de esta memoria, dado que no son los mismos. También es importante considerar la temporada productiva en la que se encontraban los árboles analizados en esta memoria ya que la fruta correspondía a la segunda temporada productiva de los árboles y la fruta analizada en los estudios mencionados anteriormente no especifica a que año productivo corresponde pero probablemente es fruta obtenida de una temporada en la que los árboles ya había alcanzado su producción potencial. El potasio es uno de los elementos esenciales en la dieta humana que contribuye al mantenimiento de organización celular y permeabilidad, facilita la conducción nerviosa y la contracción muscular. A su vez, este cumple un rol esencial en la planta en cuanto al mecanismo celular vital ya que regula la apertura y cierre estomático. Es también un cofactor de la reacción que cataliza la conversión del ADP a ATP (Ismail et al., 2011).

En el caso de ciruelo y duraznero, dónde los análisis se realizaron separando el exocarpo del mesocarpo, la mayoría de los minerales se concentró más en el exocarpo para el caso de duraznero, tal como lo señala Manzoor et al. (2012) o Saidani et al. (2017). En ciruelo no se observó una tendencia clara. Sin embargo, en el caso del potasio, los promedios del mesocarpo superaron los del exocarpo. Existe evidencia de que el potasio participa en procesos de transporte floemático del ácido málico (ácido dominante en la mayoría de las especies frutales junto con el cítrico) y este último se acumula esencialmente en las células del mesocarpo, por lo que la mayor concentración de potasio en el mesocarpo podría explicarse por esta razón (Lobit et al., 2006). La dispersión total en las poblaciones analizadas para las concentraciones de micro y macronutrientes fue en promedio de 41,3% (en base a desviación estándar). Este valor es bajo si lo comparamos a lo encontrado para

compuestos fenólicos o carotenoides dónde, por lo general, las dispersiones superaron el 100%, o fueron mayores al 50%. Esta baja variabilidad en las concentraciones de elementos minerales en frutas se debe a que este valor está más ligado a la especie que al cultivar. Además depende de factores como: el suelo donde se sitúan los segregantes o la fertilización (Crozier et al., 2009). No obstante, estas condiciones fueron homogéneas en este estudio, dentro de cada especie. Por lo tanto la concentración de micro y macronutrientes no fue un factor con una variabilidad importante dentro de cada especie para poder determinar segregantes que destaquen por sobre los parentales.

En cambio, para los análisis de fenoles y carotenoides la variabilidad fue alta, 80% y 123,5% en promedio respectivamente. Los compuestos fenólicos participan en funciones de la planta como la protección contra la radiación UV, la pigmentación de tejido, la eliminación de radicales libres (función antioxidante) y defensa contra patógenos (Landi et al., 2015). Dentro de este grupo encontramos las antocianinas. La capacidad antioxidante de las plantas se encuentra vinculada al contenido de polifenoles, incluídas las antocianinas y las diferencias en la composición de estas últimas también influye en esta capacidad (Lee et al., 2015). En las tres especies analizadas en este estudio, se identificaron solamente dos antocianinas, la cianidina-3-glucósido (C3G) y la cianidina-3-rutinósido (C3R). Mokrani et al. (2016) encontraron las mismas antocianinas en duraznero y, al igual que en este estudio, la que se encuentra en mayor proporción es la C3G. Lo anterior, está en línea con lo señalado por Tomás-Barberán et al. (2001) que declara que solo los derivados de cianidina están presentes en fruta de duraznero. En ciruelo, los resultados de esta memoria son mayores a los reportados por Bobrich et al. (2014) en cuanto a la concentración de antocianinas, pero la C3G sigue siendo la antocianina dominante. Kim et al. (2003) también declaran que las principales antocianinas en ciruelo son la C3G y la C3R, al igual que Wang et al. (2020) que sólo identifican estas dos antocianinas en ciruela japonesa. Contrariamente a lo ocurrido en ciruelo y duraznero, en cerezo la antocianina que prevaleció fue la C3R, acorde con lo que reportan Serra et al. (2011) pero este estudio identificó dos antocianinas más que las identificadas en esta memoria: pelargonidina-3-rutinósido (Pl-3-r) y la peonidina-3-rutinósido (Pn-3-r). Esta discrepancia de identificación en cuanto a las antocianinas presentes en la variedad 'Lapins' que es la que coincide con esta memoria, puede deberse a algunas diferencias en los protocolos utilizados o también a que la concentración de Pl-3-r y Pn-3-r eran muy bajas en las cerezas de nuestro estudio. Esto puede explicarse por la ubicación geográfica, y factores ambientales como la temperatura o la exposición a la luz, factores para los cuales está demostrada su influencia en el contenido de antocininas (Tarara et al., 2008). La variación en la concentración de antocianinas alcanzó una dispersión de 90,8% en duraznero, 114,6% en ciruelo y 95,2% en cerezo, valores promedio de todos los segregantes de cada especie. Esta alta variabilidad dentro de la población segregante sugiere que el contenido de antocianinas no depende sólo de la variabilidad genética sino también del cultivar y su interacción con el ambiente (Sahamishirazi et al., 2017). Así también lo expone un estudio de González et al. (2016) pero agrega que la biosíntesis de antocianinas además de depender del cultivar también esta regulada de manera diferencial entre los tejidos. Esta diferencia entre los tejidos, se puede observar en los resultados de esta memoria, dado que la concentración de antocianinas fue siempre mayor en exocarpo que en mesocarpo.

En relación a lo anterior, el color de la fruta es determinado por la cantidad y distribución de antocianinas en el exocarpo, donde generalmente se encuentra en mayor concentración en comparación con el mesocarpo (Cevallos-Casals et al., 2006). Al respecto, Diaz-Mula et al. (2008) encontraron que cultivares de ciruela con color verde de exocarpo tenían un contenido fenólico más bajo que los cultivares de color violeta oscuro. En esta memoria, se observó la misma tendencia ya que en el caso de duraznero el segregante H2P5 que presenta los colores más claros y cercanos al amarillo (apéndice 23-a, b y c) fue el que tuvo menores concentraciones de antocianinas en comparación con H2P148 y H2P27. Lo mismo ocurrió en ciruelo con el segregante H4P10 (apéndice 22-a y b) y en cerezo para el segregante H1P42 (apéndice 21).

Por otro lado, en esta memoria se analizaron segregantes que tenían diferentes fechas de cosecha (tempraneros, media estación y tardíos) en el caso de duraznero y ciruelo. Los resultados revelaron que las variedades tardías tienen concentraciones promedio de antocianinas menores a las variedades tempraneras, contrariamente a lo que indican otros estudios como el de Saidani et al. (2017) para duraznero o el de Bobrich et al. (2014) para ciruelo donde la concentración de antocianinas aumenta en variedades tardías. Factores como la luz, la temperatura (Azuma et al., 2012; Zhang et al., 2012) y los azúcares (Liu et al., 2017; Teng et al., 2005) afectan la biosíntesis de antocianinas. Varios estudios han demostrado que la exposición a la luz aumenta la concentración de antocianinas, sobre todo en el exocarpo de las frutas y que el sombreado produce el efecto inverso (Azuma et al., 2012; Li et al., 2012; Takos et al., 2006). Este efecto positivo de la luz fue estudiado en duraznero (Scattino et al., 2014) y el efecto negativo ha sido observado en uvas (Niu et al., 2013). En cuanto a la temperatura, Zhang et al. (2016) señalan que las bajas temperaturas pueden tener un efecto positivo en la síntesis de antocianinas, mientras que las altas temperaturas la inhiben. Respecto a esto, Azuma et al. (2012) comprobaron que altas temperaturas (30-35°C) disminuyen el contenido de antocianinas en el exocarpo de vid y Lin-Wang et al. (2011) encontraron lo mismo en manzana. Otros autores estudiaron el efecto de las bajas temperaturas (15°C), concluyendo que estimulan la acumulación de antocianinas en el exocarpo de manzana y pera (Steyn et al., 2010).

Tomando en consideración estos antecedentes, la diferencia evidenciada entre los resultados de esta memoria y la literatura, podría explicarse por las temperaturas que se presentaron durante los meses en que se cosechó la fruta, es decir diciembre 2017 para los segregantes de cosecha temprana, enero 2018 para los de cosecha de media estación y finalmente febrero 2018 para los tardíos. A pesar de que las temperaturas medias fueron similares entre los tres meses, en diciembre hubieron 4 días (hasta la fecha de cosecha) (anexo 3-a) en que las temperaturas máximas superaron los 30°C, en enero 6 días (anexo 3-b) y en febrero 8 días (anexo 3-c). Esto último, podría ser una razón del porque los segregantes tardíos presentaron un promedio de antocianinas menor a los tempraneros, ya que su síntesis de antocianinas se vio inhibida más días que los frutos de segregantes que se cosecharon tempranamente.

La concentración de fenoles de bajo peso molecular (FBPM) y su distribución dentro de la planta, al igual que las antocianinas dependen en gran medida del cultivar, de la fecha de cosecha y de las condiciones ambientales (Sahamishirazi et al., 2017; Kim et al., 2003; Scalzo et al., 2005; Valero y Serrano, 2010). Tomas-Barberan et al. (2001) indican que los compuestos fenólicos en ciruelo u otros carozos se concentran también de preferencia en el exocarpo de la fruta. Esta ubicación más “externa” de los compuestos fenólicos se asocia

con su función natural, proteger a la planta del estrés ambiental y de patógenos (Treutter, 2005). Se identificaron FBPM pertenecientes al grupo de los no flavonoides (ácidos fenólicos) y al grupo de los flavonoides no antociánicos (flavanoles y flavonoles). Para el caso de duraznero los FBPM más constantes en su detección fueron en orden decreciente (en cuanto a sus concentraciones promedio): el galato de procianidina A, el galato de procianidina B, la quercetina-3-glucósido y el ácido clorogénico. Coincidiendo parcialmente con lo reportado por Tomas-Barberán et al. (2001), siendo los FBPM destacados el ácido clorogénico, el ácido neoclorogénico, la catequina, la epicatequina y la quercetina. Otro estudio realizado por Liu et al. (2015) en duraznero, destaca como principales FBPM al ácido protocatéquico, catequina, quercetina-3-glucósido y ácido clorogénico. Este último predomina con concentraciones entre 35,8 y 142,2 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco (PF) en mesocarpo y 124,7 y 294,4 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de PF en el exocarpo. Estas concentraciones son en promedio 45 y 44 veces mayor a lo reportado en esta memoria. En ciruelo los fenoles más constantes encontrados fueron epicatequina, quercetina-3-glucósido y la procianidina B4. Esta última coincide con lo reportado por un estudio de Tomás-Barberán et al. (2001). Otros estudios realizados en ciruela destacan al ácido clorogénico y al neoclorogénico en ciruelas como los ácidos fenólicos dominantes y a la rutina como el flavonol dominante (Piga et al., 2003; Kim et al., 2003; Roussos et al., 2015). En esta memoria, la rutina no fue detectada en ciruelo. Por último en cerezo, se observó que la epicatequina y el ácido neoclorogénico sobresalieron y fueron detectados en todos los individuos analizados. Sumado a esto, el ácido p-coumaroil quínico trans y el ácido clorogénico también se hicieron presentes en todos los segregantes. Esto está en línea con los patrones de la literatura que afirman que las cerezas son frutas ricas en ácido clorogénico, neoclorogénico y ácido p-coumaroil quínico (Liu et al., 2011; Usenik et al., 2010; Ballisteri et al., 2013; Acero et al., 2019). Sin embargo los resultados de esta memoria fueron menores a los reportados en la literatura señalada.

El último análisis realizado de compuestos antioxidantes fue el de carotenoides. La literatura reporta que los carotenoides presentes en duraznero y cerezo son α -caroteno, β -caroteno, luteína y β -criptoxantina (Dias et al., 2009) y en ciruelo se suma a estos cuatro la zeaxantina (Bobrich et al., 2014). En este estudio también fueron identificados 5 carotenoides, los mismos que señala la literatura pero con una diferencia, ya que en vez del α -caroteno, se detectó un isómero de α -caroteno. En la literatura estudios realizados en duraznero (Dias et al., 2009), ciruelo japonés (Bobrich et al., 2014) y cerezas (Blando y Oomah, 2019) reportan cantidades similares a los de este estudio para algunos compuestos y para otros como β -criptoxantina las concentraciones difieren. Para α -caroteno y β -caroteno, las concentraciones fueron más altas en esta memoria. Las cerezas fueron las que presentaron la menor cantidad de carotenoides y concentraciones más bajas, en línea con lo que señala Leong y Oey (2012) que reportan bajas concentraciones de carotenoides para esta especie. Las diferencias en las concentraciones pueden deberse a las condiciones en que se realizaron los análisis ya que los carotenoides son compuestos lábiles susceptibles a las reacciones de isomerización y oxidación que son favorecidas por condiciones de calor, luz o por ácidos (Rodríguez-Amaya et al., 2006).

Con el objeto de sintetizar la información y relacionar los resultados obtenidos en este estudio, se hicieron gráficos bi-plot por especie y tejido para obtener una representación gráfica de todas las variables analizadas junto a las observaciones realizadas en cada

especie. Se pueden apreciar las correlaciones existentes entre las variables medidas. Los micro/macronutrientes, se correlacionaron entre sí en la mayor parte de los casos. No obstante, en el exocarpo de duraznero el hierro y la zeaxantina fueron una de las correlaciones positivas significativas destacadas al igual que en el mesocarpo de duraznero donde el manganeso y el isómero de α -caroteno también. Una correlación positiva entre dos variables muestra que cuando una de ellas aumenta la otra también lo hace, por lo que las correlaciones anteriormente nombradas mostraban por ejemplo que un segregante que destaca por su concentración en zeaxantina, presenta a su vez una alta concentración de hierro. Las antocianinas se encuentran correlacionadas positivamente en las tres especies, lo cual confirma los resultados del análisis de compuestos antociánicos, donde los segregantes con mayor concentración de C3G, también presentaban un aumento en la concentración de C3R. De manera general, los micro/macronutrientes se asociaron a una componente principal, mientras que los compuestos fenólicos se asocian a la otra componente. Los carotenoides no fueron graficados en todos los biplot ya que en muchos segregantes no fueron detectados pero cuando se graficaron se asociaron a la componente a la cual se asociaban los FBPM.

En este estudio, existen segregantes que ya habían sido analizados en su primera temporada productiva por Valenzuela (2019), por lo que se establecieron comparaciones en todos los análisis donde coincidieron excepto en micro y macronutrientes dado que los dos estudios encontraron baja variabilidad dentro de cada especie para este análisis, demostrando que las concentraciones de micro y macronutrientes están más ligadas a la especie que al cultivar. H2P5 es el segregante de duraznero que se repitió en ambas temporadas, presentando en esta segunda temporada productiva valores más bajos de compuestos antociánicos en su exocarpo, pero los de su mesocarpo fueron el doble que los de la primera temporada. En el caso de los FBPM en esta segunda temporada fueron detectados 14 FBPM en el exocarpo lo que supera a la primera temporada donde solamente se encontraron 6 FBPM. Dentro de estos compuestos coincidieron en ambas temporadas el galato de procianidina con concentraciones casi idénticas y la quercetina-3-glucósido que fue menor en esta segunda temporada. En el mesocarpo, se detectaron más FBPM en la primera temporada que en la segunda, siendo estos 5 y 4 FBPM respectivamente. Respecto a los carotenoides, los únicos que coinciden son luteína y β -caroteno presentando concentraciones más bajas en esta segunda temporada que en la primera.

Para ciruelo, los segregantes que han sido analizados por segunda vez son H3P64 y H4P10. Coincidió solamente el análisis de compuestos antociánicos, donde H3P64 presentó concentraciones mucho más altas esta segunda temporada superando en más del doble a la primera temporada analizada. Caso contrario ocurrió con H4P10, que presentó concentraciones más bajas esta segunda temporada que la primera.

Para el caso del cerezo, fueron cuatro los individuos que se repitieron con la primera temporada: H1P20, H1P39, H1P42 y H2P2. Los tres primeros presentaron concentraciones más elevadas de compuestos antociánicos que en la primera temporada, contrariamente a H2P2 que sus concentraciones disminuyeron en comparación a la primera temporada. Los FBPM cuantificados en la primera temporada fueron doce y en la segunda solamente seis. Coinciden en ambas temporadas el ácido clorogénico y la epicatequina. El ácido clorogénico se presentó en concentraciones similares en ambas temporadas en el segregante H1P20 y fue mayor en la primera temporada para H1P39 y H1P42. La epicatequina

presentó valores similares entre las dos temporadas para el segregante H1P42 y fue mayor en la primera temporada para H1P39 y H1P20 donde la primera temporada superó en gran medida a la segunda. No existe una tendencia clara dentro de cada especie, que permita confirmar que una temporada presentó mejores resultados que la otra dado que hay segregantes que presentaron mayores concentraciones de compuestos antioxidantes en la primera temporada y otros en la segunda.

Los resultados de este estudio confirman la influencia del componente genético (especie y cultivar) en la variabilidad de las concentraciones de los compuestos antioxidantes analizados. Dentro de las tres especies analizadas en este estudio, el duraznero es la que presentó mayores concentraciones de elementos minerales, mientras que el cerezo destacó por su contenido de antocianinas. Sin embargo la especie que sobresalió por la cantidad y concentración de compuestos fenólicos fue la ciruela con altas concentraciones de antocianinas y gran variedad de FBPM dentro de los cuales destacaron la epicatequina y la quercetina-3-glucósido por sus altas concentraciones. Esta fruta es considerada una fuente importante de polifenoles relacionados con el color, como las antocianinas y FBPM (Basanta et al., 2012).

Relacionando este estudio con la salud humana, el consumo de estas tres especies puede aportar beneficios a la salud, ya que, todas poseen compuestos antioxidantes. Sin embargo, la tendencia sería recomendar un mayor consumo de ciruelas dado que tiene un mayor potencial antioxidante. Es importante destacar que este estudio se basó solamente en análisis relacionados con la concentración de estos compuestos en las frutas, que no es la misma concentración que esta disponible para los individuos al momento de consumir estas frutas. En relación a esto, puntualizar que cuando hablamos de fitoquímicos existe por un lado una biodisponibilidad de estos, es decir, la cantidad de un compuesto que se libera de la matriz alimentaria (en este caso de la fruta) al tracto gastrointestinal (Heaney, 2001; Prada y Aguilera, 2007). Y, por otro lado, el término bioaccesibilidad hace referencia a la porción de los compuestos digeridos que son absorbidos y metabolizados (Srinivasan, 2001). Por ende, es conveniente recalcar que la información proporcionada por este estudio no consideró biodisponibilidad o bioaccesibilidad de los compuestos para que esta información no sea utilizada sobreestimando los potenciales beneficios de estas especies para la salud humana.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de esta memoria, la hipótesis se cumple para algunos individuos, que superaron a los parentales en alguna concentración de micro o macronutriente y a su vez en alguna concentración de compuestos antioxidantes. Otros individuos la cumplieron parcialmente, siendo segregantes mejores que los parentales cuando nos referimos a compuestos antioxidantes.

En el caso de duraznero, los mejores segregantes en cuanto a la concentración de C3G fueron H2P126 y H1P89 siendo 2,1 y 1,84 veces mayor al parental August red respectivamente. H2P126 fue también 1,01 veces mayor a Rich May. Destacó también el segregante H2P5 superando a ambos parentales en su concentración de potasio, fósforo y magnesio y al presentar todos los FBPM identificados para esta especie en esta memoria excepto uno y presentando 5 compuestos FBPM más que los parentales y su concentración de galato de procianidina B es 2,8 veces y 9,6 veces mayor que August red y Rich May respectivamente.

Para ciruelo destacaron H3P64 y H4P176 en sus concentraciones de antocianinas superando a ambos parentales. Sus concentraciones de C3G fueron 4,21 y 3,2 veces mayor a Angeleno respectivamente. Fueron también 2,1 y 1,6 veces mayor a Fortune respectivamente. Para la C3R H3P64 fue 14,3 veces mayor a Angeleno y 6,8 veces mayor a Fortune. H4P176 presentó concentraciones 5,2 y 2,5 veces mayor a Angeleno y Fortune respectivamente. Además H4P176 superó a los parentales en su concentración de hierro y presentó todos los FBPM identificados para esta especie excepto uno, presentando 3 compuestos FBPM más que los parentales. Su concentración de catequina que fue 16,2 veces mayor a Angeleno y 10,5 veces mayor a Fortune y presentó la mayor concentración de zeaxantina.

Finalmente, en cerezo los mejores segregantes fueron H1P20 y H4P14. Sus concentraciones de C3G fueron 4,4 y 2,29 veces mayor al parental Lapins y H1P20 fue 1,3 veces mayor a Bing. En cuanto a la C3R H1P20 fue 1,5 y 1,3 veces mayor a Lapins y Bing respectivamente. H4P14 fue 1,9 y 1,6 veces mayor a Lapins y Bing respectivamente. Además H4P14 superó a ambos parentales en su concentración de calcio, potasio, magnesio y hierro. H1P20 y H1P42 destacan por su concentración de ácido neoclorogénico superando en promedio 4,6 veces a Bing y 15,8 veces a Lapins. H1P20 también los supera en su concentración de ácido clorogénico siendo 1,3 veces mayor a Bing y 4,6 veces mayor a Lapins.

PROYECCIONES

Se propone hacer seguimientos a estos individuos en temporadas siguientes para evaluar la consistencia de estos resultados en el tiempo, y así poder generar nuevas variedades comerciales con mayor potencial antioxidante.

Se plantea realizar análisis de bioaccesibilidad, y sobretodo de biodisponibilidad para tener una idea más certera de los beneficios que puede tener el consumo de estas tres especies para la salud humana. Además, sería conveniente llevar a cabo la identificación de estos compuestos antioxidantes por espectrometría de masas y contar con los estándares de todos los compuestos para confirmar lo expuesto en este estudio.

LITERATURA CITADA

- Acero N., A. Gradillas, M. Beltran, A. García and D. Muñoz Mingarro. 2019. Comparison of phenolic compounds profile and antioxidant properties of different sweet cherry (*Prunus avium* L.) varieties. *Food Chemistry*. 279: 260–271.
- Agustí M. 2013. Crecimiento y maduración del fruto. En: Azcón-Bieto J y M. Talón editores. *Fundamentos de fisiología vegetal*. Madrid, España: Interamericana - McGraw-Hill. 519-535.
- Amorim-Carrilho K., A. Cepeda, C. Fente and P. Regal. 2014. Review of methods for analysis of carotenoids. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*. 56: 49–73.
- Andreotti C., D. Ravaglia, A. Ragaini and G. Costa. 2008. Phenolic compounds in peach (*Prunus persica*) cultivars at harvest and during fruit maturation. *Annals of Applied Biology*. 153(1): 11–23.
- Azuma A., H. Yakushiji, Y. Koshita and S. Kobayashi. 2012. Flavonoid biosynthesis-related genes in grape skin are differentially regulated by temperature and light conditions. *Planta*. 236(4): 1067–1080.
- Badenes M. and D. Byrne, D. 2012. Fruit breeding. In *Fruit Breeding* (Issue January).
- Ballistreri G., A. Continella, A. Gentile, M. Amenta, S. Fabroni, S and P. Rapisarda. 2013. Fruit quality and bioactive compounds relevant to human health of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars grown in Italy. *Food Chemistry*. 140(4): 630–638.
- Barba F.J., L.R.B. Mariutti, N. Bragagnolo, A.Z. Mercadante, G.V. Barbosa-Cánovas and V. Orlien. 2017. Bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables after thermal and nonthermal processing. *Trends in Food Science & Technology*. 67: 195-206.
- Basanta M., N. Ponce, A. Rojas and C. Storz. 2012. Effect of extraction time and temperature on the characteristics of loosely bound pectins from Japanese plum. *Carbohydrate Polymers. Journal of Functional Foods*. 89: 230-235.
- Blando F. and B. Oomah. 2019. Sweet and sour cherries: Origin, distribution, nutritional composition and health benefits. *Trends in Food Science and Technology*. 86: 517–529.
- Blasa M., L. Gennari, D. Angelino and P. Ninfali. 2010. Fruit and vegetable antioxidants in health. En: Wattson R. and V. Preedy (eds.) *Bioactive Foods in Promoting Health*. Academic Press, Arizona, EE.UU. 37- 48.
- Bobrich A., K. Fanning, M. Rychlik, D. Russell, B. Topp, B and M. Netzel. 2014. Phytochemicals in Japanese plums: Impact of maturity and bioaccessibility. *Food Research International*. 65(PA): 20–26.
- Bortiri E., B. Vanden Heuvel and D. Potter. 2006. Phylogenetic analysis of morphology in *Prunus* reveals extensive homoplasy. *Plant Systematics and Evolution*. 259: 53-71.

- Brennan R and S. Millam. 2003. Improvement and Maintenance of Fruit Germplasm. Fruits of temperate climates. Encyclopedia of Food Sciences and nutrition. 2nd edition. 2774-2780.
- Cantín C., C. Crisosto, E. Ogundiwin, T. Gradziel, J. Torrents, M. Moreno and Y. Gogorcena. 2010. Chilling injury susceptibility in an intra-specific peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] progeny. *Postharvest Biology and Technology*. 58(2): 79-87.
- Carrasco B., L. Meisel, M. Gebauer, R. Garcia-Gonzales and H. Silva. 2013. Breeding in peach, sweet cherry and plum: from a genetic, molecular, tissue culture and genomic perspective. *Biological Research*. 46(3): 219-230.
- Cevallos-Casals B., D. Byrne, W. Okie and L. Cisneros-Zevallos. 2006. Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties. *Food Chemistry*. 96: 273-280.
- Combet E and C. Buckton. 2019. Micronutrient deficiencies, vitamin pills and nutritional supplements. *Medicine*. 47(3): 145-151.
- Conway G. 2012. *One Billion Hungry: Can we feed the world?*. Vol. 7. Cornell University Press, Ithaca, New York. 125-142.
- Coronado M., S. Vega y León, R. Gutiérrez, M. Vázquez y C. Radilla. 2015. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*. 42(2): 206-212.
- Crozier A., I. Jaganath and M. Clifford. 2009. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural Product Reserch*. 26(8): 965-1096.
- DAES (departamento de asuntos económicos y sociales). La población mundial aumentará en 1.000 millones para 2030. Naciones unidas. [en línea]. 21 de junio de 2017. Recuperado en <<https://www.un.org/development/desa/es/news/population/world-population-prospects-2017.html>> Consultado el: 23/08/2018.
- Daorden M., A. Amma, C. Budde, G. Corbino, A. Constantino, M. Gordó et al. 2012. Comentarios generales sobre el mejoramiento genético en duraznero. (5). En su: *Producción del duraznero en la región pampeana, Argentina*. [en línea]. 1ª ed. Buenos Aires: INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Recuperado en: <file:///C:/Users/pc/Downloads/Manualduraznero.pdf>. Consultado el: 28/08/2018.
- Dardick C.D., A.M. Callaham, R. Chiozzotto, R. Schaffer, M. Piagnani and R. Scorza. 2010. Stone formation in peach fruit exhibits spatial coordination of the lignin and flavonoid pathways and similarity to *Arabidopsis* dehiscence. *BMC Biology*. 8: 13.
- Dias M., M. Camões and L. Oliveira. 2009. Carotenoids in traditional Portuguese fruits and vegetables. *Food Chemistry*. 113(3): 808-815.
- Diaz-Mula H., P. Zapata, F. Guillen, S. Castillo, D. Martinez-Romero, D. Valero and M. Serrano. 2008. Changes in physicochemical and nutritive parameters and bioactive

compounds during development and on-tree ripening of eight plum cultivars: a comparative study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88: 2499-2507.

Di Rienzo J., F. Casanoves, M. Balzarini, L. González, M. Tablada y C. W. Robledo. 2013. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 107.

El-Sharkawy I., W.S. Kim, A. El-Kereamy, S. Jayasankar, A.M. Svircev and D.C.W. Brown. 2007. Isolation and characterization of four ethylene signal transduction elements in plums (*Prunus salicina* L.) *Journal of Experimental Botany*. 58: 3631-3643.

Estadísticas productivas. [en línea]. Santiago, Chile: ODEPA (Oficina de estudios y políticas agrarias). Recuperado en: <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>. Consultado el: 23/08/2018.

Giuffrida D., G. Torre, P. Dugo and G. Dugo. 2012. Determination of the carotenoid profile in peach fruits, juice and jam. *Fruits*. 68(1): 39–44.

González M., E. Salazar, S. Cabrera, P. Olead and B. Carrasco. 2016. Analysis of anthocyanin biosynthesis genes expression profiles in contrasting cultivars of japanese plum (*Prunus salicina* L.) during fruit development. *Gene Expression Patterns*. 21(1): 54-62.

Gul K., A. Singh and R. Jabeen .2016. Nutraceuticals and Functional Foods: The Foods for the Future World. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 56(16): 2617–2627.

Heaney R. 2001. Factors influencing the measurement of bioavailability, taking calcium as a model. *Journal of Nutrition*. 131(4): 1344-1348.

Herrera Chalé F., D. Betancur Ancona, M. Rubi, and S. Campos. 2014. Dietary bioactive compounds with potential in preventing pathologies related with overweight and obesity; biologically active peptides. *Nutr Hosp*. 29(1): 10–20.

Ibarra-Garza I., P. Ramos-Parra, C. Hernández-Brenes and D. Jacobo-Velázquez. 2015. Effects of postharvest ripening on the nutraceutical and physicochemical properties of mango (*Mangifera indica* L. cv Keitt). *Postharvest Biology and Technology*. 103: 45–54.

Infante R., P. Martínez-Gómez and S. Predieri. 2011. Breeding for fruit quality in *Prunus*. (cap. 9, pp. 201-229). En: Jenks, M.A. (Ed), *Breeding for Fruit Quality*. New York, USA: Blackwel. 384.

Ismail F., M. Anjum, A. Mamon and T. Kazi. 2011. Trace Metal Contents of Vegetables and Fruits of Hyderabad Retail Market. *Pakistan Journal of Nutrition*. 10: 365-372.

Kim D., O. Chun, Y. Kim, H. Moon and C. Lee. 2003. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity of fresh plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 6509-6515.

Kirchweng B., D. Tátraaljai, E. Födes and B. Pukánszky. 2017. Natural antioxidants as stabilizers for polymers. In: *Polymer degradation and stability*. 25-40.

- Landi M., M. Tattini and K. Gould. 2015. Multiple functional roles of anthocyanins in plant-environment interactions. *Environ. Exp. Bot.* 119: 4-17.
- Lee S., T. Vance, T. Nam, D. Kim and S. Koo. 2015. Contribution of anthocyanin composition to total antioxidant capacity of berries. *Plant Foods for Human Nutrition.* 70: 427-432.
- Leong S. and I. Oey. 2012. Effects of processing on anthocyanins, carotenoids and vitamin C in summer fruits and vegetables. *Food Chemistry.* 133(4): 1577-1587.
- Li Y., K. Mao, C. Zhao, X. Zhao, H. Zhang, H. Shu and Y. Hao. 2012. MdCOP1 ubiquitin E3 ligases interact with MdMYB1 to regulate light-induced anthocyanin biosynthesis and red fruit coloration in apple. *Plant Physiology.* 160(2): 1011–1022.
- Lin-Wang K., D. Micheletti, J. Palmer, R. Volz, L. Lozano, R. Espley et al. 2011. High temperature reduces apple fruit colour via modulation of the anthocyanin regulatory complex. *Plant, Cell and Environment.* 34(7): 1176–1190.
- Liu R.H. 2004. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: Mechanism of action. *Journal of Nutrition.* 134(12): 3479-3485.
- Liu Y., X. Liu, F. Zhong, R. Tian, K. Zhang, X. Zhang and T. Li. 2011. Comparative Study of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Different Species of Cherries. *Journal of Food Science.* 76(4): 633-638.
- Liu H., J. Cao and M. Jiang. 2015. Evaluation and comparison of vitamin C, phenolic compounds, antioxidant properties and metal chelating activity of pulp and peel from selected peach cultivars. *LWT - Food Science and Technology.* 63(2): 1042–1048.
- Liu X., X. An, X. Liu, D. Hu, X. Wang, C. You and Y. Hao. 2017. MdSnRK1.1 interacts with MdJAZ18 to regulate sucrose-induced anthocyanin and proanthocyanidin accumulation in apple. *Journal of Experimental Botany.* 68(11): 2977–2990.
- Lobit P., M. Genard, P. Soing and R. Habib. 2006. Modelling malic acid accumulation in fruits: relationships with organic acids, potassium, and temperature. *Journal of Experimental Botany.* 57(6): 1471–1483.
- Manzoor M., F. Anwar, Z. Mahmood, U. Rashid and M. Ashraf. 2012. Variation in minerals, phenolics and antioxidant activity of peel and pulp of different varieties of peach (*Prunus persica* L.) fruit from Pakistan. *Molecules.* 17(6): 6491-6506.
- Martínez-Gómez P., G.O. Sozzi, R. Sánchez-Pérez, M. Rubio and T.M. Gradziel. 2003. New approaches to Prunus tree crop breeding. *Journal of Food Agriculture and Environment.* 1(1): 52-63.
- Martínez- Gómez P. 2017. Predicción científica y prescripción en mejora genética vegetal en cuanto ciencia aplicada de diseño: El caso de la mejora de frutales del género Prunus. *Plant Breeding and Plant Genetic Resources.* 66(1): 115-127.
- McCune L., C. Kubota, N. Stendell-Hollis and C. Thomson. 2011. Cherries and health: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 51(1): 1–12.

Melendez-Martinez A., C. Stinco, C. Liu and X. Wang. 2013. A simple HPLC method for the comprehensive analysis of cis/trans (Z/E) geometrical isomers of carotenoids for nutritional studies. *Food Chemistry*. 138(2-3): 1341–1350.

Mengel K., E.A. Kirkby, H. Kosegarten and T. Appel. 2001. *Plant Nutrients*. En: Mengel K., Kirkby EA, Kosegarten H., Appel T. (eds). *Principles of plant nutrition*. Springer, Dordrecht. 1-13.

MINAGRI (Unidad de Investigación, Desarrollo e Innovación, Subsecretaría de Agricultura, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile). 2014. *Financiamiento Público del Fitomejoramiento en Chile: Criterios para Priorizar Proyectos de Desarrollo de Variedades*. [En línea]. Santiago, Chile: FIA, FUCOA. 50p. Recuperado en: <http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/145467/Criterios_para_Priorizar_Proyectos_Development_Variedades.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Consultado el: 20/01/2019.

Mirto A., F. Iannuzzi, P. Carillo, L. Ciarmiello, P. Woodrow and A. Fuggi. 2018. Metabolic characterization and antioxidant activity in sweet cherry (*Prunus avium* L.) Campania accessions: Metabolic characterization of sweet cherry accessions. *Food Chemistry*. 240(1): 559-566.

Molina J and JI Covarrubias. 2019. Influence of Nitrogen on Physiological Responses to Bicarbonate in a Grapevine Rootstock. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 19(2): 305-312.

Mokrani A., S. Krisa, S. Cluzet, G. Da Costa, H. Temsamani, E. Renouf et al. 2016. Phenolic contents and bioactive potential of peach fruit extracts. *Food Chemistry*. 202(1): 212-220.

Ngamwonglumlert L. and S. Devahastin. 2019. Carotenoids. *Encyclopedia of Food Chemistry*. Valeris P., L. Melton and F. Shahidi. 1st Ed. 40-52.

Niu N., Y. Cao, W. Duan, B. Wu and S. Li. 2013. Proteomic analysis of grape berry skin responding to sunlight exclusion. *Journal of Plant Physiology*. 170(8): 748–757.

Norheim F., I. Gjelstad, M. Hjorth, K. Vinknes, T. Langleite, T. Holen et al. 2012. Molecular nutrition research the modern way of performing nutritional science. *Nutrients*. 4(12): 1898-1944.

Obreque E., A. Peña, R. López, F. Zamora, J. Ricardo da Silva and O. Laureano. 2010. Comparative study of the phenolic composition of seeds and skins from Carménère and Cabernet Sauvignon grape varieties (*Vitis vinifera* L.) during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58: 3591–3599.

ODEPA. 2020. Ficha nacional. Información nacional 2020. Ministerio de agricultura. 8.

Osorio-Esquivel O., A. Ortiz-Moreno, V.B. Alvarez, L. Dorantes-Álvarez, and M.M. Giusti. 2011. Phenolics, betacyanins and antioxidant activity in *Opuntia joconostle* fruits. *Food Research International*. 44:2160- 2168.

- Parada J. and J. Aguilera. 2007. Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. *Journal of Food Science*. 72(2): 21-32.
- Peña A., A. Cáceres and C. Pastenes. 2007. Low molecular weight phenolic and anthocyanin composition of grape skins from cv. Syrah (*Vitis vinifera* L.) in the Maipo Valley (Chile): Effect of clusters thinning and vineyard yield. *Food Science and Technology International*. 13(2): 153-158.
- Piga A., A. Del Caro and G. Corda. 2003. From plums to prunes: influence of drying parameters on polyphenols and antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 3675-3681.
- Raiola A., A. Errico, G. Petruk, D.M. Monti, A. Barone and M.M. Rigano. 2018. Bioactive compounds in brassicaceae vegetables with a role in the prevention of chronic diseases. *Molecules*. 23(1): 1–10.
- Rao A. and L. Rao. 2007. Carotenoids and human health. *Pharmacological Research*. 55(3): 207–216.
- Razeto B. 2006. Para entender la fruticultura. 4ta ed. Santiago de Chile. 507.
- Rickman J., C. Bruhn and D. Barrett. 2007. Review Nutritional comparison of fresh, frozen, and canned fruits and vegetables II. Vitamin A and carotenoids, vitamin E, minerals and fiber. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87: 1185–1196.
- Rodríguez-Amaya D., E. Rodríguez and J. Amaya-Farfan. 2006. Advances in food carotenoid research: chemical and technological aspects, implications in human health. *Malaysia Journal of Nutrition*. 12(1): 101-121.
- Roussos P., N. Efstathios, B. Intidhar, N. Denaxa and A. Tsafouros. 2015. Plum (*Prunus domestica* L. and *P. salicina* Lindl.). In *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Elsevier Inc.
- Saéñz C. 2006. *Opuntia* spp. Bioactive compounds in foods: a *Plus* for health. *Acta Horticulturae*. 728: 231-240.
- Sahamishirazi S., J. Moehring, W. Claupein and S. Graeff-Hoenninger. 2017. Quality assessment of 178 cultivars of plum regarding phenolic, anthocyanin and sugar content. *Food Chemistry*. 214: 694-701.
- Saidani F., R. Giménez, C. Aubert, G. Chalot, J.A. Betrán and Y. Gogorcena. 2017. Phenolic, sugar and acid profiles and the antioxidant composition in the peel and pulp of peach fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*. 62: 126-133.
- Satya P and D. Sarkar. 2018. Plant biotechnology and crop improvement. Chapter 4. In: *Biotechnology for sustainable agriculture*. 93-140.
- Scalzo J., A. Politi, N. Pellegrini, B. Mezzetti and M. Battino. 2005. Plant genotype affects 387 total antioxidant capacity and phenolic content in fruit. *Nutrition*. 21: 207-213.

- Scattino C., A. Castagna, S. Neugart, H. Chan, M. Schreiner and C. Crisosto. 2014. Post-harvest UV-B irradiation induces changes of phenol contents and corresponding biosynthetic gene expression in peaches and nectarines. *Food Chemistry*. 163: 51-60.
- Schiassi M., V. Souza, A. Lago, L. Campos and F. Queiroz. 2018. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. *Food Chemistry*. 245: 305–311.
- Schroeder J., E. Delhaize, L. Frommer, M. Guerinot, M. Harrison, L. Herrera et al. 2013. Using membrane transporters to improve crops for sustainable food production. *Nature*. 497(7447): 60–66.
- Schulz M., G. Borges, L. Gonzaga, S. Seraglio, I. Olivo, M. Azevedo et al. 2015. Chemical composition, bioactive compounds and antioxidant capacity of juçara fruit (*Euterpe edulis* Martius) during ripening. *Food Research International*. 77: 125–131.
- Serra A., R. Duarte, M. Bronze and M. Duarte. 2011. Identification of bioactive response in traditional cherries from Portugal. *Food Chemistry*. 125(2): 318-325.
- Srinivasan V. 2001. Bioavailability of Nutrients: A Practical Approach to In Vitro Demonstration of the Availability of Nutrients in Multivitamin-Mineral Combination Products. *The Journal of Nutrition*. 131(4): 1349-1350.
- Stange C., L. Pizarro and P. Fuentes. 2013. Levels of lycopene β -cyclase 1 modulate carotenoid gene expression and accumulation in *Daucus carota*. *PLOS ONE*. 8(3): 1 – 13.
- Steyn W., S. Wand, G. Jacobs, R. Rosecrance and S. Roberts. 2010. Evidence for a photoprotective function of low-temperature-induced anthocyanin accumulation in apple and pear peel. *Physiologia Plantarum*. 136: 461-472.
- Stipanuk M. and M. Caudill. 2013. Nutrients: History and definitions. En: *Biochemical, Physiological, and Molecular Aspects of Human Nutrition*. 3 ed. Elsevier Health Sciences. 3-13.
- Takos A., F. Jaffé, S. Jacob, J. Bogs, S. Robinson and A. Walker. 2006. Light-induced expression of a MYB gene regulates anthocyanin biosynthesis in red apples. *Plant Physiology*. 142(3): 1216–1232.
- Tarara J., J. Lee, S. Spayd and C. Scagel. 2008. Berry temperature and solar radiation alter acylation, proportion, and concentration of anthocyanin in Merlot grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. 59 (3): 235-247.
- Teng S., J. Keurentjes, L. Bentsink, M. Koornneef and S. Smeekens. 2005. Sucrose-specific induction of anthocyanin biosynthesis in *Arabidopsis* requires the *MYB75/PAP1* gene. *Plant Physiol*. 139: 1840-1852.
- Tomás-Barberán F., M. Gil, P. Cremin, A. Waterhouse, B. Hess-Pierce and A. Kader. 2001. HPLC - DAD - ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49(10): 4748–4760.

Treutter D. 2005. Significance of flavonoids in plant resistance and enhancement of their biosynthesis. *Plant Biology*. 7(6): 581-591.

Usenik V., N. Fajt, M. Mikulic-Petkovsek, A. Slatnar, F. Stampar and R. Veberic. 2010. Sweet cherry pomological and biochemical characteristics influenced by rootstock. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58: 4928-4933.

Valenzuela B. 2019. Caracterización nutricional y de compuestos antioxidantes de frutos de duraznero, ciruelos y cerezos provenientes de poblaciones segregantes y variedades comerciales. Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y al Grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Producción Frutícola. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 65.

Valero D and M. Serrano. 2010. Postharvest biology and technology for preserving fruit quality. CRC. Taylor and Francis. Boca Raton. 269.

Wang L., W. Sang, R. Xu and J. Cao. 2019. Alteration of flesh color and enhancement of bioactive substances via the stimulation of anthocyanin biosynthesis in 'Friar' plum fruit by low temperature and the removal. *Food Chemistry*. 310: 125862.

White P. J. and P.H. Brown. 2010. Plant nutrition for sustainable development and global health. *Annals of Botany*. 105(7): 1073–1080.

Yousef G., A. Brown, Y. Funakoshi, F. Mbeunkui, M. Grace, J. Ballington et al. 2013. Efficient quantification of the health-relevant anthocyanin and phenolic acid profiles in commercial cultivars and breeding selections of blueberries (*Vaccinium* spp.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 61: 4806-4815.

Zhang D., B. Yu, J. Bai, M. Qian and Q. Shu. 2012. Effects of high temperatures on UV-B/visible irradiation induced postharvest anthocyanin accumulation in Yunhongli No.1 (*Pyrus pyrifolia* Nakai) pears. *Scientia Horticulturae*. 134: 53-59.

Zhang R., Y. Guo, Y. Li, L. Zhou, Y. Hao and C. You. 2016. Functional identification of MdSIZ1 as a SUMO E3 ligase in apple. *Journal of Plant Physiology*. 198: 69–80.

ANEXOS

Anexo 1.- Gradiente utilizado para la determinación de compuestos antociánicos.

Tiempo gradiente (min)	Solvente A (mL)	Solvente B (mL)
0	96	4,0
7,9	85	15
8	85	15
22,9	85	15
23	85	15
27	80	20
40	70	30
43	70	30
43,1	96	4,0
45	96	4,0

Fase móvil: Solvente A: Ácido fórmico (grado HPLC) al 10% en agua.

Solvente B: Acetonitrilo (grado HPLC) 100%.

Anexo 2.- Gradiente utilizado para la determinación de fenoles de bajo peso molecular.

Tiempo gradiente (min)	Solvente A (mL)	Solvente B (mL)	Solvente C (mL)	Flujo de gradiente (mL·min ⁻¹)
0	100	0	0	1
55	20	80	0	1,2
57	10	90	0	1,2
90	10	90	0	1,2
91	0	0	100	1,2
93	0	0	100	1,2
94	100	0	0	1

Fase móvil: Solvente A: ácido acético (grado HPLC) al 2% en agua.

Solvente B: acetonitrilo (grado HPLC): ácido acético (grado HPLC): agua (20:2:78).

Solvente C: metanol (grado HPLC).

Anexo 3.- Resumen mensual de temperaturas en la comuna de Curacaví.

a.- Resumen de temperaturas medias de diciembre 2017.

Dia	Horas Principales UTC		T. Mínima		T. Máxima		Media	Media	Datos
	12:00	00:00	Valor	Hora Local	Valor	Hora Local	Climatológica	Aritmética	
1	17.0	17.1	9.2	05:28	25.6	17:18	17.2	17.4	24
2	14.7	16.9	13.6	07:31	20.5	16:54	16.4	16.2	24
3	15.2	18.7	13.0	05:50	26.7	16:52	18.4	18.4	24
4	16.5	18.1	8.7	06:34	27.7	13:36	17.8	18.4	24
5	14.7	16.6	13.9	00:20	25.9	16:25	17.8	17.8	24
6	14.5	19.3	13.5	00:01	27.7	16:45	18.8	18.1	24
7	12.9	18.2	10.4	04:49	28.7	15:17	17.6	18.1	24
8	15.0	19.1	13.5	00:55	27.5	16:13	18.8	18.6	24
9	16.0	23.6	8.1	06:22	32.5	15:41	20.1	19.6	24
10	19.9	19.5	10.2	06:54	33.3	13:34	20.7	21.2	24
11	16.1	15.9	15.0	01:10	23.7	16:05	17.7	18.0	24
12	16.3	18.7	15.0	04:23	23.9	17:13	18.5	18.1	24
13	17.9	20.9	15.2	05:00	28.2	14:51	20.5	20.3	24
14	18.0	27.2	9.2	06:35	34.2	16:12	22.2	22.0	24
15	21.2	21.9	11.3	06:21	35.8	15:55	22.5	23.5	24
16	17.4	18.6	10.1	06:24	28.9	14:50	18.8	19.5	24
17	18.3	22.6	9.0	06:41	32.4	15:04	20.6	20.4	24
18	19.7	21.4	9.8	06:34	28.7	13:46	19.9	20.3	24
19	18.6	23.3	8.7	06:46	32.3	16:14	20.7	20.8	24
20	17.6	21.8	9.6	06:04	31.4	15:53	20.1	20.7	24
21	19.3	22.1	10.5	06:58	32.7	14:57	21.2	21.3	24
22	17.9	22.2	9.5	06:28	32.1	16:39	20.4	20.9	24
23	18.5	21.0	9.5	06:43	31.2	15:14	20.1	20.5	24
24	16.9	22.7	7.8	06:15	32.6	15:24	20.0	20.3	24
25	18.6	20.3	9.2	06:39	32.7	14:41	20.2	20.7	24
26	16.2	23.1	10.9	06:48	31.4	15:18	20.4	20.1	24
27	20.2	22.6	12.2	07:00	32.4	15:52	21.9	22.1	24
28	19.5	22.4	10.8	06:53	34.4	15:34	21.8	22.1	24
29	19.7	21.3	11.8	06:35	33.7	15:42	21.6	22.2	24
30	18.6	21.8	11.0	06:49	32.5	16:01	21.0	21.3	24
31	18.2	20.0	12.4	04:39	28.8	14:57	19.8	20.2	24

Fuente: www.climatología.meteochile.gob.cl

b.- Resumen de temperaturas medias de enero 2018.

Dia	Horas Principales UTC		T. Mínima		T. Máxima		Media		Datos
	12:00	00:00	Valor	Hora Local	Valor	Hora Local	Climatológica	Aritmética	
1	16.7	21.5	10.3	06:58	29.2	14:18	19.4	19.8	24
2	16.5	20.8	10.0	06:18	31.1	16:30	19.6	20.6	24
3	18.9	21.4	9.3	05:51	32.5	17:13	20.5	20.8	24
4	18.8	20.2	11.5	06:13	32.2	14:42	20.7	21.4	24
5	17.3	22.3	12.8	04:50	30.7	16:24	20.8	20.8	24
6	19.7	27.5	11.0	06:58	35.0	16:29	23.3	23.2	24
7	19.5	21.8	11.8	06:18	27.9	16:43	20.2	21.0	24
8	18.6	21.1	13.0	06:42	29.8	14:58	20.6	21.2	24
9	17.3	22.4	12.1	06:21	31.0	14:40	20.7	20.8	24
10	19.2	22.8	13.0	06:57	29.9	13:15	21.2	21.8	24
11	16.7	21.2	14.4	04:35	27.9	14:55	20.1	20.6	24
12	15.2	20.7	13.1	06:03	29.0	14:50	19.5	19.5	24
13	16.5	22.0	14.6	06:42	28.5	17:09	20.4	20.1	24
14	15.5	18.3	13.8	05:59	24.5	14:39	18.0	18.7	24
15	17.7	18.9	16.9	08:09	28.2	16:01	20.4	20.1	24
16	16.1	19.8	11.9	06:37	28.1	15:40	19.0	19.1	24
17	16.1	23.1	9.7	06:39	32.1	15:51	20.2	20.3	24
18	17.7	24.3	10.2	07:17	33.9	15:22	21.5	21.6	24
19	17.7	21.4	11.2	06:37	28.1	18:23	19.6	20.6	24
20	17.2	20.7	15.7	03:13	27.8	17:25	20.4	20.2	24
21	17.8	19.4	16.7	04:46	22.1	18:42	19.0	18.9	24
22	18.1	20.0	15.0	00:03	29.7	15:56	20.7	20.9	24
23	17.1	22.1	15.1	01:48	28.8	17:14	20.8	20.2	24
24	17.2	22.0	10.8	07:00	30.4	14:48	20.1	20.9	24
25	14.8	19.9	12.5	05:57	28.5	16:58	18.9	19.4	24
26	12.9	18.1	8.8	06:42	28.6	15:58	17.1	17.7	24
27	16.0	23.6	8.5	07:14	33.3	17:04	20.3	20.0	24
28	16.8	24.5	9.4	07:02	35.7	15:22	21.6	22.0	24
29	17.0	18.8	9.6	07:23	30.1	15:19	18.9	20.4	24
30	14.1	23.6	12.4	04:23	30.7	16:37	20.2	19.4	24
31	18.2	24.4	10.8	06:21	33.4	14:38	21.7	22.0	24

Fuente: www.climatología.meteochile.gob.cl

c.- Resumen de temperaturas medias de febrero 2018

Dia	Horas Principales UTC		T. Mínima		T. Máxima		Media	Media	Datos
	12:00	00:00	Valor	Hora Local	Valor	Hora Local	Climatológica	Aritmética	
1	15.8	22.9	11.0	07:27	32.0	15:21	20.4	21.2	24
2	14.9	21.2	13.0	05:43	29.8	16:30	19.7	20.1	24
3	16.4	22.8	15.2	03:36	28.8	16:03	20.8	20.5	24
4	18.1	21.4	13.3	07:02	31.2	15:50	21.0	22.0	24
5	17.2	22.2	15.4	05:12	30.0	14:34	21.2	21.0	24
6	17.2	22.7	16.1	03:59	29.2	17:31	21.3	21.0	24
7	18.0	21.7	12.6	06:52	28.8	16:10	20.3	21.0	24
8	17.3	21.9	11.9	06:49	31.0	14:56	20.5	20.9	24
9	17.0	23.3	10.7	07:24	32.3	15:21	20.8	21.2	24
10	14.7	22.0	7.5	07:04	32.3	15:11	19.1	20.0	24
11	15.0	23.7	7.2	07:34	33.7	16:09	19.9	20.1	24
12	15.6	25.4	8.4	06:15	35.8	14:11	21.3	21.3	24
13	15.8	20.3	9.8	07:43	31.1	15:06	19.2	20.6	24
14	14.0	21.9	10.9	06:44	30.1	15:37	19.2	19.5	24
15	13.4	21.1	11.4	06:49	30.1	16:27	19.0	20.0	24
16	15.2	23.1	14.1	02:49	32.5	15:27	21.2	20.9	24
17	15.0	18.6	11.4	06:40	32.1	14:39	19.3	20.7	24
18	15.2	21.0	10.2	07:32	32.2	16:36	19.7	19.8	24
19	18.1	20.0	17.2	05:20	29.7	15:50	21.3	21.0	24
20	16.4	23.8	11.4	07:04	31.5	16:05	20.8	20.6	24
21	17.5	22.2	12.3	07:20	33.0	15:29	21.3	22.1	24
22	16.9	21.4	11.1	07:48	32.0	13:59	20.3	21.3	24
23	15.2	21.9	10.7	06:29	30.2	15:13	19.5	19.4	24
24	14.3	20.2	11.5	07:44	29.8	15:45	19.0	19.8	24
25	13.9	20.1	9.0	07:40	28.9	15:37	18.0	18.8	24
26	14.5	18.9	9.8	07:24	30.0	14:52	18.3	19.3	24
27	16.4	18.0	15.4	01:21	26.9	16:51	19.2	18.8	24
28	14.9	20.4	12.9	02:28	28.4	17:20	19.1	18.6	24

Fuente: www.climatología.meteochile.gob.cl

APÉNDICES

Apéndice 1.- Concentración de micro/macronutrientes en frutos de duraznero.

a.- Concentración de macronutrientes en frutos de duraznero, expresado en mg·100 g⁻¹ de peso fresco (PF).

Grupo	Arbol	P	K	Ca	Mg
<u>Parentales</u>	August Red E	12,32±3,32	60,75±0,35	3,56±0,07	4,67±0,35
	August Red M	10,44±0,32	71,60±2,98	0,93±0,20	2,33±0,21
	Rich May E	13,24±2,18	86,67±9,42	13,81±3,88	5,51±1,47
	Rich May M	10,94±1,42	63,34±3,06	4,67±0,16	4,71±0,43
<u>Tempraneros</u>	H1P89 E	12,39±0,15	69,74±3,72	10,47±0,54	3,95±0,65
	H1P89 M	14,96±2,02	83,55±8,98	6,96±1,65	4,63±0,78
	H2P47 E	8,44±1,24	63,58±3,77	7,02±1,21	4,01±0,33
	H2P47 M	8,95±0,88	73,41±6,98	3,08±0,3	4,70±0,68
	H2P50 E	18,88±2,92	77,34±9,17	7,73±0,05	4,63±0,42
	H2P50 M	14,76±1,19	81,05±4,40	3,37±0,33	4,63±0,42
	H2P126 E	8,53±0,24	54,79±5,57	4,73±4E-3	3,20±0,41
	H2P126 M	9,62±0,88	63,47±6,72	2,18±0,65	3,42±0,46
	H2P55 E	15,03±2,61	57,98±5,6	2,90±0,07	3,43±0,46
	H2P55 M	13,53±2,09	59,84±0,07	2,06±0,09	3,39±0,31
<u>Media estación</u>	H1P78 E	6,63±0,37	55,22±0,48	1,78±0,17	3,79±0,24
	H1P78 M	8,96±0,8	66,71±0,24	0,62±0,06	2,66±0,17
	H2P66 E	7,55±0,35	55,40±0,94	3,48±0,45	3,73±0,09
	H2P66 M	10,34±0,36	67,20±3,28	1,13±0,18	3,20±0,22
	H2P31 E	10,58±0,01	92,91±4,67	9,00±1,46	4,36±0,06
	H2P31 M	8,93±0,14	91,00±7,70	2,48±0,03	4,24±0,38
	H2P56 E	17,90±0,5	87,41±1,86	4,54±0,16	5,70±0,21
	H2P56 M	14,48±0,8	94,67±10,09	1,40±0,05	3,95±0,38
	H2P46 E	8,93±0,77	66,53±1,39	3,25±0,53	3,88±0,20
	H2P46 M	8,04±0,31	72,85±6,62	1,99±0,02	3,60±0,26
<u>Tardíos</u>	H2P5 E	15,55±4,97	140,03±18,9	3,45±0,02	9,20±0,62
	H2P5 M	12,72±1,7	185,27±1,4	4,49±0,35	6,81±0,37
	H2P148 E	15,38±1,15	83,73±6,09	2,27±0,23	4,10±0,20
	H2P148 M	13,76±0,17	88,65±5,26	2,84±0,23	3,70±0,59
	H2P27 E	24,43±0,65	122,91±3,9	6,33±1,20	8,30±0,14
	H2P27 M	11,99±0,66	79,56±3,35	1,81±0,3	3,18±0,24
	H3P15 E	10,06±0,34	84,25±11,95	5,99±0,7	4,40±0,42
	H3P15 M	4,27±1,55	71,53±12,52	2,61±0,5	3,36±0,51
	H3P4 E	26,44±2,94	93,41±0,94	10,90±0,3	6,84±0,43
	H3P4 M	23,06±0,8	110,90±4,16	7,43±0,12	6,97±0,12

Valor correspondiente a la media obtenida del análisis de 3 frutos por árbol. **P**: Fósforo, **K**: Potasio, **Ca**: Calcio, y **Mg**: Magnesio. **E** : exocarpo y **M** : mesocarpo. **H** : hilera en que se encuentra el árbol segregante y **P** : número de árbol segregante dentro de la hilera.

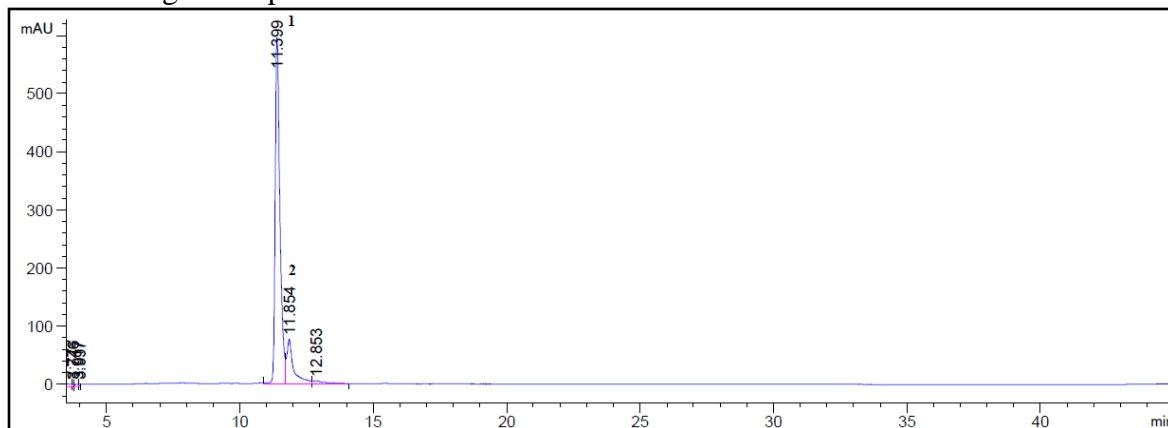
b.- Concentración de micronutrientes en frutos de duraznero, expresado en mg·100 g⁻¹ de peso fresco (PF).

Grupo	Arbol	Zn	Fe	Cu	B	Mn
<u>Parentales</u>	August Red E	0,12±0,02	2,99±0,16	0,04±0,003	0,87±0,004	ND
	August Red M	0,05±0,01	1,55±0,38	0,03±0,01	0,28±0,06	ND
	Rich May E	0,40±0,03	1,41±0,5	0,07±0,005	0,39±0,15	0,03±0,005
	Rich May M	0,15±0,03	0,45±0,03	0,04±0,01	0,04±0,01	0,01±0,002
<u>Temp.</u>	H1P89 E	0,48±0,07	1,17±0,04	0,07±0,02	ND	ND
	H1P89 M	0,38±0,1	0,39±0,06	0,10±0,02	0,11±0,01	ND
	H2P47 E	0,15±0,02	0,61±0,06	0,04±0,01	0,11±0,04	ND
	H2P47 M	0,14±0,02	0,21±0,03	0,04±0,01	0,07±0,02	ND
	H2P50 E	0,27±0,06	1,77±0,17	0,08±0,003	0,23±0,06	ND
	H2P50 M	0,16±0,03	0,31±0,08	0,04±0,01	0,15±0,06	ND
	H2P126 E	0,21±0,05	1,32±0,15	0,06±0,02	0,17±0,07	ND
	H2P126 M	0,12±0,02	0,15±0,02	0,05±0,01	0,08±0,01	ND
	H2P55 E	0,17±0,01	0,80±0,01	0,06±0,02	0,25±0,01	ND
	H2P55 M	0,11±0,01	0,25±0,03	0,04±0,01	0,08±0,004	ND
<u>Media estación</u>	H1P78 E	0,04±0,01	0,80±0,08	0,04±0,001	0,46±0,03	ND
	H1P78 M	0,04±0,003	0,13±0,003	0,04±0,003	0,30±0,04	ND
	H2P66 E	0,08±0,003	0,96±0,08	0,04±0,01	0,27±0,01	ND
	H2P66 M	0,07±0,01	0,29±0,05	0,03±0,01	0,40±0,09	ND
	H2P31 E	0,24±0,09	1,15±0,27	0,06±0,0007	0,46±0,06	0,04±0,01
	H2P31 M	0,21±0,03	0,57±0,08	0,04±0,01	0,14±0,02	ND
	H2P56 E	0,14±0,01	1,25±0,09	0,06±0,01	0,50±0,09	ND
	H2P56 M	0,19±0,02	0,41±0,07	0,04±0,002	0,49±0,05	ND
	H2P46 E	0,06±0,003	0,87±0,12	0,04±0,01	0,33±0,02	ND
	H2P46 M	0,07±0,01	0,44±0,02	0,04±0,004	0,50±0,03	ND
<u>Tardíos</u>	H2P5 E	0,39±0,05	3,02±0,48	0,08±0,03	0,36±0,004	ND
	H2P5 M	0,46±0,09	1,01±0,08	0,10±0,01	0,61±0,09	ND
	H2P148 E	0,55±0,11	1,04±0,01	0,04±0,001	0,46±0,07	ND
	H2P148 M	0,27±0,07	0,70±0,02	0,05±0,02	0,20±0,02	ND
	H2P27 E	0,34±0,04	1,42±0,35	0,07±0,02	0,72±0,06	0,02±0,004
	H2P27 M	0,16±0,04	0,53±0,06	0,04±0,01	0,24±0,01	ND
	H3P15 E	0,42±0,02	0,93±0,29	0,05±0,01	0,28±0,08	0,03±0,003
	H3P15 M	0,29±0,02	0,51±0,22	0,03±0,01	0,15±0,01	ND
	H3P4 E	0,60±0,24	2,07±0,36	0,09±0,004	0,40±0,11	0,11±0,01
	H3P4 M	0,26±0,04	0,47±0,04	0,08±0,002	ND	0,11±0,002

Valor correspondiente a la media obtenida del análisis de 3 frutos por árbol. **Temp.**: tempraneros, **Zn**: Zinc, **Fe**: Hierro, **Cu**: Cobre, **B**: Boro y **Mn**: Manganeso. **E**: exocarpo y **M**: mesocarpo. **H**: hilera en que se encuentra el árbol segregante y **P**: número de árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

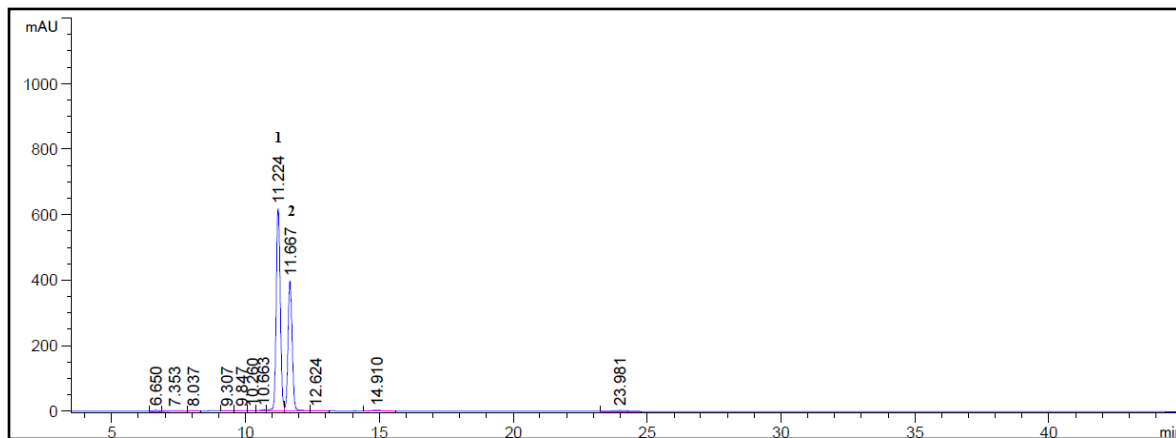
Apéndice 2.- Cromatograma tipo de fruto de duraznero y estándares para compuestos antociánicos.

a.- Cromatograma tipo de un fruto de duraznero obtenido con HPLC-DAD.



1: Cianidina-3-glucósido. 2: Cianidina-3-rutinósido.

b.- Cromatograma de los estándares de cianidina-3-glucósido y cianidina-3-rutinósido obtenido con HPLC-DAD.



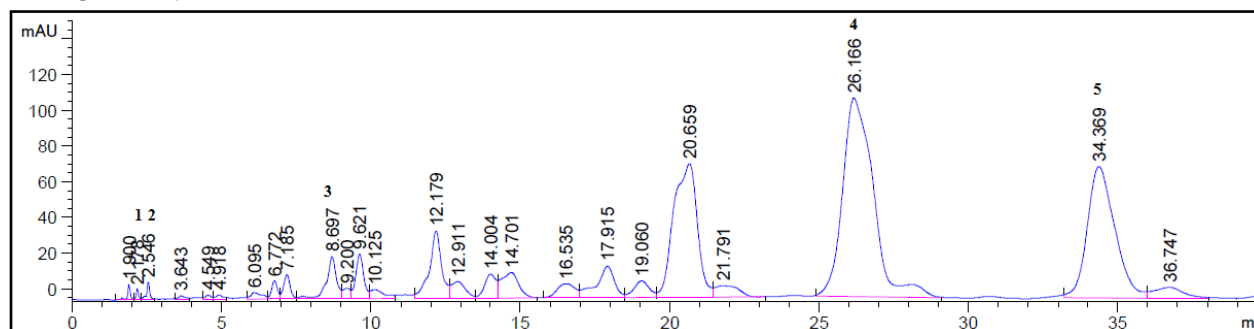
1: Cianidina-3-glucósido. 2: Cianidina-3-rutinósido.

Apéndice 3.- Concentración de compuestos antociánicos en frutos de duraznero, expresado en μg equivalentes a cianidina-3-rutinósido $\cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco.

Fecha de cosecha	Segregante	Exocarpo		Mesocarpo	
		C3R	C3G	C3R	C3G
<u>Temprana</u>	H1P89	46,26±10,03	648,59±55,61	ND	4,55±1,69
	H2P47	24,29±3,82	155,21±31,33	ND	0,33±0,01
	H2P50	44,36±12,69	320,93±91,85	ND	1,18±0,73
	H2P126	50,40±3,04	750,55±61,10	ND	2,15±0,68
	H2P55	34,37±16,36	216,42±69,13	ND	0,44±0,20
<u>Media estación</u>	H1P78	17,20±6,09	47,27±25,29	ND	2,30±0,91
	H2P66	47,98±15,59	261,54±75,51	ND	2,58±0,14
	H2P31	52,82±1,06	299,61±23,95	ND	13,00±3,93
	H2P56	29,97±5,96	140,17±43,01	ND	3,68±1,61
	H2P46	46,41±2,57	301,45±39,92	ND	14,54±1,38
<u>Tardía</u>	H2P5	25,60±9,45	152,86±50,30	ND	61,00±4,42
	H2P148	30,74±7,31	251,49±37,15	ND	67,34±17,68
	H2P27	27,26±12,13	169,52±57,62	ND	27,81±5,79
	H3P15	5,63±2,05	25,63±8,75	ND	4,24±1,05
	H3P4	18,50±6,71	143,15±27,88	ND	11,43±3,65

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 frutos analizados por árbol. **C3G** : cianidina-3-glucósido. **C3R** : cianidina-3-rutinósido. **H** : hilera en que se encuentra el árbol segregante y **P** : número de árbol segregante dentro de la hilera. **ND** : no detectado por el equipo.

Apéndice 4.- Cromatograma tipo de fruto de duraznero para carotenoides obtenido con HPLC-DAD.



1: Luteína. 2: Zeaxantina. 3: β -criptoxantina. 4: Isómero- α -caroteno. 5: β -caroteno.

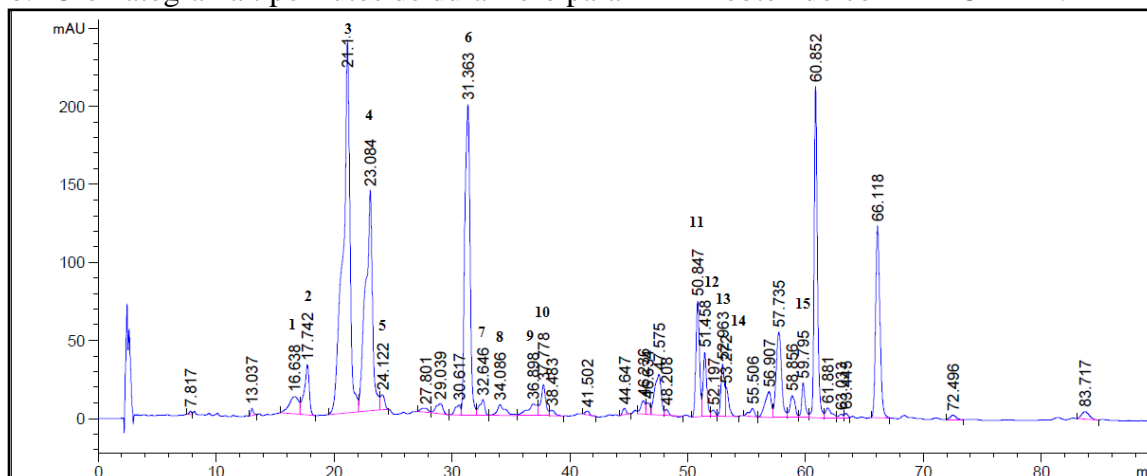
Apéndice 5.- Fenoles de bajo peso molecular identificados en frutos de duraznero.

a.- Compuestos identificados.

Familia de compuesto	Compuesto	TR (min)
Flavanol	Procianidina B1	16,6
	Procianidina B3	17,7
	Catequina	21,1
	Procianidina B2	24,1
	Galato de procianidina A	31,4
	Epicatequina	32,6
	Dimero de procianidina A	34,1
	Dimero de procianidina B	36,9
	Dimero de procianidina C	37,8
Galato de procianidina B	50,9	
Flavonol	Di-OH-flavonol	48,2
	Quercetina-3-glucósido	51,5
	Quercetina-3-galactósido	52,2
	Quercetina-3-rutinósido	52,9
	Kaempferol-3-glucósido	59,8
Ácidos benzoicos	Ácido protocatéquico	9,3
	Elagitaninos	53,3
Ácidos cinámicos	Ácido neoclorogénico	13,0
	Ácido clorogénico	23,1

TR= tiempo de retención expresado en minutos.

b.- Cromatograma tipo frutos de duraznero para FBPM obtenido con HPLC-DAD.



1: Procianidina B1. **2:** Procianidina B3. **3:** Catequina. **4:** ác. Clorogénico. **5:** Procianidina B2. **6:** Galato de procianidina A. **7:** Epicatequina. **8:** Dimero de procianidina A. **9:** Dimero de procianidina B. **10:** Dimero de procianidina C. **11:** Galato de procianidina B. **12:** Quercetina-3-glucósido. **13:** Quercetina-3-rutinósido. **14:** Elagitaninos. **15:** Kaempferol-3-glucósido.

Apéndice 6.- Concentración de micro/macronutrientes en frutos de ciruelo japonés.

a.- Concentración de macronutrientes en frutos de ciruelo japonés, expresado en $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de peso fresco (PF).

Grupo	Arbol	P	K	Ca	Mg
<u>Parentales</u>	Angeleno E	9,96±1,26	44,67±2,37	7,96±0,55	2,83±0,34
	Angeleno M	13,87±0,23	80,05±3,22	4,58±0,29	2,61±0,16
	Fortune E	8,50±0,85	50,09±1,27	7,12±0,05	3,10±0,13
	Fortune M	14,83±0,45	97,22±4,43	3,52±0,39	3,42±0,38
<u>Media estación</u>	H3P26 E	7,01±1,0	32,61±2,9	3,33±0,08	3,05±0,37
	H3P26 M	11,75±1,87	68,65±4,9	1,19±0,04	3,25±0,83
	H4P129 E	4,48±0,45	36,36±5,73	3,70±0,78	2,09±0,09
	H4P129 M	7,64±2,4	59,29±2,23	1,58±0,16	1,49±0,22
	H4P53 E	13,81±1,12	79,59±10,02	3,24±1,29	4,02±0,62
	H4P53 M	7,78±0,37	64,74±3,49	1,74±0,18	1,99±0,14
	H4P176 E	6,99±1,04	35,84±3,38	3,07±1,05	3,19±0,41
	H4P176 M	9,42±0,97	72,86±6,36	1,36±0,15	2,08±0,11
	H4P136 E	7,43±0,7	46,80±5,6	1,84±0,52	3,53±0,22
	H4P136 M	10,17±0,61	73,79±1,9	1,59±0,15	2,10±0,21
<u>Tardíos</u>	H3P14 E	9,73±0,59	41,48±5,27	4,03±0,68	2,61±0,29
	H3P14 M	7,56±0,28	48,57±1,16	2,63±0,08	2,06±0,26
	H3P64 E	8,79±0,32	55,82±4,89	7,28±1,34	2,47±0,21
	H3P64 M	7,25±0,61	40,41±4,68	3,85±0,49	1,81±0,22
	H3P11 E	6,78±1,08	53,34±4,39	9,41±1,26	3,21±0,34
	H3P11 M	7,73±0,46	51,79±7,0	5,79±1,47	2,32±0,16
	H3P63 E	6,27±0,37	45,96±2,94	1,86±0,28	2,05±0,3
	H3P63 M	5,16±0,56	42,82±1,8	0,43±0,01	1,18±0,13
	H4P10 E	3,47±0,77	37,17±4,21	2,21±0,56	1,90±0,3
	H4P10 M	5,74±0,59	63,48±1,1	1,77±0,53	1,88±0,08

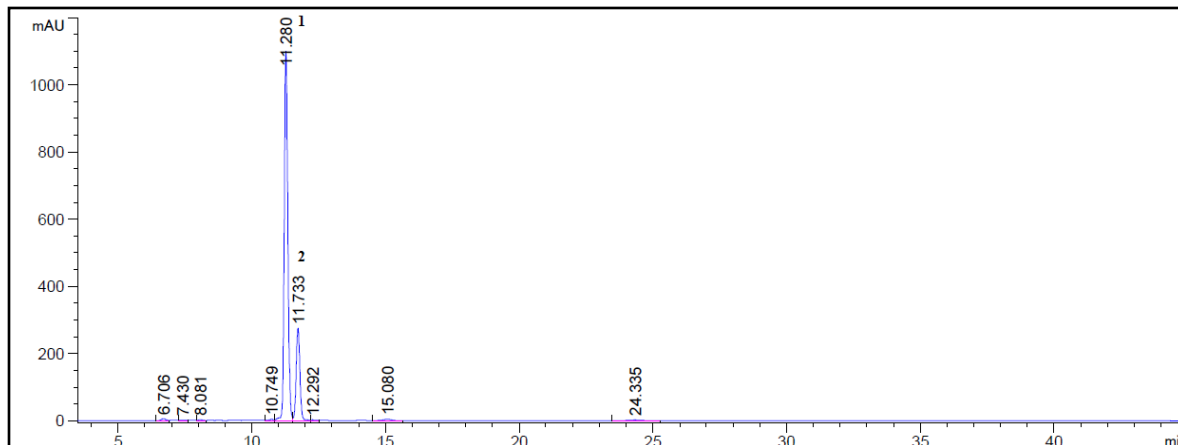
Valor correspondiente a la media obtenida del análisis de 3 frutos por árbol. **P**: Fósforo, **K**: Potasio, **Ca**: Calcio, y **Mg**: Magnesio. **E** : exocarpo y **M** : mesocarpo. **H**: hilera en que se encuentra el árbol segregante y **P**: número de árbol segregante dentro de la hilera.

b.- Concentración de micronutrientes en frutos de ciruelo japonés, expresado en $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de peso fresco (PF).

Grupo	Arbol	Zn	Fe	Cu	B	Mn
<u>Parentales</u>	Angeleno E	0,22±0,03	0,61±0,06	0,04±0,01	0,34±0,11	ND
	Angeleno M	0,27±0,02	0,23±0,02	0,03±0,01	0,24±0,02	ND
	Fortune E	0,18±0,04	0,74±0,10	0,04±0,01	0,23±0,08	ND
	Fortune M	0,10±0,02	0,28±0,09	0,04±0,01	0,46±0,12	ND
<u>Media estación</u>	H3P26 E	0,07±0,01	0,65±0,08	0,03±0,002	0,46±0,16	0,02±0,005
	H3P26 M	0,13±0,01	0,25±0,06	0,04±0,01	0,65±0,07	ND
	H4P129 E	0,12±0,03	0,49±0,17	0,03±0,01	0,45±0,12	0,01±0,001
	H4P129 M	0,12±0,03	0,14±0,001	0,03±0,01	0,36±0,07	ND
	H4P53 E	0,11±0,05	0,58±0,16	0,03±0,01	0,31±0,04	0,01±0,003
	H4P53 M	0,09±0,02	0,20±0,02	0,02±0,004	0,54±0,12	ND
	H4P176 E	0,22±0,04	1,09±0,24	0,03±0,003	0,25±0,04	0,05±0,01
	H4P176 M	0,21±0,04	0,63±0,17	0,03±0,004	0,24±0,07	ND
	H4P136 E	0,17±0,04	1,61±0,37	0,03±0,003	0,34±0,07	0,05±0,01
	H4P136 M	0,13±0,05	2,34±0,14	0,03±0,002	0,30±0,06	ND
<u>Tardíos</u>	H3P14 E	0,11±0,02	0,39±0,04	0,03±0,01	0,16±0,04	0,09±0,02
	H3P14 M	0,12±0,04	0,29±0,03	0,03±0,01	0,19±0,02	0,06±0,001
	H3P64 E	0,21±0,04	0,55±0,04	0,04±0,01	0,29±0,04	ND
	H3P64 M	0,17±0,04	0,21±0,04	0,03±0,001	0,17±0,03	ND
	H3P11 E	0,24±0,03	1,02±0,11	0,04±0,001	0,17±0,07	ND
	H3P11 M	0,27±0,1	0,38±0,07	0,06±0,02	0,15±0,03	ND
	H3P63 E	0,11±0,01	0,50±0,08	0,03±0,01	0,32±0,11	ND
	H3P63 M	0,05±0,01	0,26±0,05	0,02±0,004	0,30±0,11	ND
	H4P10 E	0,13±0,02	0,40±0,07	0,02±0,002	0,17±0,06	ND
	H4P10 M	0,13±0,06	0,24±0,06	0,03±0,01	0,08±0,01	ND

Valor correspondiente a la media obtenida del análisis de 3 frutos por árbol. **Zn**: Zinc, **Fe**: Hierro, **Cu**: Cobre, **B**: Boro y **Mn**: Manganeso. **E** : exocarpo y **M** : mesocarpo. **H**: hilera en que se encuentra el árbol segregante y **P**: número de árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

Apéndice 7.- Cromatograma tipo de compuestos antociánicos en frutos de ciruelo japonés obtenido con HPLC-DAD.



1: Cianidina-3-glucósido. 2: Cianidina-3-rutinósido.

Apéndice 8.- Concentración de compuestos antociánicos en frutos de ciruelo japonés, expresado en μg equivalentes a cianidina-3-rutinósido $\cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco.

Fecha de cosecha	Segregante	Exocarpo		Mesocarpo	
		C3R	C3G	C3R	C3G
<u>Media estación</u>	H3P26	1110,11±34,78	3472,95±64,83	22,92±4,49	67,26±17,76
	H4P129	1627,34±214,79	3953,01±290,07	1,52±0,36	2,88±0,56
	H4P53	483,56±72,46	1807,78±362,47	16,45±2,89	65,59±8,22
	H4P176	1707,72±18,88	4290,02±499,80	37,97±12,09	183,75±41,86
	H4P136	1271,29±179,97	2056,90±325,21	0,62±0,25	1,22±0,42
<u>Tardía</u>	H3P14	463,37±83,20	1012,62±142,45	1,33±0,0	2,34±0,0
	H3P64	4722,53±499,40	5582,76±695,76	3,66±0,87	6,23±1,71
	H3P11	428,20±68,43	1203,22±70,80	ND	ND
	H3P63	789,33±115,67	928,29±110,51	ND	ND
	H4P10	166,07±27,88	412,36±36,14	ND	ND

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 frutos analizados por árbol. **C3G** : cianidina-3-glucósido. **C3R** : cianidina-3-rutinósido. **H** : hilera en que se encuentra el árbol segregante y **P** : número de árbol segregante dentro de la hilera. **ND** : no detectado por el equipo.

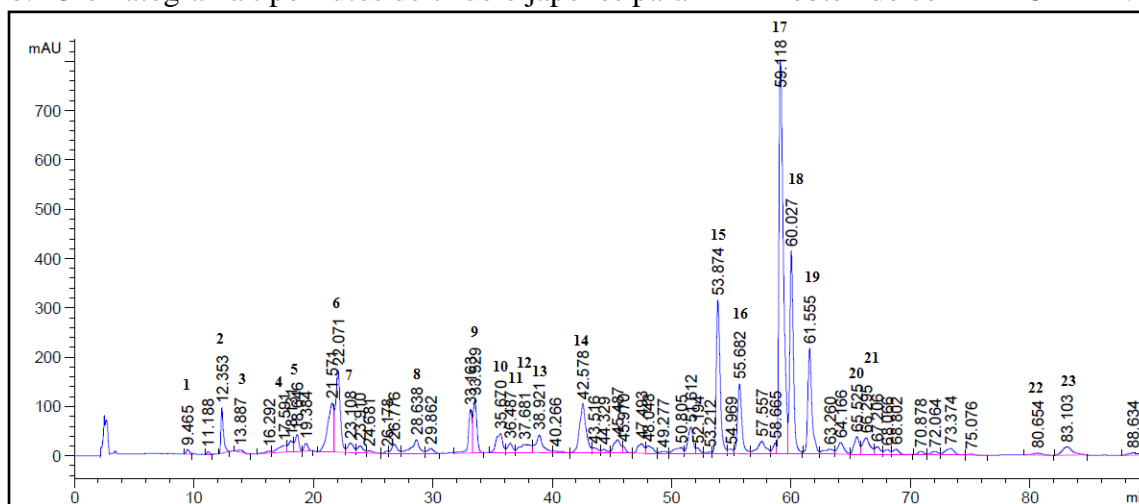
Apéndice 9.- Fenoles de bajo peso molecular identificados en frutos de ciruelo japonés.

a.- Compuestos identificados.

Familia de compuesto	Compuesto	TR (min)
Flavanol	Procianidina B1	17,6
	Procianidina B3	18,6
	Catequina	22,0
	Procianidina B2	23,1
	Procianidina B4	28,6
	Epicatequina	33,5
	Dimero de procianidina A	36,5
	Dimero de procianidina B	37,6
	Dimero de procianidina C	38,9
Flavonol	Quercetina-3-glucósido	53,8
	Quercetina-3-galactósido	55,7
	Quercetina-3-rutinósido	59,1
	Kaempferol-3-glucósido	60
	Kaempferol-3-galactósido	61,5
	Flavonol NI	82,8
	Quercetina	83,3
Ácidos benzoicos	Ácido protocatéquico	9,7
	Ácido verátrico	42,5
Ácidos cinámicos	Ácido neoclorogénico cis	13,4
	Ácido neoclorogénico trans	13,9
	Ácido ferúlico	35,6
	Ester de ác. Hidroxicinámico A	65,5
	Ester de ác. Hidroxicinámico B	66,3

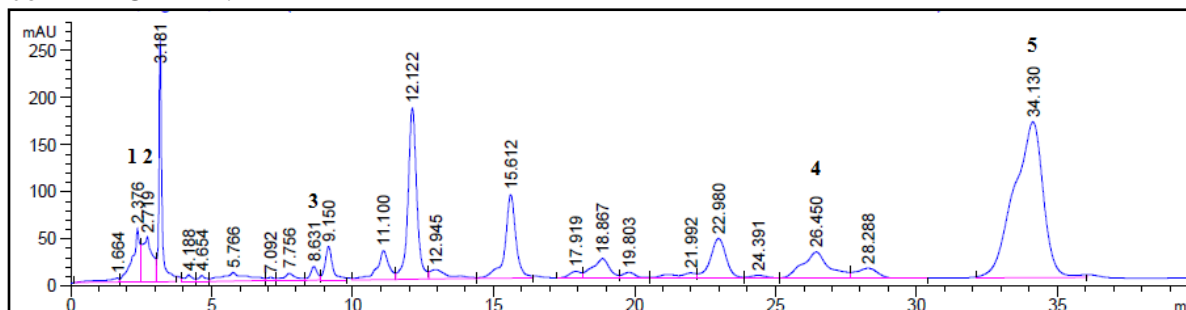
TR= tiempo de retención expresado en minutos.

b.- Cromatograma tipo frutos de ciruelo japonés para FBPM obtenido con HPLC-DAD.



1: ác. protocatéquico. **2:** ác. Neoclorogénico cis **3:** ác. Neoclorogénico trans. **4:** Procianidina B1. **5:** Procianidina B3. **6:** Catequina. **7:** Procianidina B2. **8:** Procianidina B4. **9:** Epicatequina. **10:** ác. Ferúlico. **11:** Dimero de procianidina A. **12:** Dimero de procianidina B. **13:** Dimero de procianidina C. **14:** ác. verátrico. **15:** Quercetina-3-glucósido. **16:** Quercetina-3-galactósido. **17:** Quercetina-3-rutinósido. **18:** Kaempferol-3-glucósido. **19:** Kaempferol-3-galactósido. **20:** Ester de ác. Hidroxicinámico A. **21:** Ester de ác. Hidroxicinámico B. **22:** Flavonol NI. **23:** Quercetina.

Apéndice 10.- Cromatograma tipo de fruto de ciruelo japonés para carotenoides obtenido con HPLC-DAD.



1: Luteína. **2:** Zeaxantina. **3:** β -criptoxantina. **4:** Isómero- α -caroteno. **5:** β -caroteno.

Apéndice 11.- Concentración de micro/macronutrientes en frutos de cerezo.

a.- Concentración de macronutrientes en frutos de cerezo, expresado en $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ de peso fresco.

Grupo	Arbol	P	Ca	K	Mg
<u>Parentales</u>	Bing	8,47±0,74	2,70±0,82	48,69±6,9	2,24±0,08
	Lapins	7,84±0,32	4,25±0,66	50,36±2,25	2,41±0,1
<u>Segregantes</u>	H1P19	7,43±0,36	5,69±2,35	58,96±6,45	2,76±0,21
	H1P20	7,27±0,82	1,75±0,57	57,13±4,29	2,49±0,2
	H1P39	6,92±0,38	3,33±1,06	52,99±11,36	1,95±0,15
	H1P42	8,55±2,09	3,72±0,5	47,20±6,56	2,23±0,04
	H1P43	5,01±2,27	3,80±0,36	42,16±2,78	2,13±0,58
	H1P81	8,88±0,84	4,16±1,19	48,85±2,8	2,34±0,34
	H1P82	6,81±0,08	4,03±0,50	50,40±7,81	2,18±0,17
	H2P2	4,99±0,56	3,08±0,31	57,41±5,17	1,94±0,24
	H2P24	7,43±1,07	3,53±1,06	62,43±9,65	2,14±0,46
	H2P31	9,24±0,84	3,62±1,27	66,98±3,8	2,51±0,15
	H2P34	8,29±1,10	5,19±0,56	55,98±4,18	2,69±0,11
	H2P42	9,89±0,75	5,31±2,09	51,82±1,93	3,32±1,25
	H3P1	9,72±0,57	4,12±0,39	67,07±2,77	2,42±0,13
	H4P14	8,27±0,69	5,53±1,16	61,47±7,07	2,93±0,03
	H6P13	8,36±0,78	5,35±0,47	59,91±6,86	3,11±0,42
	H3P10	6,86±1,63	3,32±0,15	69,71±3,07	2,56±0,17

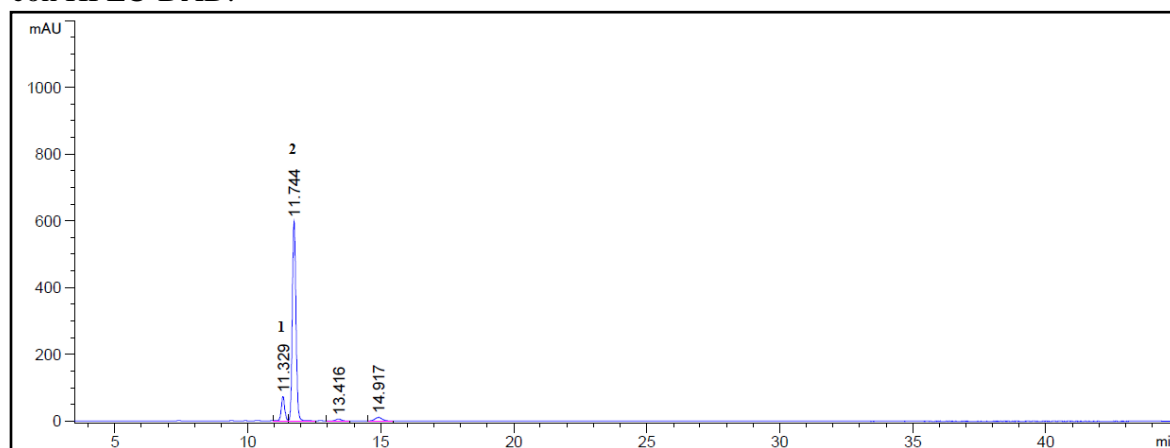
Valor correspondiente a la media obtenida del análisis de 3 frutos por árbol. **P**: Fósforo, **K**: Potasio, **Ca**: Calcio, y **Mg**: Magnesio. **E** : exocarpo y **M** : mesocarpo. **H**: hilera en que se encuentra el árbol segregante y **P**: número de árbol segregante dentro de la hilera.

b.- Concentración de micronutrientes en frutos de cerezo, expresado en $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de peso fresco.

Grupo	Arbol	Zn	Fe	Cu	B	Mn
<u>Parentales</u>	Bing	0,08±0,03	0,16±0,01	0,05±0,003	ND	0,04±0,002
	Lapins	0,09±0,02	0,28±0,08	0,05±0,01	ND	0,05±0,02
<u>Segregantes</u>	H1P19	0,09±0,04	0,44±0,19	0,04±0,01	ND	0,05±0,01
	H1P20	0,09±0,02	0,47±0,19	0,03±0,01	0,18±0,03	ND
	H1P39	0,01±0,0009	0,65±0,12	0,04±0,01	0,17±0,02	ND
	H1P42	0,11±0,003	0,41±0,13	0,04±0,03	0,20±0,09	ND
	H1P43	0,03±0,01	0,22±0,01	0,03±0,01	0,42±0,04	ND
	H1P81	0,09±0,01	0,28±0,11	0,04±0,01	ND	0,06±0,002
	H1P82	ND	0,20±0,004	0,01±0,0007	ND	ND
	H2P2	0,09±0,01	0,25±0,05	0,02±0,005	0,41±0,13	ND
	H2P24	0,07±0,03	0,30±0,10	0,03±0,01	ND	ND
	H2P31	0,08±0,03	0,44±0,14	0,04±0,01	0,38±0,19	ND
	H2P34	0,07±0,03	0,25±0,05	0,04±0,03	ND	0,02±0,005
	H2P42	0,10±0,01	0,42±0,11	0,05±0,03	0,10±0,03	0,03±0,002
	H3P1	0,04±0,001	0,39±0,05	0,06±0,01	ND	0,05±0,0004
	H4P14	ND	0,32±0,03	ND	ND	ND
	H6P13	0,09±0,04	0,43±0,17	0,05±0,02	ND	0,05±0,01
	H3P10	0,12±0,01	0,30±0,09	0,04±0,01	0,33±0,16	ND

Valor correspondiente a la media obtenida del análisis de 3 frutos por árbol. **Zn**: Zinc, **Fe**: Hierro, **Cu**: Cobre, **B**: Boro y **Mn**: Manganeso. **E**: exocarpo y **M**: mesocarpo. **H**: hilera en el que se encuentra el árbol segregante y **P**: número de árbol segregante dentro de la hilera. **ND**: no detectado por el equipo.

Apéndice 12.- Cromatograma tipo de compuestos antociánicos en frutos de cerezo obtenido con HPLC-DAD.



1: Cianidina-3-glucósido. 2: Cianidina-3-rutinósido.

Apéndice 13.- Concentración de compuestos antociánicos en frutos de cerezo, expresado en μg equivalentes a cianidina-3-rutinósido $\cdot \text{g}^{-1}$ de peso fresco.

		C3R	C3G
<u>Parentales</u>	Bing	841,73±28,63	103,06±13,16
	Lapins	724,95±23,20	30,90±1,93
<u>Segregantes</u>	H1P19	929,66±33,21	84,17±8,16
	H1P20	1118,81±131,37	136,69±21,19
	H1P39	1006,53±28,91	91,30±11,65
	H1P42	70,41±18,43	4,53±1,93
	H1P43	480,91±66,47	22,79±6,57
	H1P81	32,82±11,17	1,27±0,61
	H1P82	693,59±11,79	58,80±1,25
	H2P2	952,54±54,21	90,21±15,88
	H2P24	140,07±3,19	11,07±0,89
	H2P31	360,41±4,20	27,13±5,88
	H2P34	264,77±20,15	13,33±3,97
	H2P42	47,00±5,91	3,37±1,37
	H3P1	565,38±127,85	39,99±10,31
	H4P14	1347,48±152,80	70,95±10,89
	H6P13	20,75±5,32	0,94±0,15
H3P10	36,17±1,76	1,77±0,86	

Valor correspondiente a la media obtenida de 3 frutos analizados por árbol. **C3G** : cianidina-3-glucósido. **C3R** : cianidina-3-rutinósido. **H** : hilera en el que se encuentra el árbol segregante y **P** : número de árbol segregante dentro de la hilera. **ND** : no detectado por el equipo.

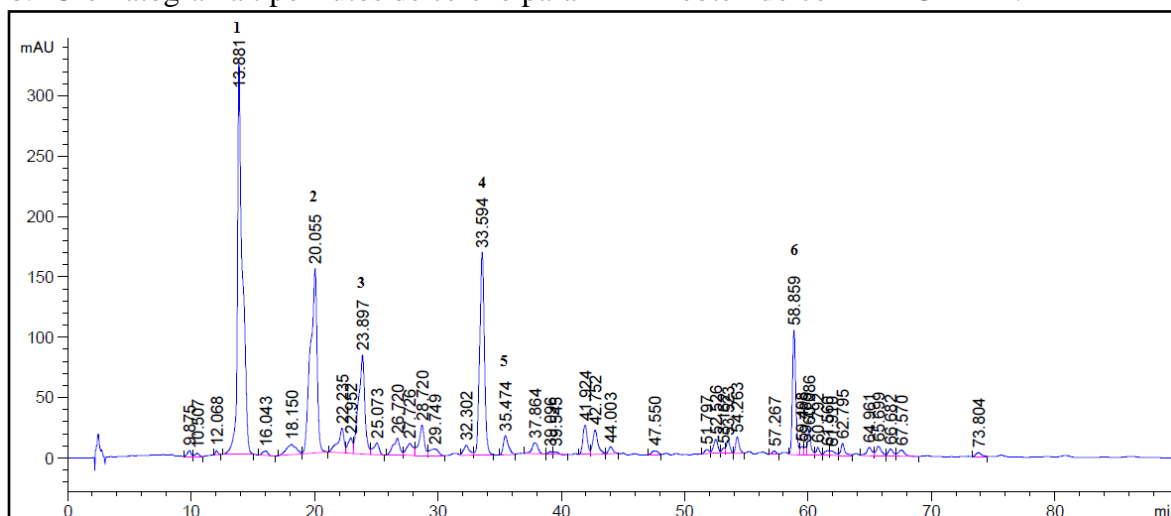
Apéndice 14.- Fenoles de bajo peso molecular identificados en frutos de cerezo.

a.- Compuestos identificados.

Familia de compuesto	Compuesto	TR (min)
Flavanol	Epitacatequina	33,6
Ácidos cinámicos	Ácido neoclorogénico	13,9
	Ácido p-coumaroil quínico cis	19,9
	Ácido p-coumaroil quínico trans	20,0
	Ácido clorogénico	23,8
	Ácido p-coumarico	33,5
	Ester de ác. Cinámico	58,8

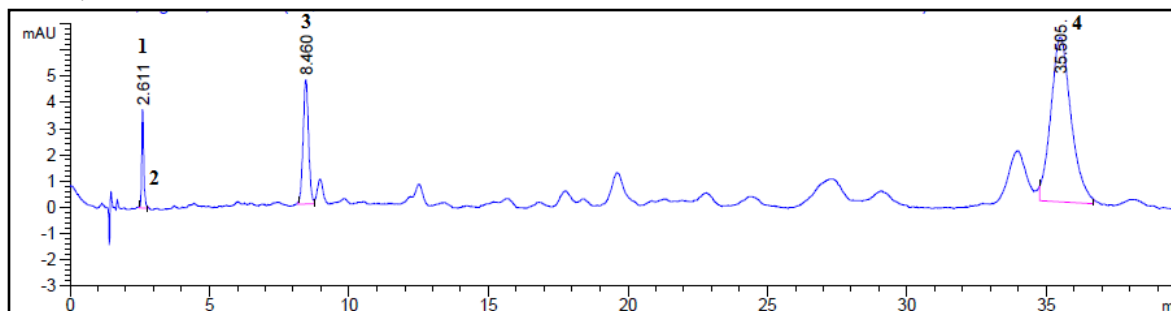
TR= tiempo de retención expresado en minutos.

b.- Cromatograma tipo frutos de cerezo para FBPM obtenido con HPLC-DAD.



1: ác. Neoclorogénico. **2:** ác. P-coumaroil quínico trans. **3:** ác. Clorogénico. **4:** á. p-coumárico. **5:** Epicatequina. **6:** Ester de ác. cinámico.

Apéndice 15.- Cromatograma tipo frutos de cerezo, para carotenoides obtenido con HPLC-DAD.



1: Luteína. **2:** Zeaxantina. **3:** β-criptoxantina. **4:** β-caroteno.

Apéndice 16.- Correlaciones duraznero exocarpo.

valor R	P	Zn	Fe	Ca	Cu	B	K	Mn	Mg	C3R	C3G	Luteína	Zeaxantina	β-criptoxantina	isomero α-caroteno	β-caroteno	ac. Clorogénico	Galato de PC A	Galato de PC B	Q3G	Elagitaninos	K3G	
P	1,00																						
Zn	0,11	1,00																					
Fe	-0,19	-0,63*	1,00																				
Ca	-0,09	0,05	-0,34	1,00																			
Cu	0,39	0,05	0,25	0,37	1,00																		
B	0,18	-0,69*	0,23	-0,34	-0,42	1,00																	
K	0,58*	0,29	0,12	-0,02	0,72*	-0,45	1,00																
Mn	0,23	0,09	-0,43	0,86*	0,43	-0,14	0,04	1,00															
Mg	0,55*	-0,03	0,36	-0,06	0,70*	-0,16	0,88**	0,12	1,00														
C3R	-0,57*	-0,66*	0,23	0,00	-0,55*	0,53*	-0,75*	-0,10	-0,45	1,00													
C3G	-0,46	-0,03	-0,25	0,76*	0,01	-0,18	-0,51	0,66*	-0,43	0,39	1,00												
Luteína	-0,39	-0,67*	0,70*	-0,14	-0,16	0,35	-0,30	-0,37	-0,11	0,58*	0,00	1,00											
Zeaxantina		-0,24	-0,61*	0,94*	-0,32	0,22	0,19	0,14	-0,48	0,31	0,24	-0,22	0,69*	1,00									
β-criptoxantina	0,15	0,57*	-0,39	0,66*	0,59*	-0,78*	0,48	0,60*	0,27	-0,62*	0,35	-0,51	-0,35	1,00									
isomero α-caroteno	0,01	0,35	-0,42	0,83*	0,51	-0,55*	0,14	0,83*	0,09	-0,26	0,67*	-0,42	-0,41	0,86*	1,00								
β-caroteno	0,16	0,63*	-0,46	0,57*	0,57*	-0,75*	0,48	0,63*	0,34	-0,55*	0,35	-0,62*	-0,42	0,92*	0,87*	1,00							
ac. Clorogénico	0,24	-0,13	0,39	-0,11	0,57*	-0,13	0,45	-0,04	0,52*	-0,14	-0,12	0,08	0,48	0,13	0,14	0,25	1,00						
Galato de PC A	0,39	-0,07	0,41	-0,33	0,56*	-0,13	0,59*	-0,22	0,62*	-0,28	-0,41	0,03	0,42	0,06	-0,07	0,14	0,88*	1,00					
Galato de PC B	0,31	0,48	-0,18	-0,51	0,03	-0,29	0,35	-0,28	0,27	-0,35	-0,41	-0,37	-0,23	0,10	-0,09	0,26	0,30	0,56*	1,00				
Q3G	-0,25	-0,32	0,27	0,00	0,03	0,26	-0,30	0,20	0,07	0,55*	0,37	0,30	0,24	-0,24	0,15	0,02	0,42	0,20	0,04	1,00			
Elagitaninos	0,46	-0,13	-0,12	-0,34	-0,32	0,43	-0,03	-0,28	-0,06	0,01	-0,37	-0,14	-0,09	-0,31	-0,39	-0,36	-0,03	0,13	0,19	-0,39	1,00		
K3G	-0,22	-0,29	0,33	-0,02	0,10	0,19	-0,19	0,16	0,16	0,46	0,32	0,36	0,31	-0,16	0,16	0,07	0,49	0,28	0,10	0,98*	-0,42	1,00	

* Correlación significativa

** Correlación significativa destacada

Apéndice 17.- Correlaciones duraznero mesocarpo.

valores de R	P	Zn	Fe	Ca	Cu	B	K	Mn	Mg	C3G	Zeaxantina	β -criptoxantina	isomero α -caroteno	β -caroteno	Galato de PC A	Elagitanos
P	1,00															
Zn	0,58*	1,00														
Fe	-0,24	-0,11	1,00													
Ca	0,20	0,60*	-0,47	1,00												
Cu	0,53*	0,89*	0,04	0,59*	1,00											
B	0,21	0,64*	0,39	0,11	0,73*	1,00										
K	0,38	0,87*	0,17	0,46	0,91*	0,90**	1,00									
Mn	-0,41	-0,24	-0,46	0,57*	-0,22	-0,60*	-0,37	1,00								
Mg	0,32	0,82*	-0,19	0,85*	0,85*	0,53*	0,82*	0,19	1,00							
C3G	0,69*	0,73*	-0,23	0,56*	0,58*	0,36	0,59*	-0,14	0,61*	1,00						
Zeaxantina	-0,41	-0,51	0,66*	-0,29	-0,35	-0,29	-0,37	0,11	-0,38	-0,38	1,00					
β -criptoxantina	0,10	0,41	-0,50	0,55*	0,30	0,13	0,29	0,21	0,44	0,35	-0,39	1,00				
isomero α -caroteno	-0,23	-0,25	0,55*	0,53*	-0,28	-0,71*	-0,46	0,91*	0,12	-0,11	0,08	0,18	1,00			
β -caroteno	0,06	0,29	-	0,80*	0,12	-0,28	0,04	0,66*	0,51*	0,36	-0,29	0,56*	0,78*	1,00		
Galato de PC A	0,04	0,43	-0,23	0,24	0,26	0,46	0,41	-0,17	0,30	0,28	-0,66*	0,34	-0,18	0,20	1,00	
Elagitanos	0,68*	0,78*	-0,34	0,59*	0,68*	0,49	0,67*	-0,18	0,68*	0,80*	-0,65*	0,33	-0,11	0,38	0,59*	1,00

* Correlación significativa

** Correlación significativa destacada

Apéndice 18.- Correlaciones ciruelo exocarpo.

valor R	P	Zn	Fe	Ca	Cu	B	K	Mn	Mg	C3R	C3G	Luteina	Zeaxantina	ac: Proteo cateq uico	Catequina	Epicatequina	ac: Ferulico	Q3G	Q3G a	
P	1																			
Zn	0,65*	1,00																		
Fe	0,30	0,57*	1,00																	
Ca	0,81*	0,41	-0,11	1,00																
Cu	0,85*	0,51	0,23	0,76*	1,00															
B	0,74*	0,46	0,19	0,41	0,61*	1,00														
K	0,62*	0,32	-0,19	0,75*	0,52*	0,31	1,00													
Mn	0,12	0,42	0,79*	-0,38	0,04	0,25	-0,49	1,00												
Mg	0,64*	0,54*	0,80*	0,28	0,57*	0,41	0,18	0,59*	1,00											
C3R	0,24	0,27	0,00	0,22	0,04	0,19	0,54*	-0,07	-0,07	1,00										
C3G	0,38	0,44	0,39	0,24	0,17	0,22	0,41	0,25	0,33	0,87*	1,00									
Luteina	0,49	0,46	0,19	0,29	0,38	0,55*	-0,19	0,39	0,32	-0,30	-0,16	1,00								
Zeaxantina	-0,11	0,30	0,44	-0,28	-0,25	-0,12	-0,18	0,53*	0,11	0,60*	0,77*	-0,17	1,00							
ac: Proteo cateq uico	0,57*	0,38	0,02	0,49	0,53*	0,59*	0,00	0,10	0,21	-0,30	-0,22	0,89**	-0,38	1,00						
Catequina	-0,02	0,31	0,75*	-0,44	-0,10	0,03	-0,34	0,84*	0,46	0,30	0,57*	0,03	0,78*	-0,19	1,00					
Epicatequina	0,15	-0,01	-0,22	0,33	0,04	-0,09	0,75*	-0,46	-0,10	0,75*	0,61*	-0,66*	0,23	-0,50	-0,08	1,00				
ac: Ferulico	0,55*	0,31	-0,09	0,50	0,49	0,54*	0,01	0,07	0,17	-0,35	-0,33	0,92**	-0,46	0,92**	-0,32	-	1,00			
Q3G	0,11	0,07	-0,01	0,17	0,04	-0,09	0,66*	-0,28	0,01	0,80*	0,72*	-0,70*	0,39	-0,59*	0,17	0,94*	-0,67*	1		
Q3G a	0,43	0,55*	0,06	0,28	0,26	0,48	0,33	0,19	0,02	0,70*	0,57*	0,39	0,38	0,30	0,30	0,19	0,29	0,23	1	

* Correlación significativa

** Correlación significativa destacada

Apéndice 19.- Correlaciones ciruelo mesocarpo.

valor	P	Zn	Fe	Ca	Cu	B	K	Mn	Mg	C3R	C3G	Cate quina	PC B4	Epica tequi na	ac. Fertili co	Dime ro de PC B	K3Ga
P	1,00																
Zn	0,17	1,00															
Fe	-0,05	0,19	1,00														
Ca	0,54*	0,32	-0,58*	1,00													
Cu	0,61*	-0,18	-0,20	0,53*	1,00												
B	0,79*	-0,16	0,09	0,26	0,57*	1,00											
K	0,82*	-0,05	0,15	0,07	0,38	0,73*	1,00										
Mn	0,36	0,43	-0,20	0,39	-0,16	-0,01	0,19	1,00									
Mg	0,86*	-0,17	-0,09	0,38	0,59*	0,88*	0,87*	0,15	1,00								
C3R	-0,06	0,40	0,81*	-0,54	-0,36	0,05	0,04	-0,11	-0,24	1,00							
C3G	-0,01	0,34	0,86**	-0,57*	-0,29	0,10	0,13	-0,13	-0,16	0,99*	1,00						
Cate quina	-0,07	0,69	0,62*	-0,32	-0,49	-0,11	-0,06	0,18	-0,34	0,88*	0,84*	1,00					
PC B4	0,08	0,52*	-0,40	0,52	-0,07	-0,26	-0,23	0,58*	-0,20	-0,27	-0,33	0,15	1,00				
Epica tequi na	0,00	0,37	-0,47	0,34	-0,35	-0,37	-0,05	0,73*	-0,10	-0,41	-0,45	0,01	0,76*	1,00			
ac. Fertili co	0,75*	0,57*	-0,07	0,66*	0,34	0,33	0,35	0,63*	0,35	0,05	0,04	0,26	0,56*	0,33	1,00		
Dime ro de PC B	0,19	0,06	-0,40	0,60*	0,40	0,14	-0,25	0,11	0,01	-0,34	-0,39	-0,19	0,68*	0,15	0,42	1,00	
K3Ga	0,34	-0,07	0,66*	-0,35	0,23	0,59*	0,43	-0,05	0,34	0,64*	0,70*	0,37	-0,48	0,63*	0,08	-0,21	1,00

* Correlación significativa

** Correlación significativa destacada

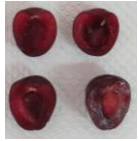

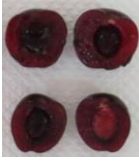

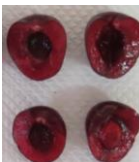
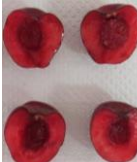
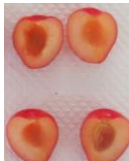



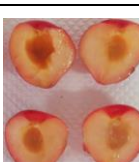


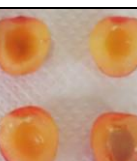

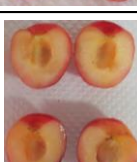
Apéndice 20.- Correlaciones cerezo.

valor R	P	Zn	Fe	Ca	Cu	B	K	Mn	Mg	C3R	C3G	Lutei na	β - carot eno	ac. Neocl orogé nico	ac. P- Cou quínic ot	ac. Cloro génic o	Epica tequi na	Ester ac. Ciná mico
P	1,00																	
Zn	0,45	1,00																
Fe	-0,26	-0,39	1,00															
Ca	0,08	0,07	-0,02	1,00														
Cu	0,68*	0,20	-0,24	0,42	1,00													
B	-0,04	-0,05	0,72*	-0,28	-0,35	1,00												
K	0,01	-0,06	0,47	-0,53*	-0,19	0,33	1,00											
Mn	0,25	0,18	-0,64*	0,30	0,36	-0,85*	-0,17	1,00										
Mg	0,29	0,70*	-0,34	-0,15	0,19	-0,14	0,28	0,32	1,00									
C3R	-0,42	-0,45	0,16	-0,45	-0,20	-0,14	0,39	0,03	0,09	1,00								
C3G	-0,30	-0,30	0,08	-0,67*	-0,24	0,04	0,30	-0,18	0,10	0,88*	1,00							
Lutei na	-0,09	-0,68*	0,40	0,19	0,00	0,25	-0,15	-0,37	-0,80*	-0,13	-0,08	1,00						
β - carot eno	-0,03	-0,56	-0,01	-0,15	-0,13	-0,08	-0,01	-0,02	-0,52*	0,05	0,09	0,70*	1,00					
ac. Neocl orogé nico	-0,05	0,43	0,15	-0,49	-0,18	0,54*	0,26	-0,56*	0,49	0,01	0,30	-0,34	-0,36	1,00				
ac. P- Cou quínic ot	0,22	-0,43	0,69*	-0,03	0,02	0,62*	0,27	-0,54*	-0,40	-0,05	0,01	0,68*	0,33	-0,05	1,00			
ac. Cloro génic o	0,19	0,28	0,00	-0,23	-0,16	0,45	-0,08	-0,47	0,08	-0,41	-0,01	0,28	0,28	0,57*	0,31	1,00		
Epica tequi na	-0,34	-0,77*	0,36	0,19	-0,16	0,05	-0,10	-0,07	-0,59*	0,38	0,27	0,59*	0,36	-0,51	0,47	-0,24	1,00	
Ester ac. Ciná mico	0,42	0,51	-0,71*	-0,01	0,16	-0,41	-0,19	0,44	0,43	-0,31	-0,18	-0,26	0,30	0,03	-0,36	0,39	-0,41	1,00

* Correlación significativa

** Correlación significativa destacada


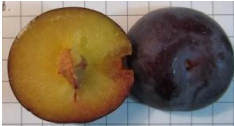


Apéndice 21.- Fotografías de la fruta de segregantes de cerezo y sólidos solubles promedio.

Arboles segregantes	Fotografía de un fruto	°Brix	Arboles segregantes	Fotografía de un fruto	°Brix
H1P19		21,6 ± 0,65	H2P24		19 ± 1,62
H1P20		23 ± 0,79	H2P31		17,2 ± 1,3
H1P39		25,4 ± 3,96	H2P34		17,1 ± 0,74
H1P42		20,4 ± 1,29	H2P42		20,5 ± 0,87
H1P43		21,6 ± 1,98	H3P1		17,9 ± 1,02
H1P81		20,4 ± 1,08	H4P14		18 ± 1,87
H1P82		23,5 ± 1,22	H6P13		19,8 ± 1,64
H2P2		21,4 ± 1,14	H3P10		18,7 ± 0,67

* El promedio de °Brix representa la media de 5 frutos elegidos al azar dentro de la muestra.


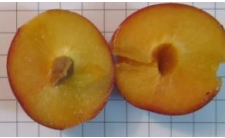



Apéndice 22.- Fotografías de fruta de segregantes de ciruelo.

a.- Fotografías de fruta de segregantes de media estación de ciruelo.

Arboles segregantes	Fotografía de un fruto	Firmeza (lb)	Diámetro ecuatorial (mm)	Diámetro polar (mm)
H3P26		5	47	33
H4P129		4	52	54
H4P53		4	42	36
H4P176		4,5	45	41
H4P136		4	44	39

* Los diámetros ecuatorial y polar, así como la firmeza corresponden al promedio de 3 frutos.

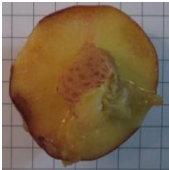
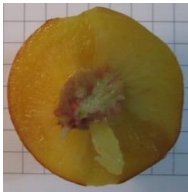

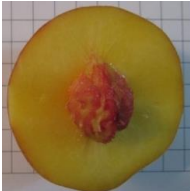
b.- Fotografías de fruta de segregantes de cosecha tardía de ciruelo.

H3P14		5	49	44
H3P64		4,5	40	38
H3P11		3	32	31
H3P63		4,5	48	49
H4P10		3,5	30	29

* Los diámetros ecuatorial y polar, así como la firmeza corresponden al promedio de 3 frutos.

Apéndice 23.- Fotografías de frutas de segregantes de duraznero



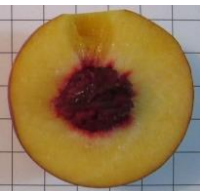


a.- Fotografías de frutas de segregantes de cosecha temprana de duraznero.

Arboles segregantes	Fotografía de un fruto	Firmeza (lb)	Diámetro ecuatorial (mm)	Diámetro polar (mm)
H1P89		4	54	50
H2P47		4	57	63
H2P50		5	55	64
H2P126	***	4,5	59	63
H2P55		6	62	70

* Los diámetros ecuatorial y polar, así como la firmeza corresponden al promedio de 3 frutos.



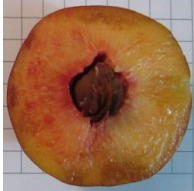


*** la foto de este segregante no pudo ser obtenida.

b.- Fotografías de frutas de segregantes de cosecha de media estación de duraznero.

Arboles segregantes	Fotografía de un fruto	Firmeza (lb)	Diámetro ecuatorial (mm)	Diámetro polar (mm)
H1P78		4	64	78
H2P66		4	74	78
H2P31		6	45	47
H2P56		2	56	64
H2P46		7	50	56

* Los diámetros ecuatorial y polar, así como la firmeza corresponden al promedio de 3 frutos.

c.- Fotografías de frutas de segregantes de cosecha tardía de duraznero.

Arboles segregantes	Fotografía de un fruto	Firmeza (lb)	Diámetro ecuatorial (mm)	Diámetro polar (mm)
H2P5		4	45	54
H2P148		2	51	53
H2P27		1	61	70
H3P15		7	59	56
H3P4		1,5	53	57

* Los diámetros ecuatorial y polar, así como la firmeza corresponden al promedio de 3 frutos.