

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO Y CALIDAD POSCOSECHA DE  
CUATRO MATERIALES GENÉTICOS DE GUAYABO DEL PAÍS (ACCA  
*SELLOWIANA* (BERG) BURRET)

por

Diego RODRÍGUEZ DA SILVA

Trabajo final de grado presentado  
como uno de los requisitos para obtener  
el título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2023

HOJA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Directora:

-----

Ing. Agr. Dra. Ana Cecilia Silveira

Tribunal:

-----

Ing. Agr. Domingo Luizzi

-----

Ing. Agr. Dra. Joanna Lado

Fecha: 28/03/2023

Estudiante:

-----

Diego Javier Rodríguez Da Silva

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, gracias Ana por hacer posible este trabajo que presentó varios obstáculos en el camino, pero lograste que sean todos sorteados. Gracias por tu tiempo, tus enseñanzas y consejos que me permitieron poder darle el cierre final a la carrera.

A todo el equipo de Poscosecha, Fernanda, Olga y Leandro que siempre estuvieron a disposición aclarando dudas, aconsejando y compartiendo experiencias que ayudaron a mejorar este trabajo, gracias.

A los productores-familias Luizzi y Mascuiate que tan gentilmente cedieron sus frutos para realizar el trabajo.

A la Facultad de Agronomía – UdelaR, por permitirme formarme como persona y profesional.

Al pueblo uruguayo por permitir una educación pública al alcance de todos.

Compañeros de trabajo, que siempre se involucraron y animaban a seguir.

A mi familia y amigos que son una parte importante y de contención a nivel personal, no solo a lo largo de estos años de estudio, sino que también a lo largo de la vida, y todos aportaron desde su lugar el granito de arena para que yo esté acá.

Gracias Mamá, por nunca bajar los brazos y seguir adelante, sos mi mejor ejemplo a seguir, “Lourdita”.

Gracias Paty, por todo... por ser parte de mi motivación para poder graduarme, por tu tiempo, tu paciencia, tus consejos, tu ayuda y por estar en las buenas y en las malas, muchas gracias.

Como último un gracias al cielo, para todos los que hoy en día no están, en especial a Papá porque tus enseñanzas ayudaron a marcar temprano el camino y en mi pensamiento estuviste siempre acompañando; y también para Gustavo, que si me decidí por agronomía, vos tenés un montón que ver, tío.

## Contenido

HOJA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS .....	VI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1 GUAYABO DEL PAÍS .....	3
2.1.1 Generalidades.....	3
2.1.2 Importancia a nivel internacional y local.....	4
2.2 COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DEL FRUTO.....	5
2.3 CONSERVACIÓN DEL GUAYABO DEL PAÍS .....	6
2.4 CONTENIDO DE AZÚCARES .....	7
2.5 EVOLUCIÓN DE LA FIRMEZA.....	7
2.6 PÉRDIDA DE PESO .....	8
2.7 CAMBIO DE COLOR.....	10
2.8 POLIFENOLES .....	10
2.9 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 MATERIAL VEGETAL .....	14
3.1.1 Guayabo del país .....	14
3.2 INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO DE CONSERVACIÓN .....	17
3.3 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.....	18
3.3.1 Evaluación del color .....	18
3.3.2 Determinación de la firmeza.....	21
3.3.3 Pérdida de peso (PP).....	22
3.3.4 Contenido de sólidos solubles totales (SST).....	23
3.3.5 Medición de polifenoles totales .....	23
3.3.6 Actividad antioxidante .....	24
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	26

4.1	CARACTERIZACIÓN DE LOS FRUTOS.....	26
4.2	COLOR EXTERNO.....	29
4.2.1	Luminosidad.....	29
4.2.2	Parámetro $h_{ab}$ .....	30
4.2.3	Parámetro Croma.....	31
4.2.4	Índice de color (IC).....	32
4.2.5	Diferencia de color.....	33
4.3	PERDIDA DE PESO.....	35
4.4	FIRMEZA DE LA PULPA.....	37
4.5	SOLIDOS SOLUBLES TOTALES.....	39
4.6	POLIFENOLES TOTALES.....	41
4.7	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL (CAT).....	43
4.7.1	CAT por el método de DPPH.....	43
4.7.2	CAT por el método de FRAP.....	44
4.7.3	CAT por el método ABTS.....	47
4.8	EVOLUCIÓN DEL COLOR INTERNO.....	48
4.8.1	Luminosidad.....	48
4.8.2	Valor de $a^*$ .....	51
4.8.3	Valor de $b^*$ .....	53
4.8.4	Valor de $h_{ab}$ .....	54
4.8.5	Valor de Croma.....	55
4.8.6	Escala visual.....	57
5.	CONCLUSIONES.....	60
6.	RESUMEN.....	62
7.	SUMMARY.....	64
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	65

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 Clasificación de la fruta de guayabo del país en categorías según su peso .....	17
Tabla 2 Clasificación de la fruta de guayabo del país según forma y relación de diámetros .....	17
Tabla 3 Caracterización de la fruta según peso, diámetros, relación de diámetros y forma .....	26
Tabla 4 Caracterización de la fruta según material vegetal .....	27
Tabla 5 Porcentaje de fruta cosechada según categoría en cada material vegetal .....	27
Tabla 6 Luminosidad según material vegetal y tiempo de conservación .....	29
Tabla 7 Valores de hab según material vegetal y tiempo de conservación .....	31
Tabla 8 Valores de C*ab según material vegetal y tiempo de conservación ....	32
Tabla 9 Diferencia de color entre cosecha y los diferentes momentos de conservación.....	34
Tabla 10 Contenido promedio de sólidos solubles totales según momento de análisis.....	41
Tabla 11 Valores de hab de la pulpa según material vegetal y tiempo de conservación.....	55
Tabla 12 Valores de croma de la pulpa según material vegetal y tiempo de conservación.....	56
Figura 1 Vista del monte donde se cosecharon los frutos en el establecimiento "La Araucaria" .....	15
Figura 2 Vista del monte donde se cosecharon los frutos en el establecimiento de Ricardo Masculiate .....	16
Figura 3 Medición del pardeamiento de la pulpa .....	20
Figura 4 Escala visual de pardeamiento de la pulpa.....	21

Figura 5 Medición de la firmeza de la pulpa en guayabo del país .....	22
Figura 6 Forma de los frutos en los materiales analizados.....	28
Figura 7 Luminosidad (L*) promedio en los diferentes materiales vegetales evaluados.....	30
Figura 8 Evolución del IC de cada material vegetal a lo largo de la conservación. .....	33
Figura 9 Pérdida de peso promedio (%) de cada material vegetal. ....	36
Figura 10 Pérdida de peso promedio (%) según momento de análisis.....	37
Figura 11 Evolución de la firmeza de cada material vegetal a lo largo de la conservación.....	38
Figura 12 Contenido de SST en cada uno de los materiales vegetales evaluados.....	40
Figura 13 Contenido de polifenoles totales según material vegetal y tiempo de conservación.....	42
Figura 14 Valores de la capacidad antioxidante total por DPPH para cada uno de los materiales vegetales evaluados. ....	44
Figura 15 Valores de la capacidad antioxidante total por FRAP para cada uno de los materiales vegetales evaluados. ....	45
Figura 16 Capacidad antioxidante total media por FRAP, según material vegetal y tiempo de conservación. ....	46
Figura 17 Capacidad antioxidante total media por ABTS, según material vegetal y tiempo de conservación. ....	48
Figura 18 Luminosidad (L*), según material vegetal y tiempo de conservación. .....	50
Figura 19 Parámetro a* del color interno, según material vegetal y tiempo de conservación.....	52
Figura 20 Parámetro b* del color interno, según material vegetal y tiempo de conservación.....	54

Figura 21 Pardeamiento interno medido por escala visual, según material vegetal y tiempo de conservación.....	58
Figura 22 Pardeamiento interno según evaluación visual para cada material vegetal y tiempo de conservación.....	59

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la flora nativa del Uruguay está siendo objeto de estudio por distintos actores que están abordando los aspectos que involucran tanto a la producción como a la elaboración de productos derivados, teniendo un potencial económico que no está siendo lo suficientemente explotado (Speroni et al., 2012). Desde el año 2000, se comienza a seleccionar y promover especies de frutales nativos de interés por medio de un programa en el cual participan Facultad de Agronomía de la Universidad de la República Oriental de Uruguay (FAGRO-UDELAR), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). El proyecto comenzó con la exploración y recolección de materiales considerados interesantes para una futura producción frutícola. Los ejemplares colectados se instalaron en Jardines de Introducción en la Estación Experimental de Salto de la Facultad de Agronomía, en la Estación Experimental “Wilson Ferreira Aldunate” de INIA, y en predios de productores como módulos de selección y caracterización. A partir de ahí se han obtenido avances a nivel nacional, en cuanto a la caracterización, evaluación y propagación de la diversidad genética presente, así como también en la taxonomía y genómica, conservación y utilización de forma sustentable de las poblaciones silvestres (Vignale et al., 2015, Cabrera et al., 2018).

Además de poseer características propias que los hacen muy apetecibles y que las diferencian como el sabor, el aroma, características organolépticas y color, desde el punto de vista nutricional, los frutos nativos presentan un buen potencial, siendo una fuente importante de fenoles y antioxidantes, los cuales son compuestos necesarios en la dieta para prevenir enfermedades degenerativas (Feippe et al., 2008).

En la actualidad, el guayabo del país (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) es la fruta nativa con mayor desarrollo nacional (Cabrera et al., 2018) y tiene potencial para la diversificación de la fruticultura (Puppo et al., 2015). A pesar de esto, recién en el 2021 se pusieron a la venta en la Unidad Agroalimentaria de Montevideo (UAM) frutos de guayabos del país provenientes de plantas obtenidas en los programas de mejoramiento genético (Guayabo, 2021), por lo que la producción aún es de muy baja escala.

A nivel internacional, es cultivado en varias partes del mundo, siendo Nueva Zelanda el país con mayor investigación y desarrollo, donde se alcanzan

las 500 ha implantadas. A nivel de superficie, Colombia ocupa el primer lugar con 600 ha implantadas (Amarante, 2017).

En este trabajo, se evaluó el comportamiento en poscosecha del fruto de guayabo del país, evaluando cuatro materiales genéticos, a través del análisis de las características fisicoquímicas en conservación refrigerada y posterior vida de mostrador. A partir de la información generada se pretende avanzar en la caracterización fisiológica durante la poscosecha, así como contribuir a determinar el mejor manejo de la fruta para cada material en aras de permitir su explotación comercial.

Para llevarlo a cabo se plantearon los siguientes objetivos.

Objetivo general: evaluar el comportamiento durante la poscosecha, de cuatro materiales genéticos de guayabo de país del programa de mejoramiento genético nacional

Objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto del tiempo de conservación y vida mostrador sobre los parámetros físicos: color externo e índice de color; color interno; pérdida de peso y firmeza de la pulpa.
2. Evaluar el efecto del tiempo de conservación y vida mostrador sobre el parámetro químico: sólidos solubles totales.
3. Evaluar el efecto del tiempo de conservación y vida mostrador sobre los parámetros funcionales: polifenoles totales y capacidad antioxidante total.
4. Realizar una comparación preliminar para identificar diferente potencial de conservación entre los materiales analizados.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 GUAYABO DEL PAÍS

#### 2.1.1 Generalidades

El guayabo del país (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) es un árbol o arbusto de hojas perennes que pertenece a la familia de las mirtáceas (Thorp y Bielecki, 2002). Se trata de una especie sudamericana que según Thorp y Bielecki (2002), sería originario del sureste de Brasil y Uruguay. En nuestro país es conocido normalmente como guayabo o guayabo del país; en Argentina como falso guayabo, guayaba verde o guayaba brasilera (Keller y Tressens, 2007); en Brasil se le denomina goiabeira serrana, goiabeira do mato y goiaba do campo (EPAGRI, 2020); mientras que, en Colombia, Nueva Zelanda e Italia se lo conoce como feijoa (Fischer et al., 2003, Thorp y Bielecki, 2002, Pasquariello et al., 2015); y como pineapple guava en países de habla inglesa (Amarante, 2017).

La forma de multiplicación del guayabo del país es por medio de reproducción vegetativa (Guayabo, 2021), es decir que se obtienen nuevos individuos utilizando porciones vegetativas de una planta de interés (Sozzi, 2007). De esta manera se obtienen clones, que presentan las mismas características que la planta madre, con la ventaja de que las plantas clonadas tienen superado el periodo juvenil y dan la posibilidad de formar un monte homogéneo, que facilita las tareas de producción, cosecha y poscosecha (Sozzi, 2007). Si se realiza la reproducción por semilla, se obtienen plantas con una alta variabilidad genética, que además de obtener un producto muy heterogéneo en cuanto al tamaño y estado de desarrollo, pueden presentar procesos de alternancia, características no deseadas en la producción actual (Fischer et al., 2003).

En nuestras condiciones ambientales, florecen después de comenzada la primavera, en los meses de octubre y noviembre. La cosecha inicia a fines de febrero extendiéndose hasta mayo (Cabrera et al., 2018). El fruto obtenido es una baya, que presenta distintas formas dependiendo del material genético o cultivar, pudiendo ser redondo, oval, oblongo y elongado (Puppo et al., 2015). Se dice que la fruta es coronada ya que presenta un cáliz persistente. En cuanto al peso presenta una gran variación, oscilando entre los 60 a 150 g, aunque también pueden superar los 200 g (Vela et al., 2009). En lo que refiere

al tamaño, según Schotsmans et al. (2011), mide en promedio entre 2,5 y 13 cm de largo longitudinal y alrededor de 2,5 a 6 cm de diámetro ecuatorial, con diferencias en el tamaño en la misma planta y entre cultivares. La cáscara también varía, pudiendo ser lisas o rugosas, y presentan un color verde de distintos tonos, mientras que el color de la pulpa varía en tonos blancos y amarillentos (Puppo et al., 2015).

El criterio para realizar la cosecha es un punto problemático en este cultivo, ya que en la planta se encuentran frutos con distintos grados de madurez (Vela et al., 2009). Además, los frutos no presentan una variación del color con la maduración, con lo cual no se pueda reconocer fácilmente a los maduros de los inmaduros, ni tampoco cambios importantes en la composición química o disminución de la firmeza (Schotsmans et al., 2011). En este cultivo, los criterios principales para la cosecha son la consistencia y la facilidad de abscisión. En el primer caso, se toma la fruta por el ecuador y si está suave al tacto, se puede cosechar. En el segundo caso, los frutos si se desprenden al realizar un mínimo esfuerzo, se consideran listos para la cosecha (Fischer et al., 2003). Este segundo punto se lo conoce como “touch picking” o “cosecha al tacto” por otros autores (Thorp y Bielecki, 2002). También son utilizados otros criterios para definir el momento de cosecha, como los días de floración hasta alcanzar la madurez fisiológica (entre 120 a 150 días), cambios en el color de la pulpa, así como en la forma o el tamaño dependiendo de la variedad (Fischer et al., 2003). Desde el punto de vista del mantenimiento de la calidad durante la conservación, es muy importante realizar la cosecha con el grado de madurez correcto, ya que condicionará el potencial de almacenamiento y la calidad del fruto al momento de la venta. Los frutos inmaduros experimentan mayor deshidratación y no logran adquirir las características organolépticas adecuadas para el consumo, mientras que los frutos sobre maduros poseen menor firmeza y se vuelven harinosos y pierden el sabor rápidamente (Sozzi, 2007).

### 2.1.2 Importancia a nivel internacional y local

Tanto por su fruto como por su follaje perenne, el guayabo del país es una especie frutícola de interés que se cultiva en distintas partes del mundo como Estados Unidos, Francia, Italia, Turquía, Irán, Australia y Nueva Zelanda. En este último, la producción ha superado las 800 toneladas contando con una gran variedad de cultivares comerciales con distintas fechas de cosecha, que se extienden desde marzo hasta finales de junio (Amarante, 2017, Zhu, 2018).

Estos cultivares que actualmente son utilizados para una producción comercial, fueron desarrollados a partir de materiales genéticos recolectados en Uruguay y sur del Brasil (Amarante y dos Santos, 2011). Otros países como China tienen una alta demanda del fruto por parte de los consumidores y están comenzando a desarrollar estrategias para su cultivo (Zhu, 2018). En Colombia, no solo se está desarrollando, pensando en el consumo interno, sino que se apunta también a la exportación, ya que los volúmenes actuales de producción mundial no alcanzan a cubrir la demanda (Herrera, 2018).

En nuestro país, a partir del 2000 se comienza a despertar el interés por los frutos nativos, entre ellos el guayabo del país, iniciando un programa de mejoramiento que comienza con la búsqueda y selección de materiales genéticos de conveniencia para la fruticultura. Los genotipos seleccionados se instalaron en las estaciones experimentales de Facultad de Agronomía en Salto y de INIA Las Brujas, donde son evaluados y donde se realizan los cruzamientos dirigidos entre materiales con características deseadas desde el punto de vista agronómico. Actualmente hay tres materiales de guayabo del país que fueron inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares del Instituto Nacional de Semilla (INASE), derivados de este programa (Cabrera et al., 2018, INIA, 2019). A nivel productivo, no se encontraron registros de los kg producidos o comercializados en el territorio nacional, pero se puede decir que todavía es una producción incipiente. En su mayoría la oferta proviene de árboles obtenidos por semilla, de montes con alta diversidad, dando como resultado una producción muy heterogénea en calidad, tamaño, forma, color, sabor y estado de madurez de los frutos (Guayabo, 2021). En el año 2021, fue la primera vez que ingresó a la UAM guayabo del país proveniente de plantas seleccionadas genéticamente (INIA Uruguay, 2021). El precio de la fruta alcanzó los 100 pesos uruguayos por kg, el doble del precio que se estaba acostumbrado a pagar. A pesar de esto, se mantuvo una venta fluida, debido a la aceptación por los consumidores, conformes con la calidad (Guayabo, 2021).

## 2.2 COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DEL FRUTO

El fruto del guayabo del país ha sido clasificado según su comportamiento fisiológico, como perteneciente al grupo de los climatéricos con un nivel de respiración considerado como moderado, en el rango de 11 a 20 mL de CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>. Forman parte de este grupo otros frutos como el durazno, arándano y banana (Sozzi, 2007).

Esta clasificación, se debe a que, durante la etapa de crecimiento, los frutos acumulan polisacáridos. En la maduración, es necesario hidrolizar esos

compuestos más complejos en otros más simples como monosacáridos, glucosa y fructuosa, debiendo utilizar grandes cantidades de energía, que se obtiene por medio de la respiración. Es por lo que se da ese pico en la respiración característico de los frutos climatéricos antes de la maduración (Azcón-Bieto y Talón, 2008). La tasa de consumo de azúcares y ácidos está determinada por la actividad respiratoria del fruto, que a su vez es dependiente de la especie y la temperatura a la que se encuentra (Sozzi, 2007).

Los frutos climatéricos pueden ser cosechados antes de alcanzar su madurez organoléptica, debido a que pueden madurar fuera de la planta, siempre y cuando se haya alcanzado su madurez fisiológica. Este tipo de comportamiento presenta la ventaja de que el fruto es más resistente y puede soportar las operaciones de transporte y comercialización (Sozzi, 2007).

Las curvas de crecimiento del guayabo del país son similares a los de fruto con carozo, siendo de tipo doble sigmoide. Entre los 20 y 70 días posteriores a la antesis, presenta un crecimiento lineal y rápido; entre los 70 y 90 días la tasa de crecimiento disminuye, aumentando luego de los 90 días donde la fruta generalmente duplica su tamaño, para caer del árbol entre los 120 y 140 días (Harman, 1987).

## 2.3 CONSERVACIÓN DEL GUAYABO DEL PAÍS

El guayabo del país presenta un tiempo de conservación limitado. En cámaras de frío de hasta 20 días a 4°C con 2 días de mostrador a 20°C. Si el fruto es almacenado por largos periodos de tiempo se ve deteriorada su calidad, disminuyendo el sabor debido a una pérdida de acidez y sólidos solubles, como también el contenido de vitamina C. También se observa un elevado pardeamiento en la pulpa (Amarante y dos Santos, 2011). Para las variedades neozelandesas principales de guayabo del país, se utilizan temperaturas de 4 °C y alta humedad relativa (90-95 %), en donde se logra conservar la fruta por cuatro semanas, con 5 días de vida de mostrador a temperatura de 20 °C. Al igual que como ocurre con otros frutos, hay variedades con menor conservación en poscosecha, como es el caso de "Unique" que muestra un pardeamiento de la pulpa ya a la semana de ser conservada (Schotsmans et al., 2011).

## 2.4 CONTENIDO DE AZÚCARES

Durante la maduración de los frutos, es donde se produce una parte importante (30-50%) de los azúcares, los cuales están formados por glucosa, fructosa y una parte menor de sacarosa, que son responsables del 1,5 a 5 % del peso total de los mismos (Azcón-Bieto y Talón, 2008). Según Harman (1987), el contenido de azúcar en frutos de guayabo del país con 80 días fue de 0,56 % del peso fresco, aumentando a un 4 % cuando alcanzaron los 140 días.

Según Herrera y Quicazán, obtenido de Fischer et al. (2003), luego de la cosecha, la variación de los SST, medidos en °Brix, durante el almacenamiento de guayabo del país a 18 °C por 12 días, mostró un aumento hasta el séptimo día, presentando después una leve caída hasta el final del almacenamiento. Pasquariello et al. (2015) analizaron el contenido de SST al momento de cosecha de 12 variedades comerciales durante tres temporadas, donde el promedio estuvo en  $12,1 \pm 1,23$  °Brix.

Trabajos nacionales reportan un contenido de SST en la pulpa de distintos materiales de guayabo del país, al momento de cosecha, de 12,2 °Brix en promedio, obteniendo una disminución del contenido en conservación a 5 °C luego de 30 días en los frutos de una temporada, mientras que, en otra, el contenido de SST se mantuvo (Urraburu, 2017). Otros trabajos, muestran diferencias en el contenido de SST entre los materiales genéticos, con distinto comportamiento durante la conservación a 5 °C por 15 días, en donde 10 de los 14 estudiados mantuvieron los niveles estables, tres presentaron una disminución y solo uno un aumento (Silveira et al., 2016).

## 2.5 EVOLUCIÓN DE LA FIRMEZA

La firmeza es un atributo de la textura del fruto que hace referencia a la resistencia de éste a ser comprimido. Esta característica es de importancia, ya que determinará la calidad del fruto para la comercialización ya que se trata de un parámetro de calidad muy valorado por los consumidores (Zapata et al., 2010). Está vinculada con la maduración, por lo que, dependiendo del fruto, suele ser utilizada como un índice de madurez (Barreiro y Ruiz-Altisent, 1996).

La reducción de la firmeza que ocurre en poscosecha es debido a los procesos de hidrólisis de carbohidratos estructurales y de reserva, y pectinas

del fruto que ocasionan la degradación de las paredes celulares y reducción del contenido de fibra. Esta pérdida de la firmeza trae como consecuencia un ablandamiento del fruto (FAO, 1987). La principal enzima responsable de la degradación de las pectinas es la poligalacturonasa, que presenta una actividad cada vez mayor a medida que avanza la maduración. El proceso de ablandamiento o pérdida de firmeza en guayabo del país comienza en el mesocarpio del fruto (Galvis et al., obtenido de Fischer et al., 2003).

Parra-Coronado et al. (2017) reportaron pérdidas de firmeza mayores en fruta conservada a 18 °C que a 5 °C. Urraburu (2017) observó un comportamiento similar, donde los frutos perdieron firmeza durante todo el ensayo (desde cosecha hasta 30 días), siendo los de menor pérdida los conservados en refrigeración (5 °C y 95 % HR) y los de mayor aquellos conservados a temperatura ambiente (18 °C y 80 % HR.).

## 2.6 PÉRDIDA DE PESO

El mayor componente del peso de los frutos es el agua, que en el caso del guayabo del país representa el 85 % (FAO, 1987, Seymour et al., obtenido de Fischer et al., 2003), por lo que, la pérdida de peso va a estar determinada fundamentalmente por la pérdida de ésta.

Mientras el fruto se encuentra en la planta, el abastecimiento de agua se da por los tejidos de conducción. Luego de la cosecha esto se pierde, aunque el intercambio de agua hacia la atmósfera continúa de la misma manera que lo hacía mientras se encontraba en el árbol, proceso conocido como deshidratación. La deshidratación ocurre por la generación de un gradiente de concentración debido a que en el interior de la fruta hay una saturación de agua mayor que en el aire circundante. Por lo tanto, el vapor de agua se mueve desde el interior hacia la atmósfera. Ese intercambio gaseoso del fruto con el exterior se da por pequeños orificios naturales o áreas dañadas de la superficie. La deshidratación entonces se puede resumir como una pérdida de agua por parte del fruto que no puede ser reemplazada (FAO, 1987).

Hay dos componentes que son los que determinan el nivel de deshidratación, por un lado, las características propias del fruto y por otro el medio ambiente circundante. Según Carballo (2003) la relación área/volumen es uno de los factores influyentes. Una alta relación indica mayor superficie de exposición de la fruta a la atmósfera lo que traerá como consecuencia mayor

intensidad de deshidratación. La especie o variedad también afecta debido a que los frutos poseen características particulares (serosidad, pilosidad, aberturas naturales etc.) que determinaran un ritmo distinto de deshidratación. También el tipo de tejido tendrá influencia debido a las diferencias funcionales, estructurales y composicionales. Por otro lado, una mejor sanidad, integridad por la menor cantidad de heridas, contribuyen a su reducción. Los factores del ambiente involucrados en el proceso son la humedad relativa ambiente (HR) y la humedad específica (HE), la temperatura, el movimiento del aire y la presencia o no de barreras físicas (Carballo, 2003). La HR del aire que rodea al fruto se define como el cociente entre la Presión de Vapor (PV) de agua en el aire y la presión máxima de vapor de agua a igual temperatura (PV de saturación). Entonces si la HR del aire que rodea al fruto es baja, la PV del aire será baja con respecto a la máxima PV que se puede alcanzar, a esa temperatura, y existirá un flujo de agua del fruto a la atmósfera, siendo más elevado a mayor diferencia. El segundo factor relaciona la masa de vapor de agua con la masa del aire seco presente en el aire (aire húmedo). Se expresa en kg de agua/kg de aire seco, siendo entonces el valor de HE directamente proporcional a la PV. Altas temperaturas aumentan la PV en el fruto, generando un gradiente de PV del aire mayor, por lo cual se da un aumento en la deshidratación. El movimiento del aire afecta al gradiente de la PV del fruto hacia la superficie, debido a que remueve la capa de aire que lo rodea aumentando las diferencias internas con las externas. Las barreras físicas, hacen referencia a la aplicación de cera o al uso de embalajes que recubren al fruto que obstaculizan la salida de vapor de agua, reduciendo así la deshidratación (Carballo, 2003).

En cuanto al guayabo, Urraburu (2017) indica una pérdida de peso promedio de 2,3 % a los 8 días de conservación a 5 °C y de 7,4 % a los 30 días. En cambio, cuando la fruta pasó a vida de mostrador, la pérdida de peso fue más acelerada que en el frío, siendo de 6,43 % promedio para el tratamiento de 8 días de refrigeración más 7 de vida de mostrador y de 14,73 % para el promedio de los tratamientos de 30 días en conservación más 7 días de vida de estante. Parra-Coronado et al. (2017), a partir de datos medidos en frutos conservados a 18 °C por 11 días y otros conservados a 5° C por 31 días, encontraron correlaciones positivas entre la pérdida de peso y la temperatura de conservación, donde temperaturas más bajas dan como resultado una menor pérdida de peso y temperaturas más elevadas la aumentan. Además, encontraron correlaciones entre la pérdida de peso y las condiciones ambientales, ya que los frutos cosechados en una localidad de Colombia

presentaron mayor pérdida de peso en ambos tratamientos de conservación que los guayabos cosechados en otra localidad.

## 2.7 CAMBIO DE COLOR

El color en los frutos depende de pigmentos naturales que varían a lo largo de su crecimiento y desarrollo, fundamentalmente en las etapas finales (Barret et al., 2010). Por lo tanto, el cambio de color es, en la mayoría, la principal característica determinante de la maduración (Azcón-Bieto y Talón, 2008). En lo que tiene que ver con el consumidor, se lo considera como un parámetro de calidad, siendo uno de los principales criterios que condiciona la intención de compra (León et al., 2006).

El guayabo del país no presenta variaciones de color perceptibles al momento de la maduración, por lo que este parámetro no es utilizado como un criterio para definir el momento de la cosecha (Schotsmans et al., 2011). Sin embargo, Parra-Coronado et al. (2017) reportan una disminución del valor de  $h_{ab}$  del guayabo a lo largo de la conservación, tanto refrigerada como en vida de mostrador pero que no serían detectadas por el observador.

## 2.8 POLIFENOLES

Los polifenoles son metabolitos secundarios presentes en las frutas y vegetales, también conocidos como fitoquímicos o fitonutrientes (Tomás-Barberán, 2003). En la planta, están relacionados con el crecimiento y la reproducción, como también en procesos de defensa contra patógenos, depredadores o radiación ultravioleta (García et al., 2015). Su importancia se debe a que tienen propiedades de captación de radicales libres de oxígeno y otras especies reactivas (EROs) participando en la capacidad antioxidante del alimento (El Gharras, 2009). Las EROs presentan una actividad oxidante causada por la presencia de moléculas que contienen uno o más electrones desapareados responsables de su reactividad. Además de las EROs, existen otros compuestos generados en pequeñas cantidades por los procesos celulares, que también presentan una actividad oxidante (Londoño, 2012). Hay evidencia, de que los alimentos de origen vegetal juegan un rol importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer y neurodegenerativas. Estos beneficios se deben a los antioxidantes naturales que se encuentran

presentes en los alimentos donde se identifican a los polifenoles y en una menor proporción la vitamina E y C (Tomás-Barberán, 2003, Londoño, 2012).

Hay una gran variedad de polifenoles, algunos de estructuras relativamente simples como los ácidos fenólicos, mientras que otros poseen compuestos de relativa elevada masa molecular como es el caso de los taninos (Tomás-Barberán, 2003). Se clasifican en función del número de anillos fenólicos que contengan y de los elementos estructurales que dan unión a los anillos entre sí. Debido a la variación en la composición de estas estructuras particulares es que los polifenoles ofrecen distintas propiedades benéficas para la salud humana (El Gharras, 2009). Las principales fuentes de polifenoles son las frutas, el té, vino tinto y el café en mayor medida, así como las verduras, las leguminosas y los cereales en menor medida. Incluyen pigmentos que son los que les dan color a los frutos, como también varios otros compuestos que están involucrados en el aroma o en el sabor, siendo los principales responsables del amargor y la astringencia de los alimentos (Tomás-Barberán, 2003, El Gharras, 2009).

Existen factores de origen genético, que determinan que el contenido de polifenoles sea variado entre especies, como así también se registran diferencias entre variedades. En el caso de las frutas ocurre también una variación que está relacionada con la especie y la variedad, como se reportó para el caso del guayabo del país, donde fueron analizados 10 materiales genéticos que presentaron contenido de polifenoles diversos (Santos-Buelga y Tomás-Barberán, 2001, Silveira et al., 2015, Tomás-Barberán, 2003). No solo influye la variedad en la composición de los polifenoles del fruto o el vegetal, sino que factores agroambientales y de poscosecha tendrán también importancia en la composición fitoquímica. La conservación en frío utilizada para prolongar por más tiempo la vida del producto vegetal, puede inducir a aumentar la actividad de enzimas que catalizan compuestos fenólicos, y por consiguiente puede ocurrir el aumento de éstos durante la conservación (Tomás-Barberán et al., 2000).

Cuantificar el contenido de polifenoles resulta entonces de importancia, porque no solo juegan un papel importante en la salud humana, sino que también son los responsables de la calidad de los alimentos incidiendo en características sensoriales. Los polifenoles totales se miden a través del método de Folin-Ciocalteu. La reacción observada, es una reacción redox, donde los polifenoles que se encuentran presentes en la extracción son oxidados y el reactivo de Folin reducido. Antes de la reducción, el reactivo de Folin es de color amarillo, luego de la reducción pasa a un color azul (García et al., 2015).

Silveira et al. (2015) reportaron que frutos sobre maduros tenían 286,49 mg Equivalentes de ácido gálico (EAG)/ 100 g de peso fresco (PF); mientras que los maduros 366,14 y los inmaduros 476,49 mg EAG/ 100 g PF. Por otra parte, los polifenoles varían durante la conservación. En este sentido, Silveira et al. (2016) observaron una disminución durante la conservación a 5 °C durante 8 y 15 días, comenzando con valores a la cosecha entre  $359,04 \pm 4,12$  y  $196,5 \pm 8,37$  mg EAG/100 g PF, siendo la reducción entre el 25 y 50 % a los 8 días y entre el 48 y 60 % a los 15 días. Por otro lado, Urraburu (2017) informó un mantenimiento de los polifenoles totales, tanto en conservación refrigerada como en vida de mostrador, aunque también observó disminuciones en materiales puntuales en una de las temporadas en las que hizo sus análisis. No obstante, al año siguiente esta autora encontró una disminución o mantenimiento en el contenido de polifenoles en la mayoría de los genotipos analizados.

## 2.9 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

La capacidad antioxidante es la facultad que tiene una sustancia de impedir la oxidación. Para ello debe ser capaz de reaccionar con radicales libres y oxidarse, impidiendo así la oxidación de otros compuestos que se encuentran en el medio (Londoño, 2012). En las frutas y vegetales se debe a los contenidos de vitamina E, C y carotenos, como también a diferentes polifenoles (Gutiérrez et al., 2007). Por lo que gran parte de la actividad antioxidante está altamente correlacionada con el contenido de polifenoles presentes tanto en frutas como vegetales (Lotito y Frei, 2003).

Hay distintos métodos que se desarrollaron para medir la capacidad antioxidante total (CAT) ya que no existe uno que se utilice de referencia para todos los compuestos a analizar. En todos los métodos, se utiliza el mismo principio variando los compuestos químicos. Algunos de los métodos más utilizados son la técnica del 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH), la capacidad de reducción férrica del plasma (FRAP, del inglés Ferric reducing ability of plasma), el ensayo de capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC), entre otros (Halvorsen y Blomhoff, 2011).

Estudios realizados por Silveira et al. (2016) mostraron diferencias en la capacidad antioxidante total (CAT), medidos por la técnica del 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) entre materiales de guayabo del país, tanto al momento de cosecha como durante la conservación poscosecha, donde se registró una

disminución entre el 10 al 40 % a los 8 días y entre un 30 y 60 % luego de los 15 días a 5°C. Estos autores también encontraron diferencias en el estado de madurez donde se observó una mayor capacidad antioxidante en frutos sobre maduros que en frutos inmaduros (Silveira et al., 2015). Urraburu (2017) reportó que la CAT medida por FRAP, se mantuvo a lo largo de la conservación refrigerada, mientras que, en vida de mostrador, los valores disminuyeron. En las mediciones por DPPH al año siguiente se observaron comportamientos distintos, destacando que en el material de guayabo 154 aumentaron los valores de CAT en la conservación refrigerada para luego disminuir en los tratamientos de vida de mostrador. Otros materiales mantuvieron los valores a lo largo de la conservación refrigerada, disminuyendo en vida de estante. Pasquariello et al. (2015) observaron diferencias al momento de cosecha de la CAT de las variedades comerciales que estudiaron, estando los valores entre  $1,41 \pm 0,10$  y  $2,82 \pm 0,12$   $\mu\text{mol}$  Equivalentes de Trolox (ET)/g PF.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 MATERIAL VEGETAL

##### 3.1.1 Guayabo del país

La fruta utilizada para realizar el experimento se obtuvo de dos predios al suroeste y sur del Uruguay, en la cosecha del año 2021. El primero correspondió al establecimiento “La Araucaria” ubicado en el departamento de Colonia, en el Paraje Artilleros, de los productores Dalita Barrenechea y del Ing. Agr. Domingo Luizzi (Figura 1). El otro, en el departamento de Canelones, en la localidad de Juanicó, propiedad del productor Ricardo Masculiate (Figura 2).

En el primer predio, la cosecha se realizó en los materiales identificados como Cerrillana, LAF1P3 y Artillera, obtenidos por reproducción vegetativa por medio de estacas. Estos genotipos forman parte del Módulo de desarrollo del programa de mejoramiento de FAGRO e INIA, y se encuentran en un marco de plantación de 3\*4 m, con fertirriego, siendo dos filas de cada material. El material Cerrilana fue obtenido por el cruzamiento de dos materiales, uno recolectado en Tacuarembó y el otro en Cerro Chato (Vignale et al., 2015). Fue cosechado el día 07 de abril, mientras que los otros dos materiales el día 22 de abril, en un total de 20 plantas de cada material.



Figura 1 Vista del monte donde se cosecharon los frutos en el establecimiento "La Araucaria"

En el predio de Masculiate, se cosecharon frutos del material identificado como LMF1P7 el día 15 de abril. La cosecha se realizó solo sobre una planta debido a que cada ejemplar del monte se obtuvo por reproducción sexual (semilla), siendo por lo tanto todos los individuos distintos. El monte presenta fertirriego y el marco de plantación es de 2\*3,5 m. Se eligió dicho material porque el productor lo cataloga como un material de buena producción y sabor.



Figura 2 Vista del monte donde se cosecharon los frutos en el establecimiento de Ricardo Masculiate

En todos los casos, la cosecha se realizó con tijera cortándose los frutos en la base del pedúnculo. El criterio utilizado fue de cosechar la fruta que estuviera en el árbol, con un tamaño adecuado para la venta y que no se desprendiera con facilidad al aplicarle una pequeña fuerza; por lo que se cosechó la fruta antes del “touch picking”.

### 3.1.1.1 Caracterización de la fruta al momento de cosecha

Para la caracterización se apartaron 15 frutos al azar y se tomaron las medidas del peso con balanza (Acculab, VI-10 Kg, Cole-Parmer, Vernon Hill, EE. UU) y los diámetros ecuatorial y longitudinal con calibre digital (Mitutuyo, Absolute, Buenos Aires, Argentina). Para la clasificación de la forma se utilizó el criterio presentado por Puppo et al. (2015) y para las categorías se utilizó la clasificación de Quintero (2012). Los valores de firmeza, color y SST son los que se obtuvieron del tratamiento de cosecha de cada material.

Tabla 1 Clasificación de la fruta de guayabo del país en categorías según su peso

<b>Peso (g)</b>	<b>Categoría</b>
> 81	Selecta
61 – 80	Corriente
41 – 60	Mediana
< 40	Pequeña

**Fuente:** elaborado con base en Quintero (2012)

Tabla 2 Clasificación de la fruta de guayabo del país según forma y relación de diámetros

<b>Forma</b>	<b>Relación Diámetro L/E</b>
Redondo	< 1,1
Oval	1,1 – 1,3
Oblongo	1,3 – 1,5
Elongado	> 1,5

**Fuente:** elaborado con base en Puppo et al. (2015)

## 3.2 INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO DE CONSERVACIÓN

Los frutos cosechados en la mañana fueron transportados el mismo día hacia el Laboratorio de Poscosecha de frutas y hortalizas de la Facultad de Agronomía, donde se clasificaron y descartaron los pequeños y los que tenían daños físicos en la epidermis. Los frutos seleccionados para ser evaluados se

dividieron en petacas, más conocidas como “clamshell”, donde cada una correspondió a una repetición, siendo tres por tratamiento. Las diferentes determinaciones se realizaron en los momentos que se listan a continuación:

- Cosecha
- 7 días en cámara de conservación
- 7 días en cámara de conservación más 7 días en mostrador
- 14 días en cámara de conservación
- 14 días en cámara de conservación más 7 días en mostrador
- 21 días en cámara de conservación
- 21 días en cámara de conservación más 7 días en mostrador
- 28 días en cámara de conservación\*

La conservación en cámara fue realizada a una temperatura de 5° C y 95% de humedad relativa, mientras que los días en mostrador se dejaron las muestras a temperatura ambiente (18 °C) dentro de los envases.

\* La conservación durante 28 días solo se realizó para el material Cerrillana.

### 3.3 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

#### 3.3.1 Evaluación del color

El color se midió por colorimetría utilizando un colorímetro (PCE Ibérica, TCR 200, Albacete, España). El espacio de color fue medido por CIELAB y por CIELCH, utilizando D65 como tipo de iluminante. En el primero, se obtuvieron los valores de luminosidad ( $L^*$ ) que están comprendidos entre 0 a 100 (0 es negro y 100 es blanco), el valor de coordenada  $a^*$  (valores negativos son verdes y positivos rojos) y  $b^*$  (donde valores negativos son azules y el positivo amarillo). En el sistema de CIELCH además de obtener los datos de luminosidad, se obtienen los valores de croma o saturación ( $C^*_{ab}$ ) que hace referencia a la pureza del color, y los valores de hue o ángulo de matiz ( $h_{ab}$ ) los cuales son medidos en grados, donde el 0° corresponden a valores rojos, de 90° amarillos, 180° verdes y 270° azules.

### 3.3.1.1 Color de la epidermis

El color de la epidermis se midió en un punto sobre el ecuador del fruto sin la presencia de defectos, donde se registraron los valores de  $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$ , siendo utilizado el promedio de los parámetros por cada momento de análisis. Además, se determinó el índice de color (IC), que es un parámetro utilizado en cítricos para determinar la variación del color durante la maduración. El resultado de esta ecuación permite asignarle un solo valor al color. La ecuación utilizada fue desarrollada por Jiménez-Cuesta et al., obtenido de Bello et al. (s.f.) en donde:

$$IC = 1000 \cdot a/L \cdot b$$

Cuando los valores obtenidos son menores a -7, expresan el resultado de una coloración verde, y cuanto más negativo es el resultado, mayor es la intensidad (Bello et al., s.f.).

Para el cálculo de  $a^*$  y  $b^*$  se usaron las siguientes ecuaciones:

$$a^* = C \cdot \cos(H/(180/\pi))$$

$$b^* = C \cdot \text{seno}(H/(180/\pi))$$

También se calculó la diferencia de color a través de la siguiente fórmula:

$$\Delta E_{LCh} = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta C^2 + \Delta h^2}$$

El propósito fue comparar los valores obtenidos en la cosecha con cada uno del resto de los momentos de evaluación. Dependiendo del valor que resulte, la diferencia obtenida puede ser apreciable o no por un observador sin experiencia. Valores menores a 3, indican que las diferencias de color no son percibidas, mientras que valores mayores indican que hay diferencias y que son observables por personas no entrenadas (Pathare et al., 2013). Las mediciones se realizaron en un total de 21 frutos (7 por petaca).

### 3.3.1.2 Pardeamiento de la pulpa

Para la medición del color en la pulpa, se realizó un corte transversal del fruto a la altura del ecuador y sobre el centro de la pulpa se realizó la medición del color (Figura 3). Para cada fruto se realizaron tres mediciones, una en el tiempo 0, otra a los 5 min y la última a los 10 min, de manera de

determinar la evolución del color de la pulpa en el tiempo. Además, las mediciones con el colorímetro fueron acompañadas por apreciaciones según una escala visual para determinar el pardeamiento, en donde el valor de 1 corresponde a “sin pardeamiento”, 2 a “poco pardeado” y el valor de 3 “muy pardeado”, siendo admitidos valores de 1,5 y 2,5 (Figura 4). Las mediciones se realizaron en un total de 7 frutos.



Figura 3 Medición del pardeamiento de la pulpa



Figura 4 Escala visual de pardeamiento de la pulpa

### 3.3.2 Determinación de la firmeza

La firmeza se determinó por la compresión del fruto con cáscara en la zona ecuatorial, utilizando un texturómetro (Stable Micro System, TA. XT Express, Godalming, Reino Unido) provisto de un plato de acero inoxidable y 75 mm de diámetro (Figura 5). Se midió la fuerza requerida para comprimir 2 mm el fruto a una velocidad de  $1 \text{ mm s}^{-1}$  y el resultado se expresó en Newton. La evaluación se realizó en un total de 21 frutos (7 frutos por petaca).



Figura 5 Medición de la firmeza de la pulpa en guayabo del país

### 3.3.3 Pérdida de peso (PP)

Para el cálculo de la PP, las petacas se pesaron al momento de instalación de los ensayos y en cada una de las salidas de conservación y vida mostrado, usándose la siguiente fórmula para el cálculo:

$$PP = \frac{(PI - PF)}{PI} \times 100$$

PI= peso inicial

PF= peso final

Se hicieron los cálculos para cada repetición y se promediaron los valores que se expresaron en porcentaje.

### 3.3.4 Contenido de sólidos solubles totales (SST)

Para la determinación de los SST, se utilizó un refractómetro digital (Atago, PAL 1, Japón) sobre el que se colocó el jugo que se extrajo exprimiendo de forma manual la mitad del guayabo del país. Se registró una medida por fruto, expresándose los valores obtenidos en °Brix. de 21 frutos (7 frutos por petaca).

### 3.3.5 Medición de polifenoles totales

Antes de medir el contenido de polifenoles, se realizó una extracción para la cual se pesaron con una balanza electrónica de precisión (Liang Ping, FA/JA Series, China) aproximadamente 1 g de pulpa extraída de la zona ecuatorial del guayabo del país (sin cáscara), y se le agregaron 3 mL de metanol (Merck KGaA, Lichrosolv, Alemania) al 70%, con micropipeta (Thermo scientific, Finnpiquette F2, Finlandia). Esta preparación se homogeneizó (Labotech scientz, XHF-D, China) a una velocidad de 10 rpm durante 15 s, y luego se centrifugó (Thermo scientific, Sorvall ST 16R, Alemania) por un tiempo de 10 min, a 4°C y a una velocidad de 15.000 g<sub>x</sub>. La fase líquida obtenida fue almacenada en microtubos de centrifuga y conservada en freezer de ultracongelado hasta la determinación (Labotec group, -86°C Freezer, China).

Para la medición de polifenoles totales se utilizó reactivo de Folin-Ciocalteu 1 N (Merck KGaA, Alemania) y una solución en agua destilada de hidróxido de sodio (NaOH) (Carlo Erba Reagent, Italia) al 0,4% y carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) (Merck KGaA, Alemania) al 2%. La medición de los polifenoles totales se realizó por espectrofotometría usándose un espectrofotómetro de placas (Thermo Scientific, Multiscan Sky, Alemania) a 750 nm de longitud de onda. Un volumen de 19,2 µL de extracto de cada repetición, se colocó por duplicado en los pocillos de la microplaca, por medio de micropipeta (Thermo scientific. Finnpiquette F3, Finlandia) y se le agregaron 29 µL de reactivo de Folin 1:1, esperando 3 min para luego añadir 192 µL de la solución de hidróxido y carbonato de sodio en agua destilada. La solución de reacción de los pocillos se

dejó reaccionar por 30 min a temperatura ambiente y en un lugar oscuro antes de realizar la medición.

### 3.3.6 Actividad antioxidante

La actividad antioxidante, fue medida por los métodos de Difenil Picril Hidrazilo, por la capacidad de reducción del hierro férrico y por la técnica de 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico), utilizando las mismas extracciones usadas que en la medición de polifenoles.

#### 3.3.6.1 Actividad antioxidante por Difenil Picril Hidrazilo (DPPH)

Para preparar el reactivo, se pesaron 0,1 g de DPPH (Sigma-Aldrich, Alemania) que se disolvieron en 10 mL de metanol. A esta solución madre se la disolvió nuevamente en metanol hasta obtener el valor de 1,1 de absorbancia en el espectrofotómetro de placas, a una longitud de onda de 515 nm.

Las microplacas para la medición se prepararon con 21  $\mu$ L de extracción y 194  $\mu$ L del reactivo preparado. Cada repetición se midió por duplicado, dejando una espera de 30 min a temperatura ambiente y oscuridad para que se complete la reacción antes de tomar las mediciones.

#### 3.3.6.2 Actividad antioxidante por la capacidad de reducción del hierro férrico (FRAP del inglés Ferric Reducing Antioxidant Power)

Para la preparación del reactivo FRAP, se necesitó una solución tampón de acetato de sodio ( $C_2H_3NaO_2$ ) (Sigma-Aldrich, Japón) 300 mM a pH 3,6, una solución TPTZ (Sigma-Aldrich, 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine) 10 mM y una solución de cloruro de hierro hexahidratado (Sigma Aldrich, EE. UU.) 20 mM. Se mezclaron 10 partes de la solución tampón y una parte de cada una de las otras soluciones y se dejó la solución en "baño María" (MRC, WBT-200, Israel) a 37° C durante 2 h.

Para la lectura, se colocaron en cada pocillo de la microplaca, 10  $\mu$ L de muestra con 190  $\mu$ L de la solución preparada. Se dejó reaccionar durante 30 min a temperatura ambiente y en oscuridad para posteriormente medir la absorbancia a 593 nm.

### 3.3.6.3 Actividad antioxidante por 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico) (ABTS)

La medición de la CAT por el método del radical catiónico ABTS se realizó utilizando el compuesto ABTS (Roche, Alemania) mezclado con persulfato de potasio (Merck KGaA, Alemania) en una relación de 1:1 v/v. La preparación se dejó durante 16 h en oscuridad, para luego diluirse en metanol hasta obtener una absorbancia de 0,7 a una longitud de onda de 734 nm.

## 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar. Para los estudios de pérdida de peso, polifenoles totales y capacidad antioxidante total, la unidad experimental fue la petaca, siendo de tres repeticiones por tratamiento. Para las variables color, firmeza y sólidos solubles totales, la unidad experimental fue el fruto, siendo medidos entre 15 y 21 frutos por tratamiento. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de la varianza con una significancia de 0,05. En el caso de existir diferencias significativas entre los resultados se compararon por medio de la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). En el caso de análisis de correlación se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, en dónde se mide la relación estadística de dos variables continuas obteniéndose los valores en el rango de -1 a +1, valores negativos indican que las dos variables están asociadas en sentido inverso, mientras que valores positivos indican que existe una correlación entre dichas variables. Para el procesamiento de datos fue utilizado el software estadístico Info Stat versión estudiantil (Universidad de Córdoba, Argentina).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS FRUTOS

En las tablas 3, 4 y 5 se presentan los valores de las diferentes variables medidas en los materiales genéticos analizados. De acuerdo con los resultados, se destacaron los genotipos LAF1P3 y Artillera con los pesos promedios más altos, lo que determinó que tuvieran una mayor proporción de fruta dentro de la categoría “selecta”. La relación entre diámetros, que define la forma, encontró que Cerrillana presentó frutos elongados, el LMF1P7 ovalados, Artillera redondos y LAF1P3 oblongos según la clasificación de Puppo et al. (2015).

El material LMF1P7 fue el que presentó el menor contenido de SST y junto con Cerrillana presentaron los valores de firmeza más bajos. En lo que tiene que ver con los parámetros del color, la luminosidad más baja fue la del material LAF1P3, siendo el fruto más opaco, en cambio el  $h_{ab}$  más bajo se observó en Artillera, que al momento de cosecha presentó el color de fruto más amarillo. Los cuatro materiales no presentaron diferencias en cuanto al valor del Cromo.

Tabla 3 Caracterización de la fruta según peso, diámetros, relación de diámetros y forma

Material vegetal	Peso (g)	Diámetro		Relación $\Phi L/\Phi E$	Forma
		Ecuatorial (mm)	Longitudinal (mm)		
LAF1P3	86,91 ± 3,36 A	46,21 ± 0,79 B	63,93 ± 0,93 A	1,38	oblonga
Artillera	81,73 ± 4,34 A	50,17 ± 0,95 A	54,97 ± 0,85 B	1,09	redonda
LMF1P7	52,25 ± 1,97 B	43,66 ± 0,49 B	50,26 ± 0,91 C	1,15	ovalada
Cerrillana	46,47 ± 3,27 B	37,13 ± 0,86 C	62,63 ± 1,97 A	1,69	elongada

Los valores son medias ± error estándar. Valores seguidos por la misma letra en columnas, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Tabla 4 Caracterización de la fruta según material vegetal

Material vegetal	SST (°Brix)	Firmeza (N)	Luminosidad	h <sub>ab</sub>	C* <sub>ab</sub>
LAF1P3	12,49 ± 0,22 A	23,68 ± 1,74 B	39,41 ± 0,30 B	119,89 ± 0,77 A	15,67 ± 0,61 A
Artillera	12,06 ± 0,20 AB	28,49 ± 0,84 A	43,67 ± 0,49 A	116,41 ± 0,92 B	16,60 ± 0,75 A
LMF1P7	9,97 ± 0,23 C	18,03 ± 0,57 C	43,16 ± 1,10 A	120,75 ± 0,94 A	17,88 ± 1,16 A
Cerrillana	11,21 ± 0,23 B	20,26 ± 1,09 BC	44,02 ± 0,54 A	122,79 ± 0,85 A	18,14 ± 1,02 A

Los valores son medias ± error estándar. Valores seguidos por la misma letra en columnas, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Tabla 5 Porcentaje de fruta cosechada según categoría en cada material vegetal

Material vegetal	Rango de categoría según peso (g)			
	Selecta	Corriente	Mediana	Pequeña
	>80	60-80	40-59	<40
LAF1P3	71	29		
Artillera	53	40	7	
LMF1P7		19	81	
Cerrillana		27	40	33

Pasquariello et al. (2015) reportaron que el peso para los frutos de la variedad Mammoth fue de más de 100 g, por lo que el peso de los frutos evaluados no sería de los mayores.

Los valores de la relación  $\Phi L/\Phi E$  en los guayabos son variados y están entre 0,6 y 1,91 según Puppo et al. (2015). Los frutos de los materiales analizados en este trabajo se encuentran dentro de esos rangos, por lo que la forma está dentro de lo observado por otros autores (Figura 6).

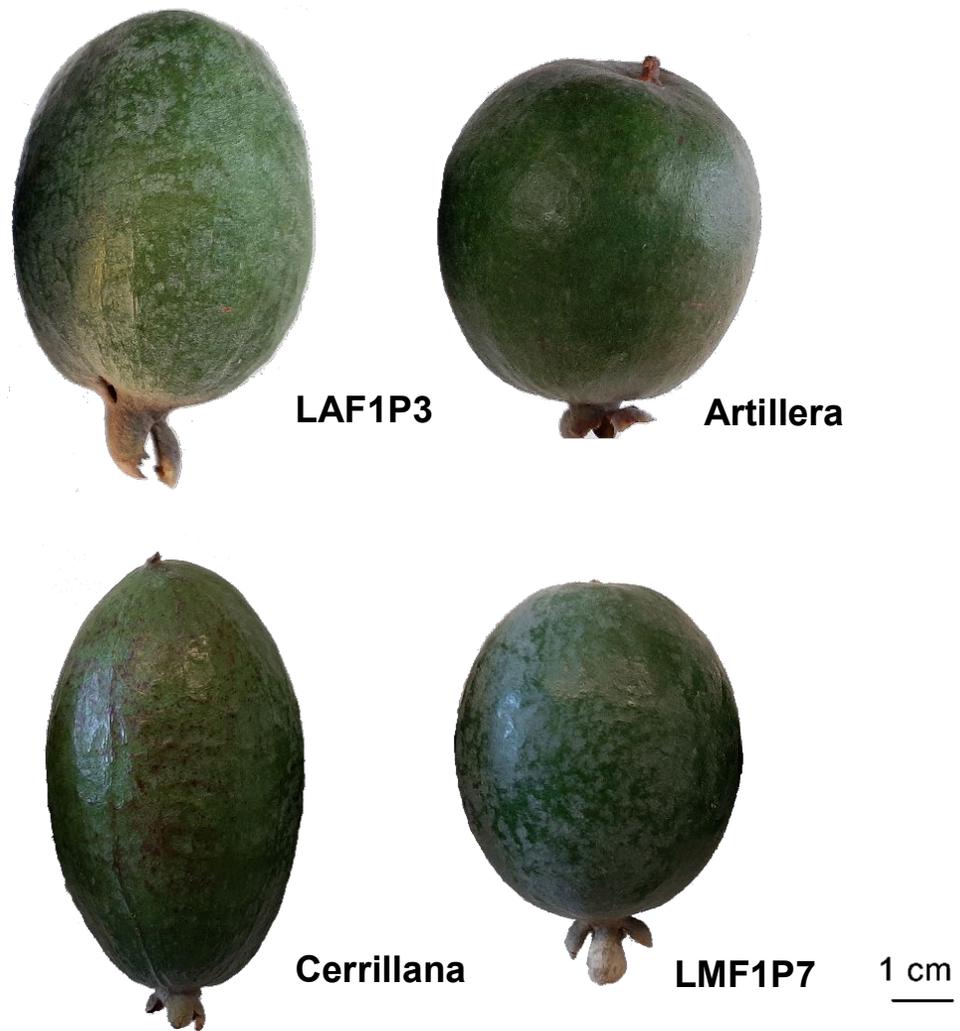


Figura 6 Forma de los frutos en los materiales analizados

Es importante aclarar, que los frutos del material LMF1P7, fueron cosechados de un solo árbol, mientras que en los otros materiales fueron tomados de más ejemplares (20 plantas), por lo que podría haber variaciones que pudieran mejorar la categoría de la fruta en dicho material.

## 4.2 COLOR EXTERNO

### 4.2.1 Luminosidad

El análisis estadístico, demostró que hubo diferencias significativas entre materiales, tratamientos, así como interacción de estos para el valor de luminosidad tal como se muestra en la Tabla 6. Si se analiza cada genotipo no se observaron diferencias significativas con la evolución de la conservación en LAF1P3 y LMF1P7, por lo que el valor de L\* se mantuvo tanto durante la conservación refrigerada como en vida de mostrador. En el material Cerrillana, hubo diferencias entre los valores medidos a los 14 días con los medidos a los 7+7 y 14+7 únicamente. No se encontraron diferencias entre los demás momentos, por lo que se puede decir que el valor de L\* también se mantuvo relativamente constantes. En el material Artillera, ninguno de los momentos de evaluación tuvo diferencias salvo el de 21+7 indicado que los frutos en este momento presentaron un color más luminoso. Entre tratamientos de cada genotipo, en todos se observaron valores de L\* de los materiales Cerrillana y Artillera superiores a los de LAF1P3. En cuanto a la evolución de la luminosidad de cada material vegetal a lo largo de la conservación, un mantenimiento en el valor del parámetro se considera una característica deseada debido a que el material logra conservar su apariencia y por ende su calidad al momento de la cosecha como ocurre en los materiales LAF1P3, LMF1P7 y Cerrillana.

Tabla 6 Luminosidad según material vegetal y tiempo de conservación

Tiempo conservación	Material vegetal			
	Artillera	Cerrillana	LMF1P7	LAF1P3
Cosecha	43,67 ± 0,49 Ba	44,02 ± 0,54 ABa	43,16 ± 1,10 Aa	39,41 ± 0,30 Ab
7 días	41,36 ± 0,47 Bb	44,19 ± 0,66 ABa	40,88 ± 0,87 Abc	38,38 ± 0,34 Ac
14 días	43,91 ± 0,63 Ba	43,06 ± 0,70 Ba	41,29 ± 0,88 Aab	39,69 ± 0,30 Ab
21 días	43,32 ± 0,61 Ba	44,75 ± 0,68 ABa	43,03 ± 0,90 Aa	38,85 ± 0,37 Ab
7+7 días	43,80 ± 0,72 Bb	46,90 ± 0,72 Aa	43,44 ± 2,88 Ab	38,82 ± 0,39 Ac
14+7 días	44,14 ± 0,71 Ba	46,71 ± 0,71 Aa	40,15 ± 0,50 Ab	39,93 ± 0,44 Ab
21+7 días	47,74 ± 0,72 Aa	46,01 ± 0,72 ABa	42,58 ± 0,65 Ab	40,77 ± 0,37 Ab

Los valores son medias (n=21) ± error estándar. Valores seguidos por la misma letra, mayúsculas en columnas, y minúsculas en filas, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Analizando cada material vegetal, existieron diferencias entre los genotipos, tal como se presenta en la Fig. 7, siendo Cerrillana la que presentó

valores de luminosidad más elevados en el promedio de los momentos de análisis, por lo que es el que posee entonces un color más brillante que es asociado a una mayor frescura del producto (Pathare et al., 2013). Siguen en orden decreciente Artillera, LMF1P7 y LAF1P3.

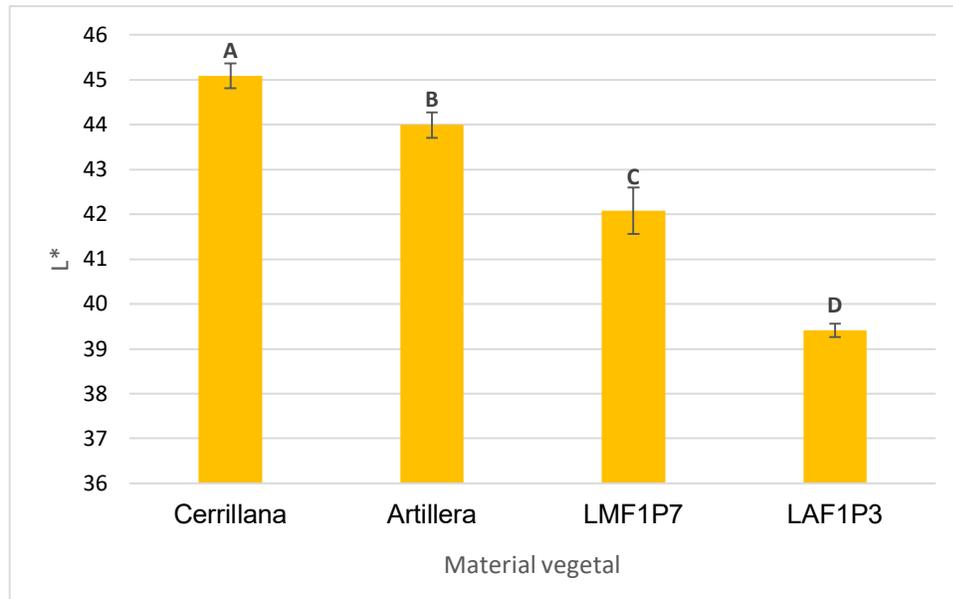


Figura 7 Luminosidad (L\*) promedio en los diferentes materiales vegetales evaluados.

Los valores son medias (n= 147) ± error estándar.

#### 4.2.2 Parámetro $h_{ab}$

Al igual que para  $L^*$ , el valor de  $h_{ab}$  presentó diferencias entre momentos de evaluación, materiales genéticos, así como interacción entre ambos, tal como se muestra en la Tabla 7. Artillera no presentó grandes diferencias durante la conservación y vida mostrador por lo que se puede decir que el valor de  $h_{ab}$  no cambió con 21 días en frío o 21+7, resultado que se considera positivo porque indicaría que el fruto logró mantener el tono con el transcurso de la conservación. Las diferencias identificadas entre el momento de cosecha y 14 días y 7+7, podrían deberse a distintos grados de madurez de los frutos al momento de cosecha y/o a variaciones en la tonalidad de cada fruto propias de la diversidad. Cerrillana presentó una diferencia entre el momento de la cosecha y la mayoría de los momentos de conservación y vida de mostrador donde se observó una disminución del valor de  $h_{ab}$  indicando pérdida de clorofila y un viraje hacia colores más amarillos, siendo entonces un resultado

poco favorable para este material debido a la pérdida de color con la conservación. Las diferencias en el color que se encontraron en momentos puntuales (21 días y 14+7) pueden ser explicadas por los motivos ya mencionadas. En el material LMF1P7 solo se encontraron diferencias entre los tratamientos cosecha y 14+7, por lo que se puede decir que en general, no hubo una pérdida de  $h_{ab}$  durante la conservación y en condiciones de vida mostrador. En cuanto al genotipo LAF1P3, solo se encontraron diferencias entre los momentos de análisis 21 días y 21+7, por lo que se podría asumir que también este material mantuvo su color. Al realizar la comparación entre materiales las diferencias fueron identificadas en momentos puntuales y en 7 de los momentos evaluados el menor valor correspondió a Cerrillana.

Tabla 7 Valores de  $h_{ab}$  según material vegetal y tiempo de conservación

Tiempo de conservación	Material vegetal			
	Artillera	Cerrillana	LMF1P7	LAF1P3
Cosecha	116,41 ± 0,92 BCc	122,79 ± 0,85 Aa	120,75 ± 0,94 Aab	119,89 ± 0,77 ABb
7 días	118,24 ± 0,56 ABCab	116,20 ± 0,88 Cb	119,37 ± 0,90 ABa	117,65 ± 0,42 ABab
14 días	119,77 ± 0,64 Aa	115,44 ± 0,78 Cb	119,85 ± 0,81 ABa	118,61 ± 0,84 ABa
21 días	118,91 ± 0,64 ABa	119,81 ± 1,02 ABa	120,01 ± 0,76 ABa	120,68 ± 0,86 Aa
7+7	119,82 ± 0,90 Aa	114,18 ± 0,64 Cb	119,85 ± 0,64 ABa	118,11 ± 0,87 ABa
14+7	117,56 ± 0,54 ABCa	116,88 ± 1,01 BCa	116,95 ± 0,89 Ba	118,80 ± 0,81 ABa
21+7	115,21 ± 0,64 C bc	114,78 ± 0,88 Cc	119,10 ± 0,88 ABa	117,60 ± 0,47 Bab

Los valores son medias ( $n=21$ ) ± error estándar. Valores seguidos por la misma letra, mayúsculas en columnas, y minúsculas en filas, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.3 Parámetro Croma

Para el caso del  $C^*_{ab}$ , el análisis de la varianza dio como resultado un comportamiento similar al observado en los parámetros  $L^*$  y  $h_{ab}$  (Tabla 8). Analizando la evolución en el tiempo de cada material se encontró que LMF1P7 y LAF1P3 no presentaron cambios. El genotipo Artillera tendió a aumentar el valor del  $C^*_{ab}$  debido a las diferencias significativas que se mantuvieron entre la cosecha y los tratamientos 21 días y 21+7, indicando un color más saturado o sea de mayor pureza. Algo similar ocurrió en Cerrillana donde los valores

obtenidos en la cosecha fueron menores a los obtenidos a medida que transcurrió la conservación, a excepción del de 21 días en refrigeración.

Tabla 8 Valores de C\*ab según material vegetal y tiempo de conservación

Tiempo de conservación	Material vegetal			
	Artillera	Cerrillana	LMF1P7	LAF1P3
Cosecha	16,60 ± 0,75 Ca	18,14 ± 1,02 Ca	17,88 ± 1,16 Aa	15,67 ± 0,61 Aa
7 días	20,46 ± 1,05 BCb	24,05 ± 1,22 ABa	21,10 ± 0,75 Aab	18,05 ± 0,67 Ab
14 días	20,05 ± 0,88 BCb	24,89 ± 1,06 ABa	19,88 ± 0,86 Ab	15,34 ± 0,62 Ac
21 días	21,17 ± 0,71 ABa	21,77 ± 1,19 BCa	18,53 ± 0,72 Aab	15,94 ± 0,72 Ab
7+7	19,47 ± 0,82 BCb	27,80 ± 1,13 Aa	17,59 ± 0,82 Abc	14,63 ± 0,75 Ac
14+7	22,97 ± 1,03 ABa	23,51 ± 1,50 Ba	18,42 ± 0,75 Ab	16,71 ± 0,67 Ab
21+7	25,18 ± 0,88 Aa	23,81 ± 1,39 Bab	21,23 ± 2,28 Abc	18,03 ± 0,61 Ac

Los valores son medias (n=21) ± error estándar. Valores seguidos por la misma letra, mayúsculas en columnas, y minúsculas en filas, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.4 Índice de color (IC)

Los resultados obtenidos para el IC se presentan en la Figura 8 donde se muestra que el color de los guayabos estuvo de acuerdo con las categorías propuestas por Zaccari et al. (2017), que se corresponden a colores entre verde y verde-verde (-12 a -17). El comportamiento del IC de LMF1P7 se mantuvo durante la conservación. El material LAF1P3 presentó también un nivel de color similar en todos los momentos, con excepción de 21 días y 21+7 donde hubo una disminución del IC luego de los días de vida mostrador. Esta diferencia no se considera de importancia porque ambos tratamientos no difieren con el resto. El material Artillera no presentó diferencias significativas entre la cosecha y el resto de los tratamientos, pero sí hubo diferencias entre el momento 21+7 con los restantes, siendo el valor de IC que se obtuvo en este tratamiento el más elevado. Esto se traduce en una pérdida del color verde a tonos amarillos en el último momento evaluado. Por su parte, Cerrillana presentó el valor más bajo de IC al momento de cosecha y la diferencia fue significativa con todos los momentos de vida de mostrador, por lo que se puede afirmar que hubo una pérdida del color verde. También durante la conservación se observó una disminución del valor de IC con excepción del tratamiento de 21 días.

Comparando los momentos de cada genotipo, el material LAF1P3 presentó siempre el valor más bajo en todos los momentos de análisis, estando relacionado a una buena conservación del color verde en cámara. En los tratamientos de vida de mostrador, LAF1P3, LMF1P7 y Artillera presentaron el IC más bajo en los 7+7, mientras que en el resto de los momentos de vida mostrador Artillera aumentó los valores, quedando LAF1P3 y LMF1P7 de mejor comportamiento.

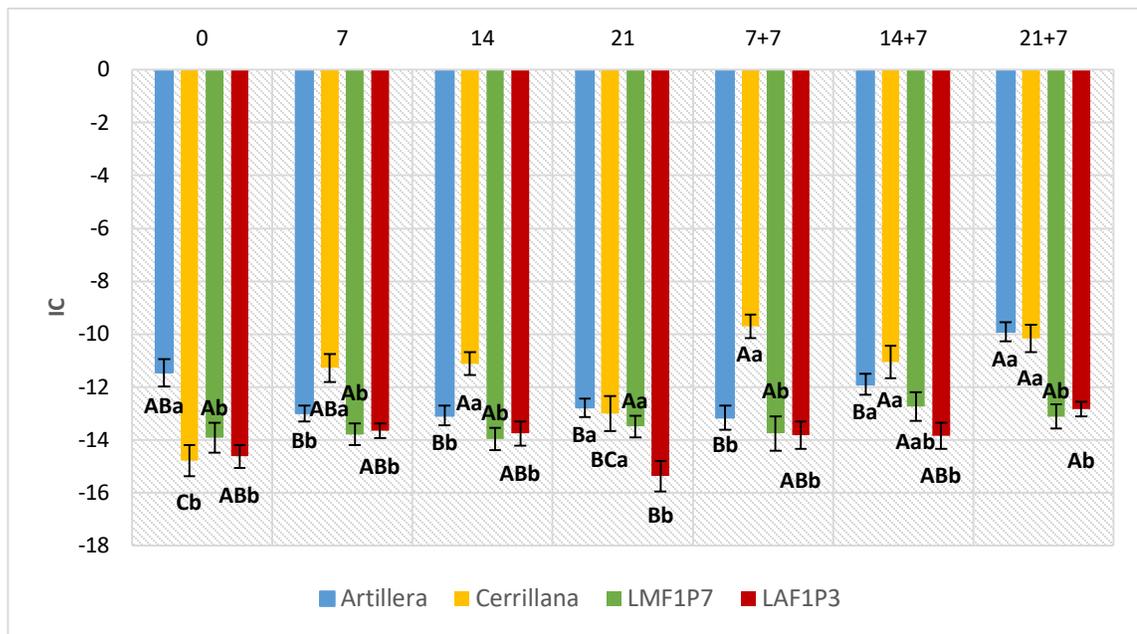


Figura 8 Evolución del IC de cada material vegetal a lo largo de la conservación.

Los valores son medias (n=21) ± error estándar. Valores seguidos por la misma letra, mayúsculas para tiempo de conservación, y minúsculas para materiales genéticos, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.2.5 Diferencia de color

Los resultados de la diferencia de color ( $\Delta E_{LCh}$ ) se presentan en la Tabla 9. Los materiales Artillera y Cerrillana presentaron un cambio de color más importante que los restantes siendo que el color de los frutos en cosecha, comparado con los demás momentos de análisis, podía ser distinguido por un observador no entrenado (diferencia mayor a 3). En los otros dos genotipos, las diferencias de color, en la mayor parte de los momentos evaluados, no fue

distinguida por un observador no entrenado y ocurrieron principalmente en los momentos finales de conservación y vida de mostrador.

Tabla 9 Diferencia de color entre cosecha y los diferentes momentos de conservación

Tiempo de conservación	Material vegetal			
	Artillera	Cerrillana	LAF1P3	LMF1P7
7	5,06	8,63	3,43	3,86
14	4,83	9,80	1,36	2,50
21	5,22	4,50	1,24	1,11
7+7	4,47	13,01	2,14	1,33
14+7	6,50	8,22	1,60	4,50
21+7	9,57	9,83	3,84	3,68

En general, el comportamiento de los materiales LAF1P3 y LMF1P7 fue constante durante la conservación refrigerada, es decir que no hubo evidencia estadística para afirmar que el cambio de color durante la conservación pueda ser percibido por el ojo humano. Parra-Coronado y Fischer (2013), reportan que algunos frutos de guayabo no cambian el color con la maduración, sino que el color varía en distintos tonos de verde. El resultado de la diferencia de color acompañó el comportamiento descrito, siendo las diferencias en la mayoría de los tratamientos no distinguibles. El genotipo Artillera presentó un aumento de  $L^*$  en el último tratamiento de conservación y vida de mostrador y un aumento en el croma con el transcurso de los días, cambiando el color de la fruta a un verde más intenso. Esos datos no coinciden con lo obtenido en el IC, donde ocurrió un aumento, evidenciando la pérdida de color verde hacia tonos más amarillos. En cambio, Cerrillana no presentó diferencias de  $L^*$  con respecto a cosecha, pero también perdió color verde hacia tonos más amarillos evidenciado por la disminución del valor de  $h_{ab}$  y adquiriendo un color más vivo demostrado por el aumento del valor de  $C^*_{ab}$ . El valor de IC tendió a aumentar en los tratamientos, por lo que se reafirma la pérdida del color verde. Esto podrá deberse al aumento de temperatura que ocurre en condiciones de vida mostrador y que provoca la degradación de clorofila, siendo el motivo por el cual disminuyen los valores de  $h_{ab}$  (Amarante et al., 2008, Velho et al., 2011).

No se encontraron dónde se indique cuáles son los valores de los diferentes parámetros del color que son rechazados por parte del consumidor. Este estudio podría determinar si los cambios ocurridos en el color durante la

conservación son de relevancia y principalmente si inciden en la elección de la fruta.

Las variaciones en los datos de color que no explican un comportamiento claro (disminuciones en los parámetros de esa característica, seguida de aumentos o viceversa), se pueden deber, a que no es la misma fruta a la que se le realiza las mediciones, aumentando el error debido a la variabilidad propia de los frutos, siendo ésta ocasionada por la ubicación en la planta y la incidencia de la luz y por distintos grados de madurez (Fischer et al., 2020). Pasquariello et al. (2015) obtuvieron valores de  $h_{ab}$  de  $112,19 \pm 2,82$  al momento de cosecha para los frutos verdes más oscuros, siendo estos valores inferiores al de los materiales estudiados por nosotros. Estas diferencias pueden ser atribuidas a los materiales genéticos o efectos del ambiente. Según Thorp y Bieleski (2002) los colores verdes oscuro son los preferidos por los mejoradores neozelandeses para sus variedades comerciales que fueron las utilizadas en el estudio mencionado. Urraburu (2017), observó que con la maduración de guayabo una disminución del valor de  $h_{ab}$ , con aumento de  $L^*$  y  $C^*_{ab}$ , haciendo referencia a un cambio de color en el fruto de un verde oscuro a un verde más claro que fue más evidente en condiciones de vida mostrador. Resultados similares se observaron en Cerrillana sin presentar la diferencia en la luminosidad.

#### 4.3 PERDIDA DE PESO

El análisis estadístico para la pérdida de peso dio como resultado diferencias según el material genético y los momentos de análisis, pero no para la interacción de estos. Los materiales Cerrillana y LMF1P7 fueron los que reportaron menores pérdidas, en cambio el material Artillera presentó los valores más elevados como se puede observar en la Fig. 9. Las diferencias de pérdida de peso entre materiales vegetales se pueden explicar por una combinación de distintos factores, como el grado de madurez del fruto y diferencias genéticas, que le confieren una mayor resistencia a la transpiración debido al grosor y composición química de la cutícula y la presencia de poros (Lara et al., 2014). También pueden existir, diferencias entre los materiales atribuibles a un factor ambiente, pudiendo explicar parte de las diferencias entre los frutos cosechados en Colonia y Progreso (Parra-Coronado et al., 2017).

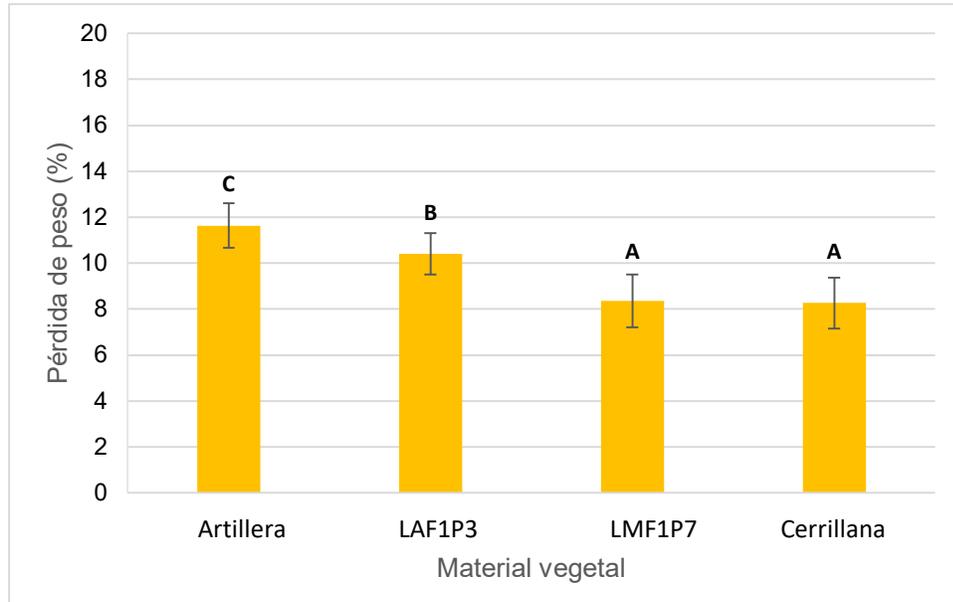


Figura 9 Pérdida de peso promedio (%) de cada material vegetal.

Los valores son medias (n=18)  $\pm$  error estándar.

Tomando en cuenta los momentos de análisis, se observa cómo con el transcurso de los días las pérdidas fueron mayores, aumentando principalmente cuando el fruto pasó a vida de mostrador (Figura 10). La fruta conservada en frío presentó una menor pérdida de peso promedio, la cual se vio aumentada con el transcurso de los días. En el periodo de vida de mostrador se presentaron las pérdidas de peso más elevadas, siendo mayores también con el aumento de los días.

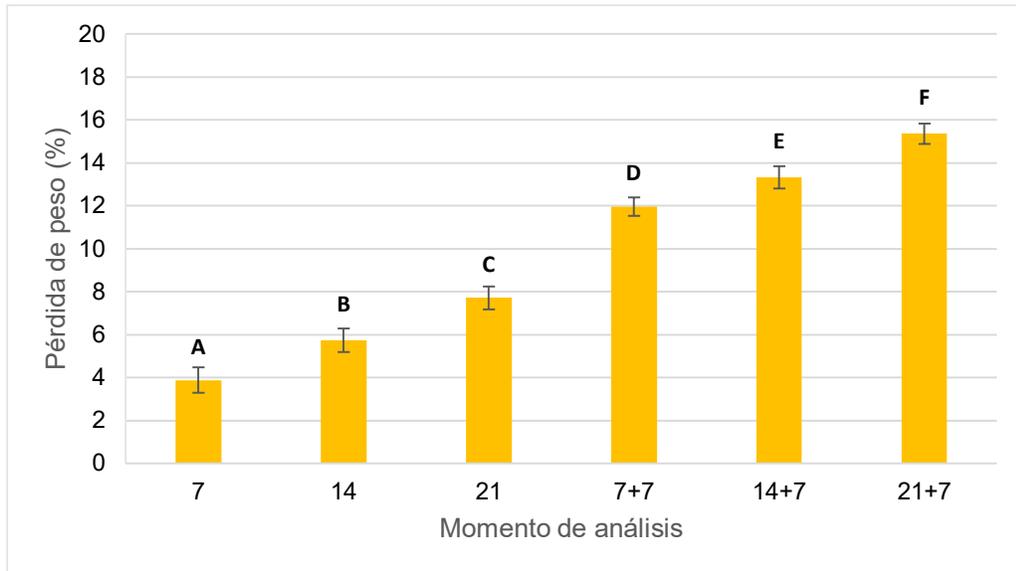


Figura 10 Pérdida de peso promedio (%) según momento de análisis.

Los valores son medias (n=12) ± error estándar.

Los resultados de la pérdida de peso coinciden con la tendencia esperada, siendo los valores promedio un poco superiores a los registrados por Urraburu (2017), siendo de 2,4 % en la temporada 2015 para 8 días de conservación refrigerada a 5°C y 7,1 % en 30 días; y de 2,2 % a 8 días y 7,7 % a 30 días en la temporada 2016. En cuanto al comportamiento de Cerrillana, los valores de la temporada 2016 fueron similares a los obtenidos en este trabajo, siendo de 2,1% y 4 % para 8 y 15 días de refrigeración respectivamente, y de 7,6% a los 8+7 días y 12,7% a los 15+7 días.

Resultados similares reportaron Parra-Coronado et al. (2017), donde el peso de los frutos luego de cosechados disminuyó en condiciones de almacenamiento refrigerada y temperatura ambiente, siendo la pérdida mayor cuando las temperaturas fueron más elevadas.

#### 4.4 FIRMEZA DE LA PULPA

El análisis estadístico del parámetro firmeza de la pulpa mostró diferencias entre materiales, momentos y la interacción de éstos. Se realizó también un análisis de correlación de Pearson con la variable pérdida de peso, siendo el resultado obtenido de 0,90 indicando una correlación alta entre estos parámetros. De acuerdo con los resultados que se muestran en la Fig. 11, los

valores más altos de firmeza se observaron al momento de la cosecha. También se observó una diferencia significativa entre los materiales, en los cuales, al momento de cosecha, todos difirieron significativamente. En cuanto a la evolución en cada material y momento, el comportamiento fue bastante similar, con una disminución a medida que avanzaban los días de conservación que se acentuó durante la vida de mostrador. Dentro de los materiales analizados se destacó Artillera. Sin embargo, en los días 14 y 21 no presentó diferencias con LAF1P3. En vida mostrador, no existieron diferencias entre los materiales ni tampoco entre tratamientos, por lo que la firmeza al finalizar con los 7 días de mostrador alcanzó los valores más bajos.

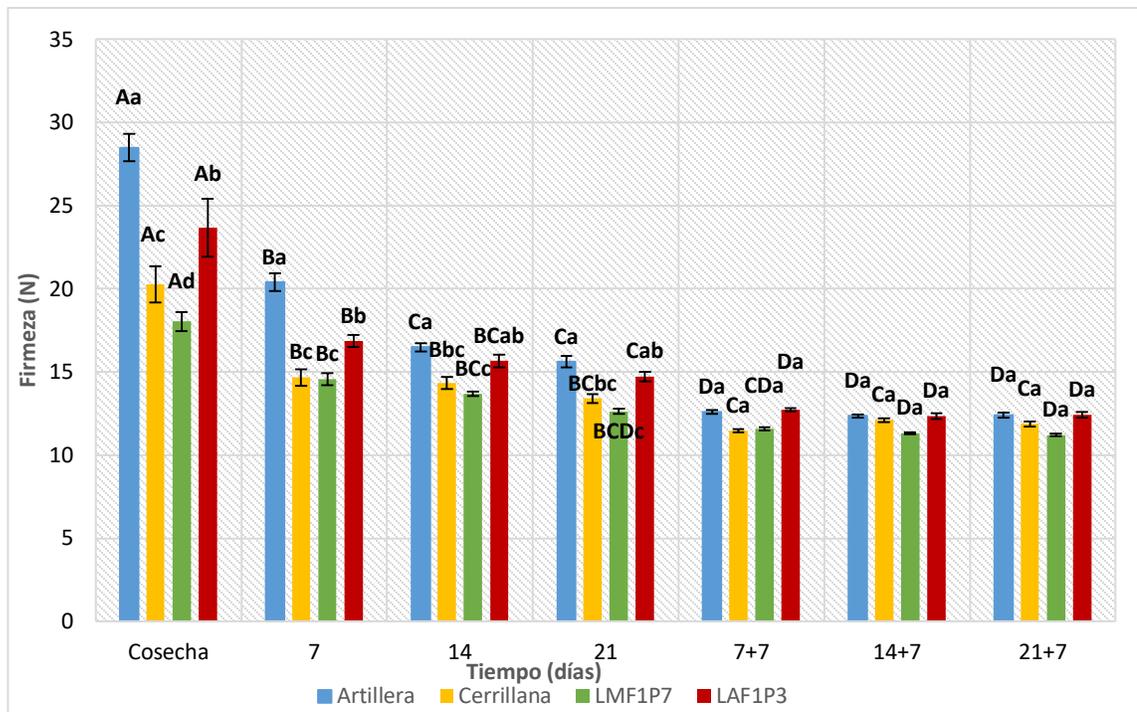


Figura 11 Evolución de la firmeza de cada material vegetal a lo largo de la conservación.

Los valores son medias ( $n=21$ )  $\pm$  error estándar. Valores seguidos por la misma letra, mayúsculas para tiempo de conservación, y minúsculas para materiales genéticos, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Si se toman en cuenta los valores en porcentajes, se observa como la mayor pérdida de firmeza se dio entre los dos primeros momentos (7 y 14 días), siendo ésta la que explica la mayor pérdida durante la conservación en frío. También se ve, cómo los genotipos que presentaron mayor firmeza fueron los que porcentualmente perdieron más a lo largo de la conservación mientras que

los que presentaron menores valores iniciales de firmeza, porcentualmente presentaron una menor pérdida.

Las pérdidas de firmeza a los 7 días fueron de 26% promedio y a los 14 días 32,5%, siendo estos valores menores a los presentados por Urraburu (2017), que indicó a los 8 y 15 días de la zafra 2015, pérdidas del 30,9% y 47,5% respectivamente, y de 36,8% y 53,9% en la zafra 2016, en frutos de guayabo en dos estados de madurez. Cabe destacar que, los valores iniciales de firmeza eran mayores a los obtenidos en este trabajo, por lo que coincide el mayor aumento porcentual de pérdida de la firmeza. También se reportaron diferencias en la firmeza dependiendo del material genético evaluado.

En trabajos previos Silveira et al. (2015), obtuvieron también diferencias de firmeza en igual momento de distintos materiales de guayabo, disminuyendo los valores cuando el fruto se encontraba más maduro.

La correlación encontrada entre la firmeza y la pérdida de peso en este trabajo, indica que a valores más altos de firmeza hubo una mayor pérdida de peso. Según Lara et al. (2014), la firmeza está asociada a la madurez de la fruta, por lo que, a mayor firmeza, se puede decir que el fruto está más inmaduro y presenta una mayor pérdida de peso que puede ser debida a una cutícula que no completó el desarrollo.

Conservar la firmeza resulta de importancia para la aceptación del fruto comercial, por lo que resulta imprescindible para el caso del guayabo disminuir la pérdida durante la conservación en frío. La disminución de la temperatura enlentece las reacciones químicas y, por lo tanto, también los procesos de hidrólisis de almidones y pectinas que ocasionan la degradación de la pared celular en el fruto, que causan la disminución de la firmeza (Parra-Coronado et al., 2006).

#### 4.5 SOLIDOS SOLUBLES TOTALES

El análisis estadístico de la variable SST, dio como resultado una diferencia significativa entre materiales genéticos y momentos de evaluación tal como se muestra en la Figura 12 y Tabla 10. Entre los materiales evaluados, LAF1P3 fue el que en promedio presentó valores más altos sin ser significativa la diferencia con Cerrillana. Los valores más bajos se observaron en la selección LMF1P7, con una media de 9,61. En cuanto al análisis de los momentos, los valores más bajos se observaron luego de los días en vida de

mostrador, sin presentar diferencias entre ellos. En cosecha y en conservación refrigerada, se observó que el valor de los SST no presentó diferencias.

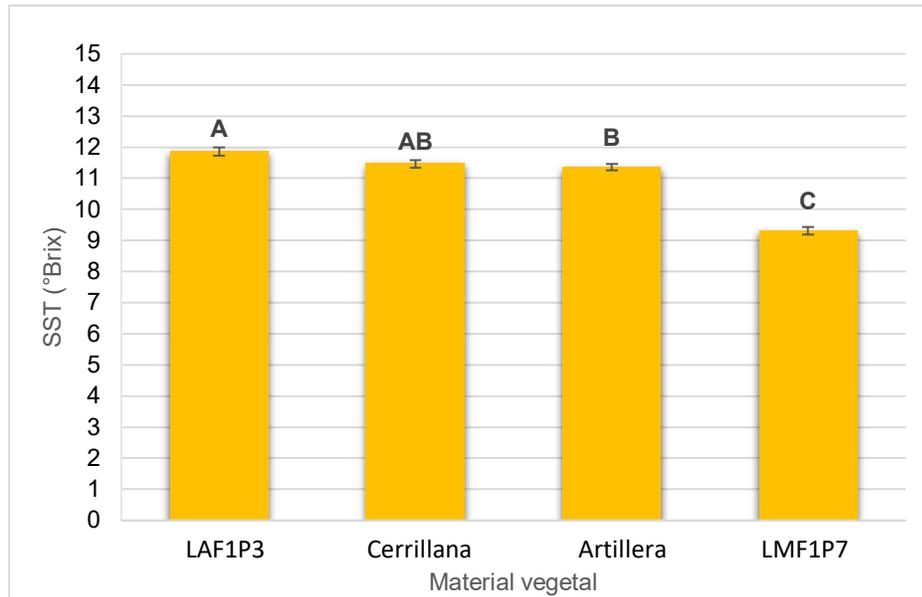


Figura 12 Contenido de SST en cada uno de los materiales vegetales evaluados.

Los valores son medias ( $n=147$ )  $\pm$  error estándar. Valores seguidos por la misma letra, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Tabla 10 Contenido promedio de sólidos solubles totales según momento de análisis

Momento de análisis	SST (°Brix)	
Cosecha	11,43 ± 0,16	A
7 días	11,60 ± 0,20	A
14 días	11,37 ± 0,19	A
21 días	11,28 ± 0,20	A
7+7	10,52 ± 0,21	B
14+7	10,52 ± 0,22	B
21+7	10,27 ± 0,20	B

Los valores son medias (n=84) ± error estándar. Valores seguidos por la misma letra, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

En cuanto a lo observado en la conservación en frío, los resultados coinciden con los de Silveira et al. (2016), en donde la mayoría de los materiales genéticos evaluados no presentaron diferencias cuando se conservaron durante 15 días. También coinciden con los de Urraburu (2017), donde el contenido de SST en la zafra 2016, se mantuvo constante durante la conservación refrigerada hasta los 30 días. Vela et al. (2009), identificaron diferencias en los SST durante la conservación en frío entre 2 a 4 °C por 20 días en distintas variedades de guayabo. En lo que tiene que ver con la vida de mostrador, Urraburu (2017), observó una disminución de los SST, resultado similar a la que se obtuvo en este trabajo, donde los genotipos evaluados presentaron una disminución de los SST en algún momento de vida de mostrador con relación a la cosecha o la conservación refrigerada.

En el trabajo de Velho et al. (2011), no hubo variación del contenido de SST en los frutos almacenados en frío. Sin embargo, en frutos conservados a temperatura ambiente se registró una disminución del contenido de SST, que resulta comparable a los resultados de este trabajo.

#### 4.6 POLIFENOLES TOTALES

El contenido de polifenoles totales dio como resultado diferencias a nivel de materiales genéticos, momentos de análisis y la interacción de estas dos variables. En lo que tiene que ver con la evolución de cada material, Artillera, Cerrillana y LAF1P3, no presentaron diferencias significativas entre los momentos de evaluación, tal como se muestra en la Figura 12, por lo que se

puede afirmar que el contenido de polifenoles totales no se vio afectado por el tiempo de conservación refrigerada. Para el material LMF1P7 los momentos 14 días y 7+7 presentaron diferencias significativas con los valores medidos a los 7 días, pero no se pueden sacar conclusiones respecto a eso, pudiendo deberse al error experimental y/o a las propias variaciones dentro de la población, es decir que no se lo podría atribuir a un efecto de las condiciones de conservación y/o vida mostrador.

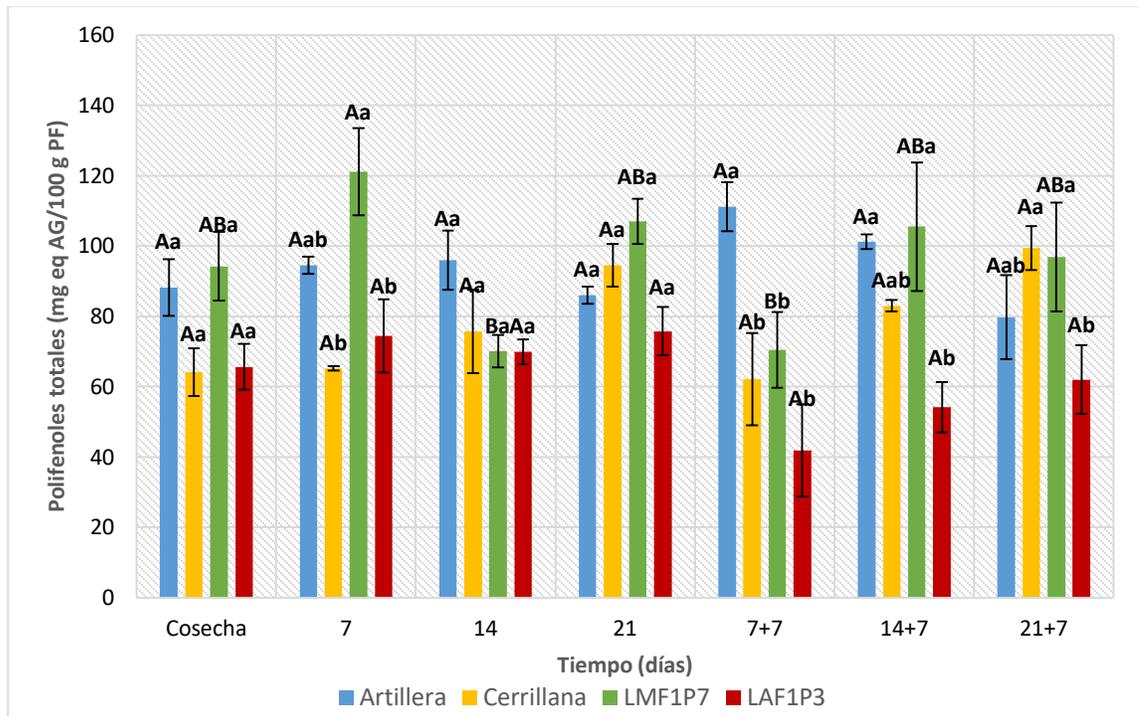


Figura 13 Contenido de polifenoles totales según material vegetal y tiempo de conservación.

Los valores son medias (n=3) ± error estándar. Valores seguidos por la misma letra, mayúsculas en columnas y minúsculas en filas, no presentan diferencias significativas por Tukey (p ≤ 0,05).

Comparando estos resultados con otros trabajos, el contenido de polifenoles totales fue inferior al observado por Silveira et al. (2016), en el que los valores se encontraban en el rango de 359,04 ± 4,12 y 196,5 ± 8,37 mg eq

AG/100 g PF al momento de la cosecha. Tampoco coincide la evolución del contenido de polifenoles en conservación, ya que fue observado una reducción de polifenoles totales a los 8 y 15 días de conservación en frío de un 25 a 50% para el primer tratamiento y un 48 a 60% para el segundo, mientras que en este trabajo no se encontraron diferencias. En comparación con el estudio de Urraburu (2017), en el momento de cosecha para la zafra 2015 el rango del contenido de polifenoles totales para los materiales analizados en frutos en estado de madurez M1, estuvo entre  $159,66 \pm 11,27$  y  $71,09 \pm 0,86$  mg eq AG/100 g PF, siendo también estos valores superiores a los obtenidos. Sin embargo, los contenidos de polifenoles totales en cosecha se mantuvieron durante la conservación en frío y posterior vida de mostrador para la mayoría de los materiales vegetales, siendo entonces esta tendencia similar a la obtenida. En la zafra 2016, los resultados obtenidos por Urraburu (2017), en el contenido de polifenoles totales fueron superiores a los de la temporada 2015, y la evolución se mantuvo o disminuyó, mientras que el material 154 presentó un aumento durante la conservación en frío, de la misma manera como se observó con el tratamiento de 28 días en frío con el mismo material vegetal.

#### 4.7 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL (CAT)

##### 4.7.1 CAT por el método de DPPH

En cuanto a la capacidad antioxidante medida por el método DPPH, los resultados muestran que existió variabilidad solo entre genotipos (Figura 13). El que más se destacó fue LAF1P3 con una capacidad antioxidante de  $1353,56 \pm 66,96$  mM ET/100 g PF promedio durante el tiempo que duró el experimento. Los materiales Cerrillana y Artillera no presentaron diferencias entre sí y fueron superiores al material LMF1P7.

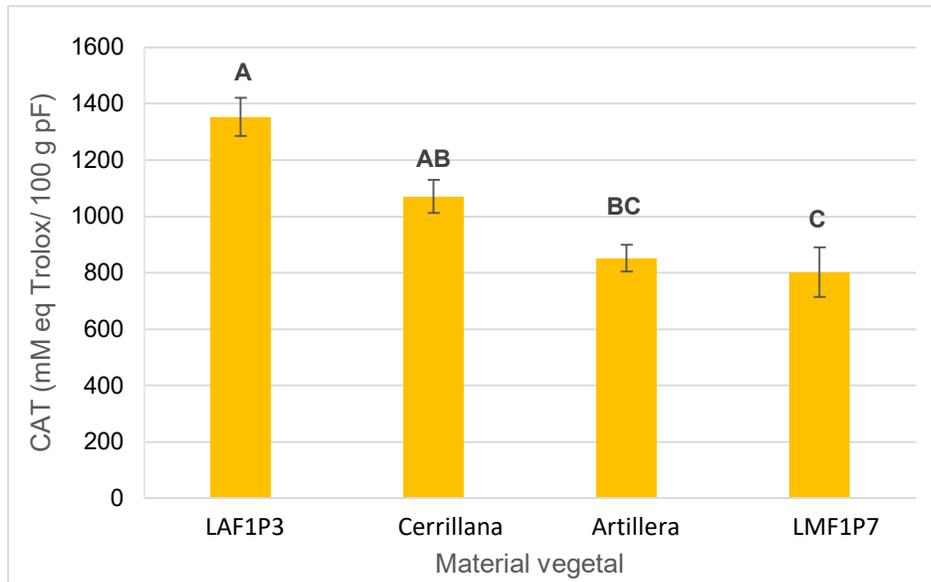


Figura 14 Valores de la capacidad antioxidante total por DPPH para cada uno de los materiales vegetales evaluados.

Los valores son medias ( $n=21$ )  $\pm$  error estándar. Valores seguidos por la misma letra, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Los resultados en la CAT por DPPH entre los materiales analizados, coinciden con los reportados en otros trabajos (Pasquariello et al., 2015, Silveira et al., 2016, Urraburu, 2017) en los que hubo variabilidad según el genotipo. Sin embargo, no se registró una disminución, sino que todos los materiales a lo largo de la conservación mostraron una tendencia al mantenimiento de los valores. En cuanto a la relación que la CAT debería tener con el contenido de polifenoles, en estos valores, no se ve reflejada, sino que se ve una relación inversa. Dicho comportamiento se puede explicar, por el hecho de que no todos los métodos para evaluación de la CAT miden los mismos compuestos y no toda la capacidad antioxidante de la fruta está explicada por polifenoles.

#### 4.7.2 CAT por el método de FRAP

Por el método de FRAP, el análisis estadístico demostró diferencias entre materiales y tratamiento, así como interacción entre factores. La capacidad antioxidante de los materiales de guayabo en promedio indicó que

LMF1P7 fue el que presentó los valores más altos con  $1038,43 \pm 94,8$  mM ET/100g de PF de pulpa de guayabo sin encontrarse diferencias con el genotipo Artillera. Siguen en promedio Cerrillana y LAF1P3 siendo diferentes también entre sí (Figura 14).

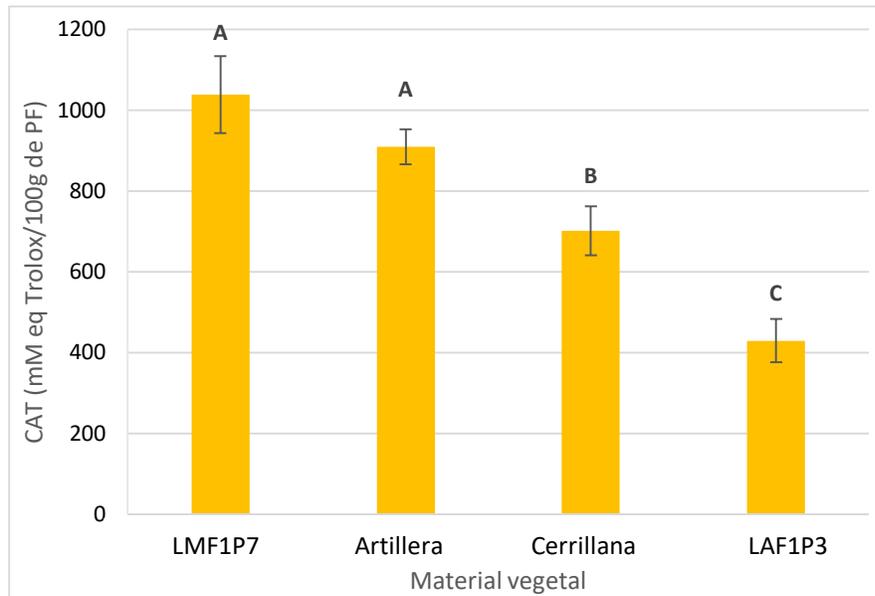


Figura 15 Valores de la capacidad antioxidante total por FRAP para cada uno de los materiales vegetales evaluados.

Los valores son medias ( $n=21$ )  $\pm$  error estándar. Valores seguidos por la misma letra, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

En la evolución de la CAT por FRAP, en Artillera no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se puede afirmar que no varió la CAT durante la conservación refrigerada y en los días de vida mostrador. Cerrillana presentó diferencias únicamente entre los momentos 21 días y 7+7, por lo que no se puede sacar una conclusión clara de ese resultado, pero en general hubo una medición de la CAT constante en la conservación de dicho material. El genotipo LMF1P7 mostró valores variables durante la conservación refrigerada, sin observarse una tendencia clara de la CAT. El material LAF1P3 solo presentó diferencias significativas entre los momentos 7 días y 7+7, sin variación con el resto de los momentos, pudiendo entonces afirmar que la CAT se mantuvo durante su conservación. Comparando tratamientos, en la mayoría de los casos Artillera y LMF1P7 fueron los de valores más altos. En este caso,

la CAT presentó una correlación alta (0,91) con el contenido de polifenoles, lo que sería de esperar por la capacidad antioxidante que presentan los mismos.

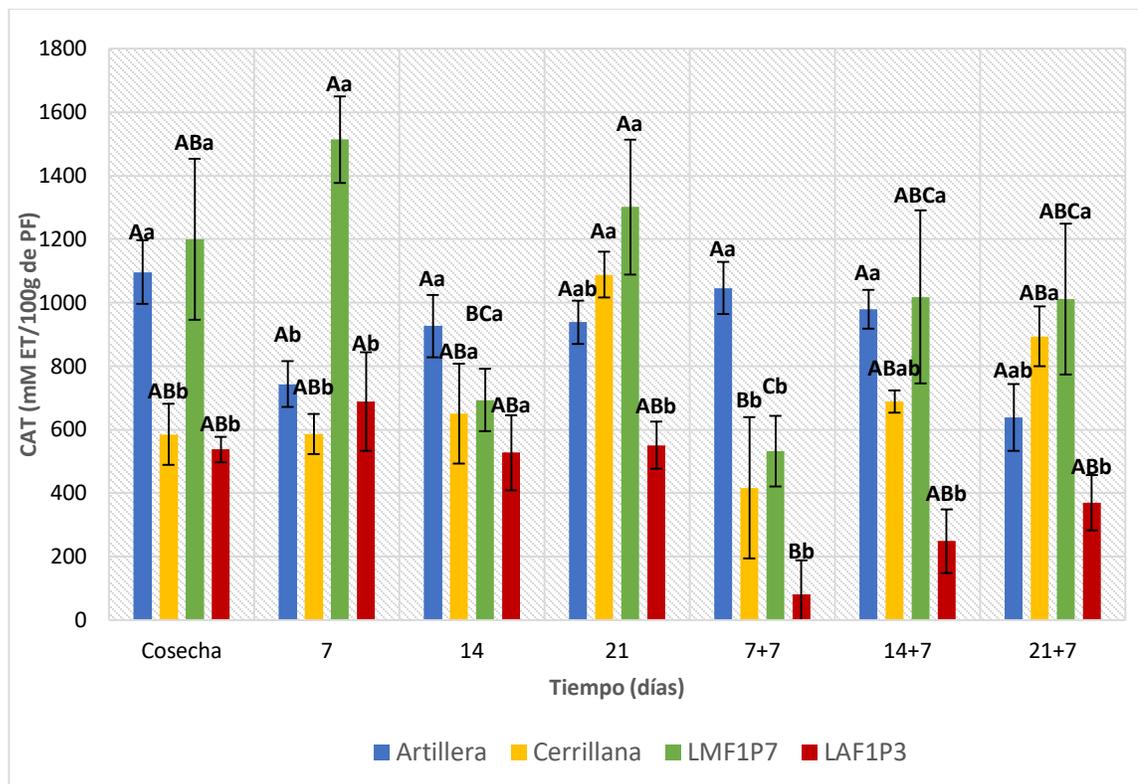


Figura 16 Capacidad antioxidante total media por FRAP, según material vegetal y tiempo de conservación.

Los valores son medias (n=3) ± error estándar. Valores seguidos por la misma letra, mayúsculas en columnas y minúsculas en filas, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Urraburu (2017) observó para la cosecha de 2015, un mantenimiento de los valores de CAT medidos por FRAP en la conservación en frío, mientras que en vida de mostrador los valores descendían para la mayoría de los materiales, no siendo similares a los resultados obtenidos en este trabajo donde el comportamiento en vida de mostrador fue similar al de conservación en frío.

#### 4.7.3 CAT por el método ABTS

El análisis estadístico dio como resultado diferencias entre los materiales genéticos, y la interacción entre los factores, sin ser significativo el tiempo de conservación. El material LMF1P7 fue el que mostró una CAT mayor según el método ABTS, siendo las diferencias significativas con el resto de los materiales que no presentaron diferencias entre sí (Figura 16).

Observando el comportamiento individual de cada genotipo, Artillera LMF1P7 y LAF1P3 no presentaron diferencias durante el almacenamiento, por lo que no se vio afectada su CAT durante la conservación en frío o vida mostrador. Por otra parte, en Cerrillana, si bien no hubo diferencia en la mayoría de los momentos, sí se observó un aumento en la CAT luego de 21 días de conservación con relación a la cosecha, siendo sin significancia para el resto de los momentos. Entre momentos, el material LMF1P7 presentó los valores más altos en varios de ellos. En vida de mostrador, el material LAF1P3 presentó los valores más bajos comparado con Artillera a los 7+7 días y con el material LMF1P7 en los otros dos momentos de mostrador.

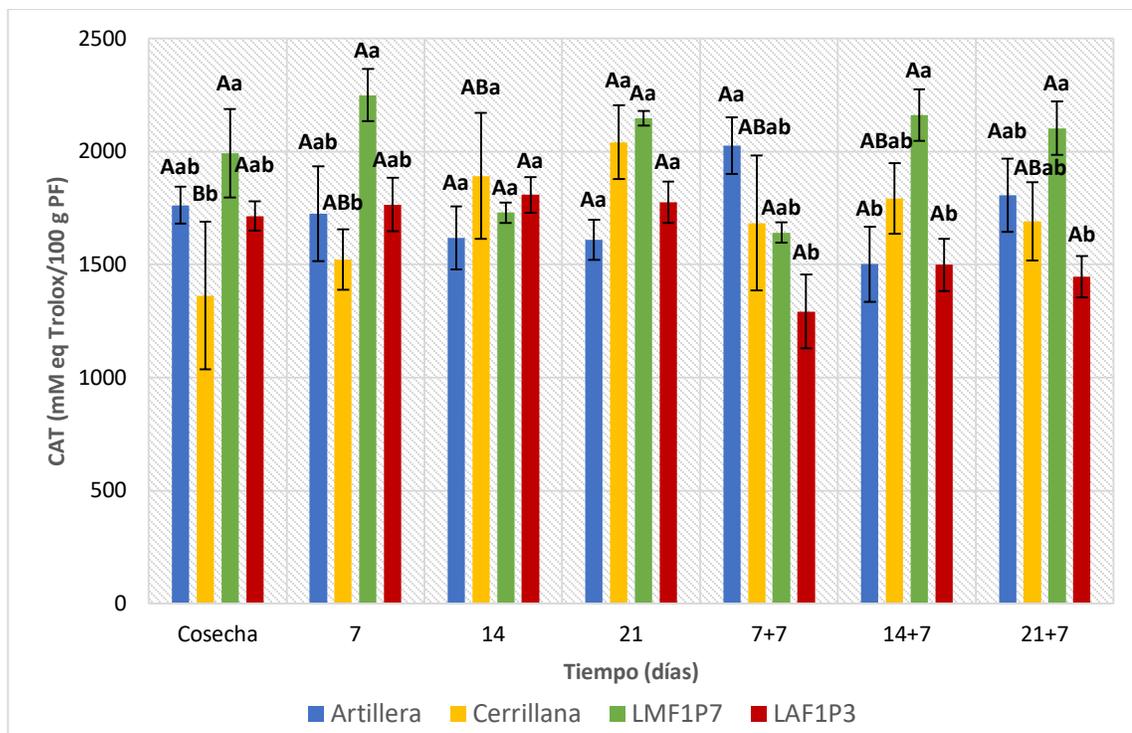


Figura 17 Capacidad antioxidante total media por ABTS, según material vegetal y tiempo de conservación.

Los valores son medias ( $n=3$ )  $\pm$  error estándar. Valores seguidos por la misma letra, mayúsculas en columnas y minúsculas en filas, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

En este caso también se observó una variabilidad según el material vegetal utilizado. La evolución de los valores tendió a mantenerse al igual que la CAT por FRAP, así como también la correlación con el contenido de polifenoles totales, que fue de 0,67.

## 4.8 EVOLUCIÓN DEL COLOR INTERNO

### 4.8.1 Luminosidad

El valor de  $L^*$ , presentó diferencias entre sus medias según material vegetal y tratamiento, y la interacción de ambos. En cuanto al valor según el

tiempo de cortado, no presentó diferencias significativas, concluyendo que la  $L^*$  no varió luego del corte del fruto por 10 minutos.

En el promedio de tratamientos, todos los genotipos presentaron diferencias significativas. El material con mayor  $L^*$  fue Cerrillana, por lo que presentó un color más luminoso que el resto. En orden decreciente siguieron Artillera, LMF1P7 y LAF1P3, con colores menos luminosos que Cerrillana. Observando el comportamiento de cada material según el momento, Cerrillana no presentó diferencias entre la cosecha y los momentos de conservación refrigerada (Fig. 17). No obstante, en los momentos de vida de mostrador, se observó una disminución de  $L^*$ . Artillera se comportó de forma similar, pero las diferencias significativas, recién se vieron en los tratamientos 14+7 y 21+7. En LMF1P7 la principal diferencia ocurrió entre los momentos de conservación en frío y los de vida de mostrador donde se observó también una pérdida de  $L^*$ . El material LAF1P3 solo presentó diferencias entre 14+7 con el resto, por lo que se podría decir que en general, mantuvo la luminosidad en todo el periodo que duró el experimento. Analizando entre tratamientos, Cerrillana fue el que presentó los valores de luminosidad más altos en la mayoría de los casos, no siendo significativa la diferencia con Artillera de 7 días, 7+7 y 14+7. El valor más bajo en la luminosidad en Cerrillana, se observó en los días de vida mostrador, siendo los valores comparables con los de cosecha del resto de los materiales.

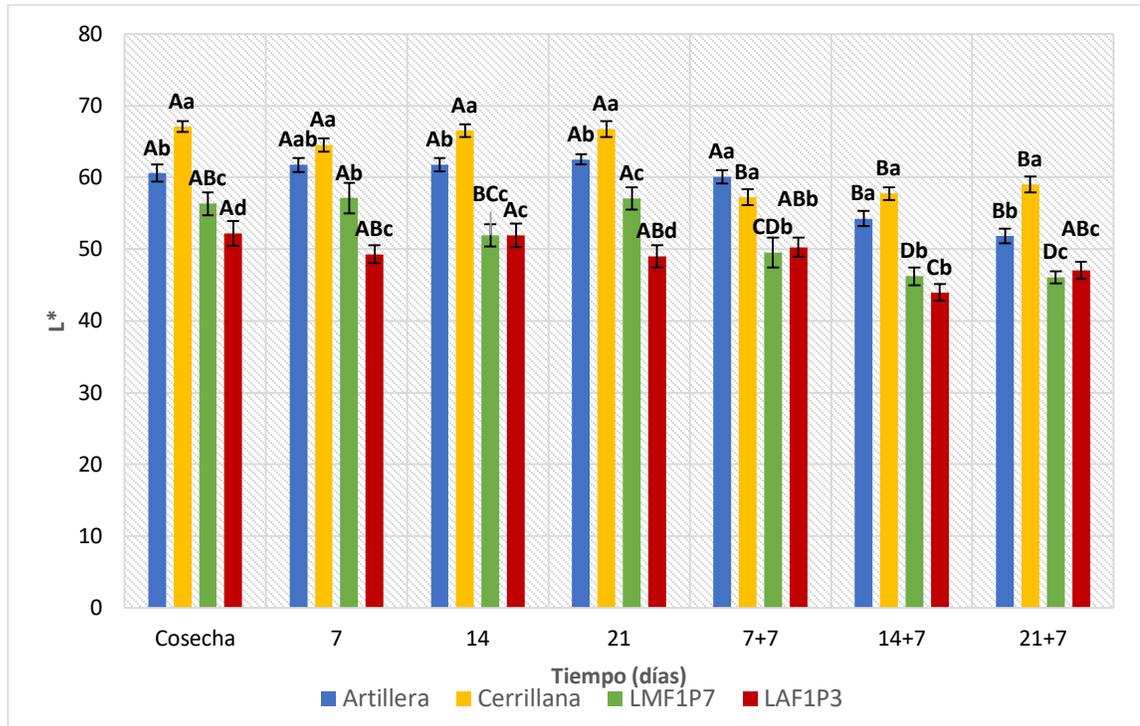


Figura 18 Luminosidad ( $L^*$ ), según material vegetal y tiempo de conservación. Los valores son medias ( $n=21$ )  $\pm$  error estándar. Valores seguidos por la misma letra, mayúsculas en columnas y minúsculas en filas, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

En general, la fruta adquirió colores más opacos a lo largo de la conservación. La excepción fue el material LAF1P3 que mantuvo la luminosidad ya que, en la mayoría de los momentos de evaluación, los valores medidos no difirieron estadísticamente. Sin embargo, fueron menores en comparación con los otros genotipos, no solo en igual momento, sino que comparado con mayores días de conservación.

Cerrillana presentó los valores de  $L^*$  más elevados, obteniendo un color más opaco cuando la fruta permaneció en vida mostrador, mientras que Artillera la mantuvo incluso hasta los 7+7 días de vida de estante, aunque no fue superior Cerrillana. En el caso de LMF1P7, en general mantuvo la luminosidad durante la conservación en frío, disminuyendo en vida de mostrador. Finalmente, LAF1P3 presentó los valores más bajos, aunque los mantuvo durante todo el periodo evaluado.

Para el guayabo no se encontró información ni trabajos acerca del comportamiento del color en la pulpa a lo largo de la conservación. Sin embargo, la disminución de la luminosidad está asociada al fenómeno del pardeamiento y es de esperar que aumente con la conservación. Esto se debe a que las membranas y paredes celulares pierden su integridad debido a la maduración del fruto, acelerando la oxidación de los compuestos fenólicos, los cuales son responsables del oscurecimiento (Pathare et al., 2013). El comportamiento mencionado coincide con los resultados de este trabajo.

#### 4.8.2 Valor de a\*

Según el análisis estadístico el parámetro a\* mostró diferencias entre genotipo y momentos de evaluación, así como también interacción. Tampoco en este caso se encontraron diferencias entre tiempos de corte ya que no varió entre 0, 5 o 10 minutos.

Los valores en promedio fueron positivos, por lo que el color de la pulpa fue más rojo que verde. Los valores más altos correspondieron a los genotipos LMF1P7 y Artillera (3,21 y 2,73 respectivamente), que se diferenciaron significativamente de los más bajos correspondientes a los genotipos LAF1P3 y Cerrillana (0,6 y 0,1 respectivamente).

En cuanto al análisis del valor de a\* según genotipo y momentos, se observó cómo en todos los materiales ocurrió un cambio con el transcurso de los días (Figura 18). Artillera presentó al momento de cosecha los valores más altos de a\*, indicando una coloración rojiza mayor a la de los otros materiales, los cuales disminuyeron a partir de los 14 días en conservación y se mantuvieron constantes hasta el día 14+7, no siendo en estos momentos el material de mayor pardeamiento. En el tratamiento 21+7 ocurrió un aumento de los valores que no coincidió con el comportamiento que se estaba observando en la evolución del parámetro de a\*. En Cerrillana se observó de forma más clara cómo en el momento de cosecha y durante la conservación refrigerada, se mantuvieron los valores de a\* que aumentaron en los días de vida mostrador. Esto indicaría que no hubo pardeamiento durante la conservación refrigerada, pues los valores de a\* fueron bajos y negativos, pero sí lo hubo en vida de mostrador evidenciado por el aumento de a\* que indicó coloraciones rojizas. El material LMF1P7 mantuvo los valores a lo largo de la conservación refrigerada, siendo la diferencia significativa entre los valores medidos al momento de la cosecha con los medidos durante la vida de mostrador. Al

compararlo con los restantes, fue el material que presentó mayor coloración rojiza en la mayoría de los momentos de análisis, indicando un oscurecimiento. En el material LAF1P3, ya durante la conservación refrigerada, hubo un aumento en el valor de  $a^*$ , con excepción de la conservación por 21 días que no presentó diferencias con la cosecha, mientras que, en vida de mostrador a los 21+7 días se observó el mayor valor que también representó un aumento con relación a los valores medidos al momento de cosecha. A pesar de ello, al compararlo con los restantes fue el de menor pardeamiento solo superado por Cerrillana que presentó el mejor desempeño.

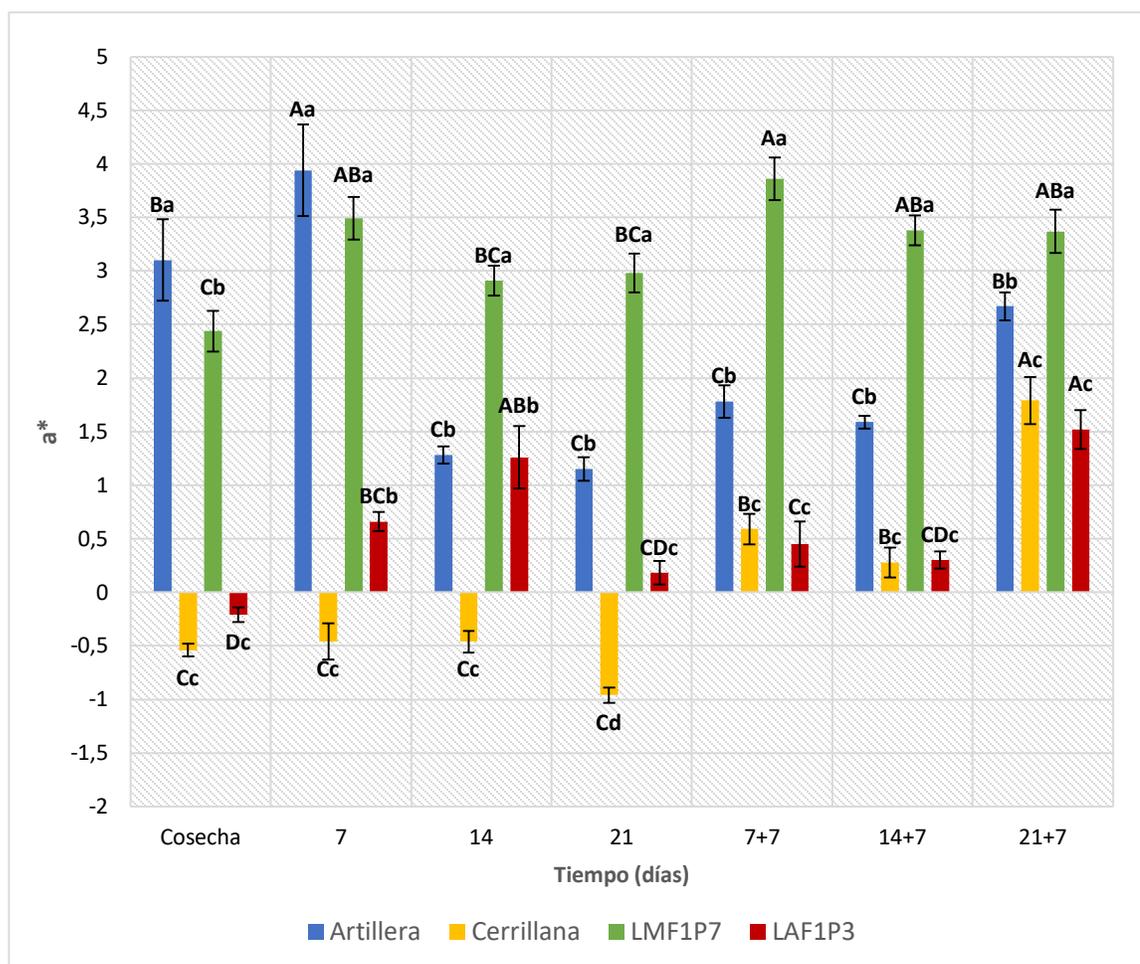


Figura 19 Parámetro  $a^*$  del color interno, según material vegetal y tiempo de conservación.

Los valores son medias ( $n=21$ )  $\pm$  error estándar. Valores seguidos por la misma letra, mayúsculas en columnas y minúsculas en filas, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.8.3 Valor de b\*

El análisis de la varianza para el parámetro b\* del color, dio como resultado que existían diferencias según el material genético, tratamiento y la interacción de éstos. Tampoco vario el valor de b\* según se midiera al momento de cortar la fruta, a los 5 o 10 minutos.

En todos los materiales, el valor de b\* fue positivo, por lo que presentó un color de pulpa más amarillo que azul. Cerrillana presentó en promedio los valores de pulpa más amarillos (8,89), seguido por los genotipos LMF1P7 y Artillera (8,36 y 7,96), sin diferencias entre ellos, y por último el material LAF1P3 (6,84) siendo significativamente el menor valor.

En cuanto a la evolución, se puede observar una tendencia al mantenimiento de los valores de b\* en la conservación refrigerada, variando entre materiales el comportamiento en vida mostrador (Figura 19). El genotipo Artillera, en general, mantuvo los valores de b\* sin diferencias consistentes durante todo el periodo del ensayo. Cerrillana al igual que LMF1P7, presentaron un mantenimiento del valor de b\* en la conservación en frío y un aumento en los valores durante la de vida de mostrador con respecto a la cosecha, por lo que puede decirse que adquirieron un color más amarillo con el avance del proceso de maduración. En general el material LAF1P3 fue el que presentó los valores más bajos, manteniéndose los valores tanto en conservación como en vida mostrador si se lo compara con el valor de cosecha.

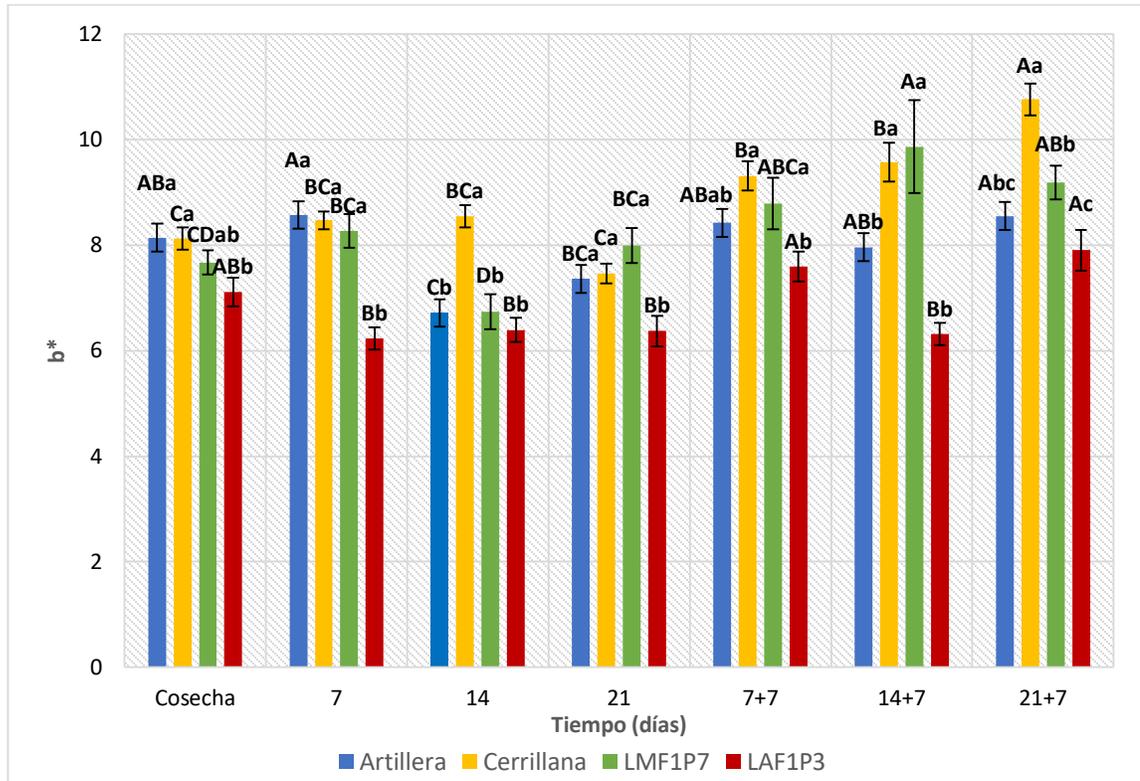


Figura 20 Parámetro b\* del color interno, según material vegetal y tiempo de conservación.

Los valores son medias (n=21) ± error estándar. Valores seguidos por la misma letra, mayúsculas en columnas y minúsculas en filas, no presentan diferencias significativas por Tukey (p ≤ 0,05).

#### 4.8.4 Valor de $h_{ab}$

El análisis estadístico del valor de  $h_{ab}$ , determinó diferencias entre genotipos y momentos de análisis, así como la interacción de ambos. En los materiales analizados el valor más alto correspondió a Cerrillana (90,03), siguiendo en forma decreciente con diferencias entre ellos, por el LAF1P3, Artillera y LMF1P7, con valores de 84,97; 74,85 y 68,51 respectivamente.

En cuanto a la evolución durante la conservación, Cerrillana presentó un mantenimiento del valor, disminuyendo en la mayoría de los momentos de vida mostrador (Tabla 11). El LAF1P3 adquirió valores más bajos durante la conservación en frío y en la mayoría de los momentos de vida de mostrador. En

Artillera no se obtuvieron resultados claros, marcando un aumento en los dos últimos días de conservación en frío con respecto a la cosecha y en los dos primeros momentos de vida de mostrador. En LMF1P7 se observó una disminución en una parte de los momentos, mientras que en la otra mitad no presentaron diferencias significativas con respecto a la cosecha. En la Tabla 11 también se puede apreciar, como los valores de  $h_{ab}$  fueron mayores en Cerrillana y LAF1P3 para la mayoría de los casos, mientras que los valores más bajos en su mayoría correspondieron a LMF1P7.

Tabla 11 Valores de  $h_{ab}$  de la pulpa según material vegetal y tiempo de conservación

Tiempo de conservación	Material vegetal			
	Artillera	Cerrillana	LMF1P7	LAF1P3
Cosecha	68,68 ± 2,31 BC c	91,96 ± 1,90 BC a	72,88 ± 1,36 A b	91,40 ± 0,61 A a
7 días	67,03 ± 1,98 C c	92,30 ± 0,55 BC a	66,82 ± 1,36 B c	83,81 ± 0,85 BC b
14 días	79,36 ± 0,70 A b	93,24 ± 0,64 AB a	65,42 ± 1,38 B c	79,79 ± 1,97 CD b
21 días	81,08 ± 0,78 A c	97,27 ± 0,55 A a	69,27 ± 1,22 AB d	86,83 ± 1,16 B b
7+7	77,09 ± 1,30 A b	86,75 ± 0,81 D a	65,60 ± 1,12 B c	87,56 ± 1,27 AB a
14+7	78,37 ± 0,61 A b	88,57 ± 0,68 CD a	69,62 ± 0,67 AB c	86,83 ± 86,83 B a
21+7	72,36 ± 0,85 B b	80,10 ± 1,35 E a	69,96 ± 0,90 AB b	78,56 ± 1,53 D a

Los valores son medias (n=21) ± error estándar. Valores seguidos por la misma letra, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Según Pathare et al. (2013) aumentos en el valor de  $h_{ab}$  indican pardeamiento. En este estudio no se encontró aumentos en el valor a lo largo de la conservación que estuvieran indicando dicho comportamiento en la pulpa. El motivo podría ser la zona en la cual se realizó la medición del color que fue el centro del fruto, donde se encuentra la pulpa, y el pardeamiento era observable hacia los bordes del fruto.

#### 4.8.5 Valor de Croma

El valor de  $C^*$  presentó diferencias para material vegetal, tiempo de conservación y también interacción entre ambos factores. En promedio el  $C^*$ , no varió entre Cerrillana, LMF1P7 y Artillera, estando entre 8,68 y 8,91. El genotipo

LAF1P3 fue el que presentó los valores más bajos (7,18), asociado a un color menos puro de pulpa que el resto lo que concuerda con lo encontrado en los otros parámetros medidos, indicando una mayor susceptibilidad al pardeamiento en este material.

En la evolución de cada material en particular, los resultados de Artillera al momento de cosecha solo mostraron diferencias significativas con la conservación a 14 días, sin diferencias con el resto de los momentos, por lo que se puede decir que no hubo una variación del C\* durante la conservación. Cerrillana no presentó diferencias entre la cosecha y la conservación en frío, pero hubo un aumento al momento 21+7. En el material LMF1P7 no hubo diferencias durante la conservación en frío y la cosecha. Los momentos en vida de mostrador presentaron un croma más elevado, pero la diferencia no fue suficiente para ser considerada significativa, solo con el tratamiento de 14 días. El material LAF1P3 también mantuvo los valores de C\* en conservación y no tuvo diferencias con los momentos de vida mostrador (Tabla 12).

Tabla 12 Valores de croma de la pulpa según material vegetal y tiempo de conservación

Tiempo de conservación	Material vegetal			
	Artillera	Cerrillana	LMF1P7	LAF1P3
Cosecha	9,07 ± 0,31 ABC a	8,14 ± 0,22 BC ab	8,06 ± 0,26 AB ab	7,14 ± 0,27 AB b
7 días	9,60 ± 0,37 AB a	8,50 ± 0,18 BC a	9,04 ± 0,31 AB a	6,39 ± 0,16 AB b
14 días	6,91 ± 0,14 D ab	8,40 ± 0,28 BC a	7,41 ± 0,32 B ab	6,69 ± 0,24 AB b
21 días	7,48 ± 0,23 CD a	7,53 ± 0,19 C a	8,58 ± 0,34 AB a	7,81 ± 1,51 AB a
7+7	10,7 ± 2,08 A a	9,36 ± 0,28 ABC ab	9,65 ± 0,50 A a	7,70 ± 0,29 AB b
14+7	8,13 ± 0,19 BCD a	9,61 ± 0,38 AB a	9,82 ± 0,24 A a	6,34 ± 0,21 B b
21+7	8,92 ± 0,28 ABC b	11,02 ± 0,27 A a	9,82 ± 0,35 A ab	8,23 ± 0,34 A b

Los valores son medias (n=21) ± error estándar. Valores seguidos por la misma letra, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

En general la intensidad del color se mantuvo en todos los tratamientos excepto en Artillera. La L\* se mantuvo durante la conservación en frío, mientras que disminuyó en vida de mostrador (con excepción de LAF1P3) por lo que la fruta perdió luminosidad y adquirió un color más apagado. El tono, fue el que tuvo un comportamiento bien diferente dependiendo del material considerado, manteniéndose en el material LMF1P7; disminuyendo en LAF1P3 y Cerrillana

pero solo durante el periodo de vida mostrador; y aumentando en Artillera y Cerrillana durante la conservación en frío.

#### 4.8.6 Escala visual

El análisis estadístico demostró que hubo diferencias entre los materiales, los distintos momentos de conservación y el tiempo de medición, como también la interacción de los materiales con el tiempo de conservación por un lado y el tiempo de corte por otro. En general y salvo una excepción, no se superó el valor de 2 en la escala, siendo considerados como poco pardeados (Figura 19).

En cuanto a la caracterización individual de cada uno, Artillera y LAF1P3 fueron en los que se observaron los valores con menor variación ya que no presentaron prácticamente diferencias entre el momento de cosecha y los restantes momentos de análisis. Cerrillana mostró el comportamiento menos consistente con valores superiores al momento de cosecha, 14 días, 7+7 y 14+7. En LMF1P7 los valores en cosecha y conservación refrigerada, no presentaron diferencias. Las diferencias se observaron en los tratamientos de vida mostrador, donde los dos primeros momentos presentaron un aumento significativo en el pardeamiento, mientras que el 21+7 presentó el valor más elevado destacándose entre los demás valores medidos.

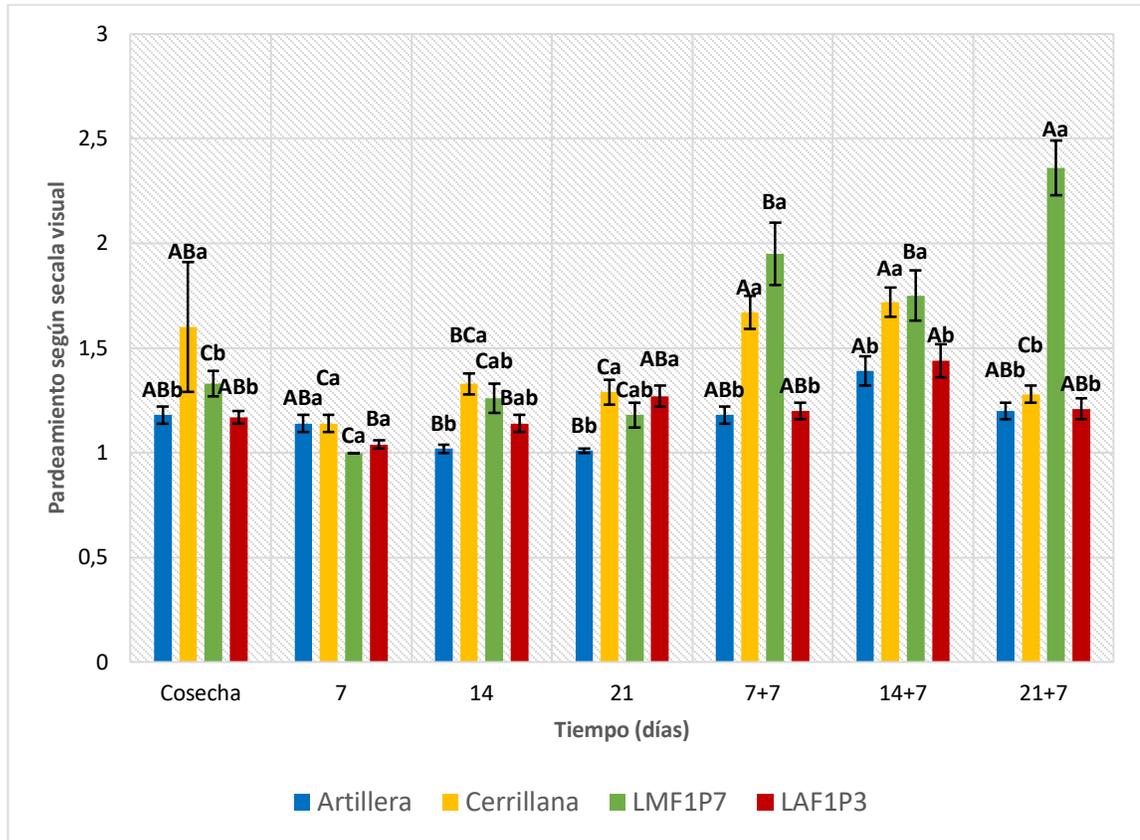


Figura 21 Pardeamiento interno medido por escala visual, según material vegetal y tiempo de conservación.

Los valores son medias (n=21) ± error estándar. Valores seguidos por la misma letra, mayúsculas en columnas y minúsculas en filas, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

En lo que tiene que ver con el pardeamiento en el tiempo, Artillera presentó un aumento a medida que transcurrió la exposición, siendo la diferencia significativa entre los momentos 0 y 10 minutos. Cerrillana también presentó un aumento en el pardeamiento con el transcurso de los minutos, siendo las diferencias significativas entre los tres momentos. Los genotipos restantes, LAF1P3 y LMF1P7, mantuvieron los valores de pardeamiento con el tiempo. Al tiempo 0, LMF1P7 presentó el valor más alto, siendo la diferencia significativa con los otros materiales. A los 5 minutos LMF1P7 mantuvo los valores mayores junto con Cerrillana, teniendo diferencias significativas con Artillera y LAF1P3. En el último momento, se mantuvo la misma tendencia que

a los 5 minutos, siendo LM F1P7 y Cerrillana los de mayor pardeamiento (Figura 22).

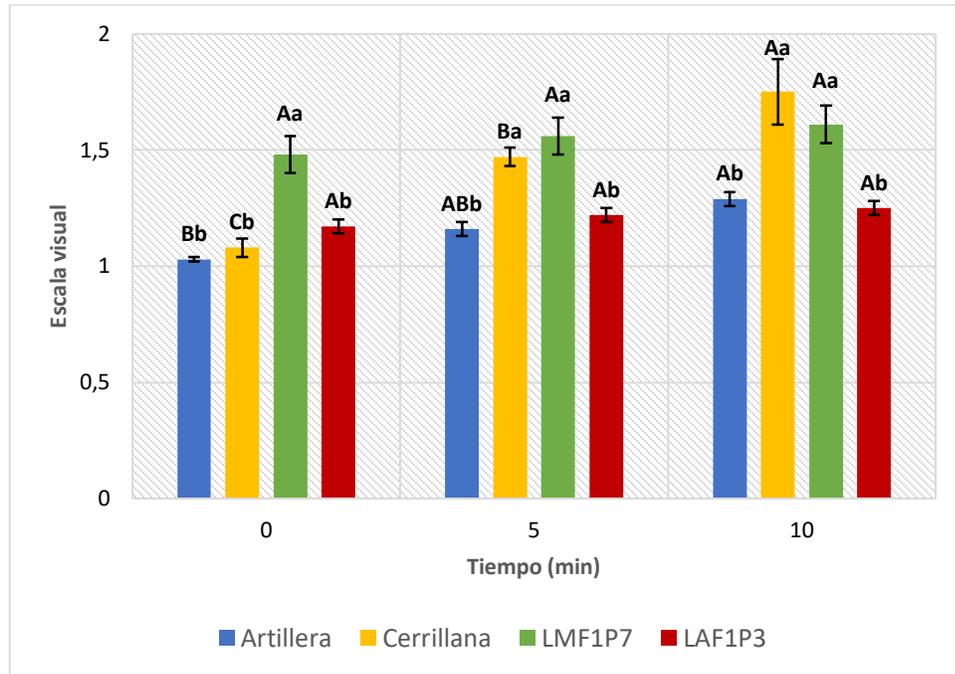


Figura 22 Pardeamiento interno según evaluación visual para cada material vegetal y tiempo de conservación.

Los valores son medias ( $n=147$ )  $\pm$  error estándar. Valores seguidos por la misma letra, mayúsculas en columnas y minúsculas en filas, no presentan diferencias significativas por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

El pardeamiento observado se debe a la actividad de la polifenol-oxidasa actuando a distintas velocidades en cada material (Schotsmans et al., 2011) que podría ser mayor en LMF1P7 y Cerrillana según los resultados obtenidos. A pesar de que en Artillera el contenido de polifenoles fue tan alto como en el material LMF1P7, no se observó un pardeamiento similar, por lo que otros factores deberían de estar incidiendo, como por ejemplo la acidez del fruto, en donde un pH más ácido disminuye la actividad de la polifenol-oxidasa (Silveira, 2017), así como otras variables genéticas o ambientales.

## 5. CONCLUSIONES

La calidad poscosecha del guayabo fue influenciada en una parte importante por el almacenamiento, en donde la conservación en frío permitió enlentecer los procesos asociados a la maduración y pérdida de calidad.

La temperatura utilizada para la conservación mantuvo la calidad y no causó daños por frío en el exterior de los frutos debido a que no se observó oscurecimiento alrededor de la cicatriz del pedúnculo, pero sí se observaron en algunos frutos el oscurecimiento interno de los tejidos vasculares luego de cortados. Se debería seguir investigando para determinar si este efecto podría ser explicado por la temperatura de conservación o si se deben exclusivamente al pardeamiento enzimático.

La temperatura ambiente afectó negativamente a la firmeza y el peso, ya que luego de 7 días en estas condiciones se observó una reducción importante de los mismos. Es necesario entonces mantener la cadena de frío en la fruta para enlentecer los procesos de maduración y reducir así la pérdida de calidad entre la cosecha y el consumo.

Se debe de considerar si los 7 días de vida mostrador resultan excesivos debido al deterioro de la calidad observada en los distintos materiales de guayabo.

En lo que tiene que ver con el color de la epidermis, no hubo cambios importantes por lo que este parámetro no puede considerarse como una herramienta útil para la determinación del momento de cosecha, así como tampoco incide en la no elección del fruto por parte del consumidor.

La no variación del color de la pulpa a los 5 y 10 minutos de realizado el corte transversal podría deberse a que el color fue medido en el centro del fruto, donde se encuentra la pulpa mientras que el pardeamiento era observable en los bordes. Por lo tanto, sería interesante trabajar en el ajuste para la medición en la periferia.

En la zafra 2021, para los momentos de cosecha utilizados, Artillera y LAF1P3 presentaron las mayores pérdidas de peso tanto en conservación como en vida mostrador, por lo que sería recomendable utilizarlos para una conservación de corto plazo. Sin embargo, estas dos selecciones fueron las de mayor firmeza en cosecha y posterior conservación en frío, por lo que, en esa variable, se adaptan mejor para la conservación por periodos mayores que Cerrillana y LMF1P7.

En cuanto a la calidad de fruta por su calibre, LAF1P3 y Artillera poseen los tamaños de mejor categoría, por los que serían más atractivos para el consumidor y por tanto de mayor interés para el sector productivo. Además, LAF1P3 presentó una mejor conservación del color y alto contenido de SST; lo que lo hace atractivo para la venta como fruta fresca. El material LMF1P7 no presentó una buena conservación de la firmeza, tuvo bajo contenido de SST y un tamaño de fruta no muy grande que lo relega para venta como fruta fresca. Sin embargo, tuvo una alta CAT y contenido de polifenoles pudiendo ser considerado como un material interesante debido a esas características. Cerrillana presentó como destacable, el hecho de ser el material que se conservó en general, mejor que el resto, según los distintos parámetros analizados.

Además de las diferencias propias de cada material vegetal, las condiciones climáticas tienen una influencia en cuanto a la calidad poscosecha del guayabo, por lo que entonces no sería correcto afirmar una superioridad o inferioridad desde el punto de vista genético del material LMF1P7 de Juanicó frente a los tres materiales estudiados de Colonia o viceversa, porque hubo un efecto ambiental diferente que influyó en el desarrollo y crecimiento del fruto y que pudo estar condicionando su comportamiento durante la poscosecha.

## 6. RESUMEN

El guayabo del país (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) es una especie nativa del Uruguay, que ha despertado interés por parte de productores, investigadores y consumidores. En este trabajo se evaluó el comportamiento poscosecha de cuatro materiales genéticos, por medio del análisis de las características fisicoquímicas de los frutos en conservación refrigerada y posterior vida de mostrador. Los guayabos se cosecharon antes del momento de “touch picking” en la zafra 2021 y fueron conservados a una temperatura de 5° C y 95% HR. Las determinaciones se hicieron a los momentos de cosecha, 7, 14 y 21 días de conservación, así como también luego de 7 días de vida mostrador (18 °C) después de cada periodo de conservación refrigerada. Luego de la cosecha los frutos fueron caracterizados por peso y relación de diámetros. En cada momento de evaluación se midieron el color externo e interno, la firmeza de la pulpa, la pérdida de peso, el contenido de SST, y los polifenoles totales por el método de Folin y capacidad antioxidante por los métodos de DPPH, FRAP y ABTS. La relación de diámetros longitudinal y ecuatorial marcó diferencias en la forma, así como también en el tamaño, dónde Artillera y LAF1P3 obtuvieron los mayores pesos promedio de frutos (82 y 87 g respectivamente). Artillera presentó la mayor firmeza al momento de cosecha (28,5 N), y de los contenidos de SST más altos junto a LAF1P3 (12 y 12,5° Brix respectivamente). En cuanto al color de la epidermis no se observaron diferencias al momento de cosecha entre materiales, pero sí una diferencia apreciable con el transcurso de la conservación en Artillera y Cerrillana. La pérdida de peso varió entre materiales y momentos, siendo Artillera la de mayor pérdida promedio (12%). En todos los casos las pérdidas fueron mayores en vida mostrador alcanzando hasta un 14% en promedio. La firmeza también disminuyó con la conservación y fue mayor en vida de mostrador. Los SST disminuyeron con la conservación, siendo mayores en LAF1P3 y Cerrillana. En lo que tiene que ver con los polifenoles, se observó un mantenimiento de los valores. En LMF1P7 se obtuvo en promedio los valores más elevados siendo de 120 meq AG/100 g PF. En lo que tiene que ver con la CAT, en su mayoría se observó un mantenimiento de los valores con la conservación, pero sin diferencias entre materiales. Se destacaron LAF1P3 y Cerrillana por DPPH (1.200 y 1.000 meq Trolox/ 100 g PF), F1P7 y Artillera por FRAP (1.000y 800 meq Trolox/100 g PF) y F1P7 (2.200 meq Trolox/100 g PF) por el método de ABTS. En las mediciones de color interno, se observaron disminuciones en el parámetro L\* excepto en el material LA F1P3, mientras que en los parámetros de a\* y b\* se observaron diferencias a lo largo de la conservación. El material

LAF1P3 y Artillera serían una buena alternativa para venta como fruta fresca. El material LMF1P7 se destacó por su contenido de polifenoles y CAT, mientras que Cerrillana tuvo un comportamiento en conservación en general, superior al resto.

Palabras clave: guayabo, *Acca sellowiana*, frutos nativos, poscosecha, conservación, SST, firmeza, pérdida de peso, capacidad antioxidante total, polifenoles

## 7. SUMMARY

The feijoa (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) is a species native to Uruguay, which has aroused interest from producers, researchers, and consumers. In this work, the postharvest behavior of four genetic materials was evaluated by analyzing the physicochemical characteristics of the fruits in refrigerated storage and subsequent shelf life. The guavas were harvested before the moment of "touch picking" in 2021 and stored at a temperature of 5° C and 95% RH. Determinations were made at harvest, 7, 14, and 21 days of conservation, and after 7 days of shelf life (18 °C) after each refrigerated storage period. After harvest, the fruits were characterized by weight and diameter ratio. External and internal color, pulp firmness, weight loss, TSS content, and total polyphenols by the Folin method and antioxidant capacity by the DPPH, FRAP, and ABTS methods, were measured at each evaluation time. The ratio of longitudinal and equatorial diameters marked differences in shape and size, where Artillera and LAF1P3 obtained the highest average fruit weights (82 and 87 g, respectively). Artillera showed the highest firmness at harvest time (28.5 N) and the highest TSS contents together with LAF1P3 (12 and 12.5° Brix, respectively). Regarding the epidermis color, no differences were observed at the time of harvest between materials, but there was an appreciable difference with the course of conservation in Artillera and Cerrillana. Weight loss varied between materials and times, with Artillera having the most significant loss (12%). In all cases, losses were more significant in shelf life, reaching up to 14%. The firmness also decreased with storage and was higher in shelf life. The SST decreased with conservation, being higher in LAF1P3 and Cerrillana. Regarding polyphenols, maintenance of the values was observed. In F1P7, the highest values were obtained on average (120 meq AG/100 g PF). The CAT maintenance of values during the storage period without differences between materials. LAF1P3 and Cerrillana were highlighted by DPPH (1,200 and 1,000 meq Trolox/100 g PF), LMF1P7 and Artillera by FRAP (1,000 and 800 meq Trolox/100 g PF), and LMF1P7 (2,200 meq Trolox/100 g PF) by the method of ABTS. A decrease was observed in the L\* parameter except in the LAF1P3 material, while differences were observed throughout the refrigerated storage in the a\* and b\* parameters. The LAF1P3 and Artillera materials are good alternatives for selling fresh fruit. The LMF1P7 material stood out for its content of polyphenols and CAT, while 154 had a general behavior in conservation, superior to the rest.

Keywords: feijoa, *Acca sellowiana*, native fruits, postharvest, conservation, TSS, firmness, weight loss, total antioxidant capacity, polyphenols

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Amarante, C. V. T.; Steffens, C.; Ducroquet, J.; Sasso, A. 2008. Qualidade de goiaba-serrana em resposta à temperatura de armazenamento e ao tratamento com 1-metilciclopropeno. (en línea). Pesquisa Agropecuária Brasileira. 43(12): 1683 - 1689. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://www.scielo.br/j/pab/a/nbVtgkBRpwGBXd8gfXdNzWS/?lang=pt>
2. \_\_\_\_\_.; dos Santos, K. 2011. Goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*). (en línea). Revista Brasileira de Fruticultura. 33(1): 001 - 334. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://www.scielo.br/j/rbf/a/KP3cXy6XXRvpQWHg4BnjQgB/?lang=pt>
3. \_\_\_\_\_. 2017. Cultivo de feijoa (*Acca Sellowiana*) na Nova Zelândia: da produção à pós-colheita. (en línea). In: Encuentro Nacional sobre Frutos Nativos (8°. , 2017, Canelones). Trabajos presentados. Canelones, INIA. pp. 26 - 37. (Serie Actividades de Difusión no. 772). Consultado dic. 2022. Disponible en <http://www.inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Las%20Brujas/PROGRAMA%20FRUTICOLA/SAD%20772.pdf>
4. Azcón-Bieto, J.; Talón, M. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. 2da. ed. Madrid, McGraw-Hill. 651 p.
5. Barreiro, P.; Ruiz-Altisent, M. 1996. Propiedades mecánicas y calidad de frutos: Definiciones y medidas instrumentales. (en línea). Fruticultura Profesional. no. 77: 48 - 51. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://oa.upm.es/5379/>
6. Barret, D.; Beaulieu, J.; Shewfelt, R. 2010. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. (en línea). Food Science and Nutrition. 50(5): 369 - 389. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/ref/10.1080/10408391003626322?scroll=top>

7. Bello, F.; Eyman, L.; Almirón, N.; Cocco, A.; Torres, F. s.f. Cartilla para determinar el índice de color de mandarinas y naranjas. (en línea). Entre Ríos, INTA. 4 p. Consultado oct. 2022. Disponible en [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_concordia\\_indice\\_de\\_color\\_de\\_mandarinas\\_y\\_naranj.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_concordia_indice_de_color_de_mandarinas_y_naranj.pdf)
8. Cabrera, D.; Vignale, B.; Pritsch, C. 2018. Guayabo: *Acca Sellowiana*. (en línea). s.l., IICA. 21 p. Consultado oct. 2022. Disponible en [https://www.procisur.org.uy/adjuntos/80ca732ba9b2\\_Guayabo-PROCISUR.pdf](https://www.procisur.org.uy/adjuntos/80ca732ba9b2_Guayabo-PROCISUR.pdf)
9. Carballo, S. 2003. Fisiología de la respiración y transpiración de frutas y hortalizas. (en línea). Canelones, INIA. 18 p. Consultado dic. 2022. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9987/1/Carballo-S.-2003.pdf>
10. El Gharras, H. 2009. Polyphenols: food sources, properties and applications: a review. (en línea). Food Science & Technology. 44(12): 2512 - 2518. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02077.x>
11. EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, BR). 2020. Pesquisa da EPAGRI quer popularizar a goiaba-serrana no Brasil. (en línea). Santa Catarina. s.p. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/03/20/projeto-da-epagri-quer-popularizar-a-goiaba-serrana-no-brasil>
12. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 1987. Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas. (en línea). Santiago de Chile. s.p. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://www.fao.org/3/x5055s/x5055S00.htm#Contents>
13. Feippe, A.; Peralta Altier, G.; Ibáñez, F.; Vignale, B.; Cabrera, D.; Zoppolo, R. 2008. Valor nutricional de los frutos nativos del Uruguay *Eugenia uniflora* (Pitanga); *Psidium cattleianum* (Arazá); *Acca sellowiana* (Guayabo del país) y *Myrcianthes pungens* (Guaviyú). (en línea). Revista INIA. no. 15: 32 - 34. Consultado may. 2022. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/927/1/18429221008130941.pdf>

14. Fischer, G.; Lasprilla, D. M.; Cayón, G.; Mazorra, M. 2003. Cultivo, poscosecha y exportación de la Feijoa (*Acca sellowiana* Berg). Bogotá, Produmedios. 152 p.
15. \_\_\_\_\_; Parra-Coronado, A.; Balaguera-López, H. 2020. Aspectos del cultivo y la fisiología de la feijoa (*Acca sellowiana* (Berg) Burret): una revisión. (en línea). Ciencia y Agricultura. 17(3): 11 - 24. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n3.2020.11386>
16. García, E.; Fernández, I.; Fuentes, A. 2015. Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. (en línea). Valencia, Universitat Politècnica de València. 9 p. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://riunet.upv.es/handle/10251/52056>
17. Guayabo: El fruto nativo que se comercializa por primera vez en la UAM. 2021. (en línea). s.l., Uruguay XXI. s.p. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://marcapaisuruguay.gub.uy/quayabo-el-fruto-nativo-que-se-comercializa-por-primera-vez-en-la-uam/#>
18. Gutiérrez, Á.; Ledesma, L.; García, I.; Grajales, O.; 2007. Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México. (en línea). Revista Cubana de Salud Pública. 33(1): 1 - 7. Consultado dic. 2022. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662007000100008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662007000100008)
19. Halvorsen, L.; Blomhoff, R. 2011. Validation of a quantitative assay for the total content of lipophilic and hydrophilic antioxidants in foods. (en línea). Food Chemistry. 127(2): 761 - 768. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.142>
20. Harman, J. E. 1987. Feijoa fruit: growth and chemical composition during development. (en línea). New Zealand Journal of Experimental Agriculture. 15(2): 209 - 215. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03015521.1987.10425561>

21. Herrera, D. 2018. Estudio de factibilidad para la exportación de pulpa de feijoa desde Colombia hacia Holanda. (en línea). Profesional en Mercadeo y Negocios Internacionales. Santiago de Cali, Colombia. Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. 145 p. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10099/T07762.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
22. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2019. Guayabo del país. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado dic. 2022. Disponible en <http://www.inia.uy/tecnolog%C3%ADas-por-sistemas/Sistema-vegetal-intensivo/Fruticultura/Frutos-nativos/Guayabo-del-pais>
23. INIA Uruguay. 2021. Zafra de Guayabo del país 2021 - Danilo Cabrera. (en línea, video). Consultado 14 dic. 2022. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=608CN0n1LtA>
24. Keller, H.; Tressens, S. 2007. Presencia en Argentina de dos especies de uso múltiple: *Acca sellowiana* (Myrtaceae) y *Casearia lasiophylla* (Flacourtiaceae). (en línea). Darwiniana. 45(2): 204 - 212. Consultado dic. 2022. Disponible en [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0011-67932007000200007](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0011-67932007000200007)
25. Lara, I.; Belge, B.; Goulao, L. 2014. Review - The fruit cuticle as a modulator of postharvest quality. (en línea). Postharvest Biology and Technology. 87: 103 - 112. Consultado nov. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.08.012>
26. León, K.; Mery, D.; Pedreschi, F.; León, J. 2006. Color measurement en L\* a\* b\* units from RGB digital images. (en línea). Food Research International. 39(10): 1084 - 1091. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.006>

27. Londoño, J. 2012. Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. (en línea). In: Garcés, L. ed. Desarrollo y transversalidad. Itaguí, Artes y Letras. pp. 129 - 162. (Serie Lasallista Investigación y Ciencia). Consultado oct. 2022. Disponible en <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/113/4/transversalidad.pdf>
28. Lotito, S.; Frei, B. 2003. Relevance of Apple polyphenols as antioxidants in human plasma: contrasting in vitro and in vivo effects. (en línea). Free Radical Biology & Medicine. 36(2): 201 - 211. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2003.10.005>
29. Parra-Coronado, A.; Hernández, J.; Camacho, J. 2006. Estudio de algunas propiedades físicas y fisiológicas precosecha de la pera variedad Triunfo de Viena. (en línea). Revista Brasileira de Fruticultura. 28(1): 55 - 59. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000100017>
30. \_\_\_\_\_; Fischer, G. 2013. Maduración y comportamiento poscosecha de la feijoa (*Acca sellowiana* (O.Berg) Burret): una revisión. (en línea). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 7(1): 98 - 110. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.17584/rcch.2013v7i1.2039>
31. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; Camacho, J. 2017. Post-harvest quality model of pineapple guava fruit according to storage and weather conditions of cultivation. (en línea). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 21(9): 634 - 639. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/sSfvKJDvsrgyTZQngS7vv7k/?lang=en>
32. Pasquariello, M. S.; Mastrobuoni, F.; Di Patre, D.; Zampella, L.; Capuano, L. R.; Scortichini, M.; Petriccione, M. 2015. Agronomic, nutraceutical and molecular variability of feijoa (*Acca Sellowiana* (O.Berg) Burret) germplasm. (en línea). Scientia Horticulturae. 191: 1 - 9. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423815002496?via%3Dihub>

33. Pathare, P.; Opara, U.; Al-Said, F. 2013. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. (en línea). Food and Bioprocess Technology. 6: 36 - 60. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11947-012-0867-9>
34. Puppo, M.; Rivas, M.; Franco, J.; Barbieri, R. L. 2015. Propuesta de descriptores para *Acca sellowiana* (Berg.) Burret. (en línea). Revista Brasileira de Fruticultura. 36(4): 957 - 970. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://www.scielo.br/j/rbf/a/yYH7Jtnx9Yt6FzPPQqS5f8B/?lang=es#>
35. Quintero, O. 2012. Feijoa (*Acca sellowiana* Berg). In: Fischer, G. ed. Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Bogotá, Produmedios. pp. 443 - 473.
36. Santos-Buelga, C.; Tomás-Barberán, F. A. 2001. Sustancias fitoquímicas de frutas y hortalizas, su posible papel beneficioso para la salud. (en línea). Barcelona, Interempresas. s.p. Consultado dic. 2022. Disponible en <http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/108217-Sustancias-fitoquimicas-de-frutas-y-hortalizas-su-posible-papel-beneficioso-para-la-salud.html>
37. Schotsmans, W. C.; Thorp, G.; Woolf, A. B. 2011. Feijoa (*Acca sellowiana* [Berg] Burret). In: Yahia, E. M. ed. Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Oxford, Woodhead. pp. 15 - 133.
38. Silveira, A. C.; Oyarzún, D.; Zaccari, F.; Rivas, M. 2015. Determinación de algunos atributos de calidad en frutos de guayabo del país (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) en diferentes estados de maduración. (en línea). Agrociencia (Uruguay). 19(1): 24 - 30. Consultado mar. 2022. Disponible en [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2301-15482015000100003](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482015000100003)

39. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2016. Evaluación de la calidad poscosecha en frutos de guayabo del país (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). (en línea). *Agrociencia* (Uruguay). 20(2): 14 - 21. Consultado mar. 2022. Disponible en [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S2301-15482016000200003&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S2301-15482016000200003&script=sci_abstract)
40. \_\_\_\_\_. 2017. Uso de aditivos y métodos físicos para mantener la calidad de los productos de IV gama o mínimamente procesados. (en línea). *Agrociencia* (Uruguay). 21(1): 1 - 6. Consultado jun. 2022. Disponible en [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2301-15482017000100001&lng=es](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482017000100001&lng=es).
41. Sozzi, G. O. 2007. Árboles frutales: ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 805 p.
42. Speroni, G.; Mazzella, C.; Vignale, B.; Pritsch, C.; Cabrera, D.; Bonifacino, M.; Quezada, M.; Silva, M.; Jolochin, G.; Tardáguila, A.; Gaiero, P.; Millán, C.; Trujillo, C. 2012. Estudios biológicos y taxonómicos en la especie frutal nativa *Psidium Cattleyanum* (*Myrtaceae*). (en línea). In: Encuentro Nacional sobre Frutos Nativos (6°. , 2005, Canelones). Trabajos presentados. Canelones, INIA. pp. 23 - 35. (Serie de Actividades de Difusión no. 679). Consultado dic. 2022. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2363/1/18429030512102227.pdf>
43. Thorp, G.; Bielecki, R. 2002. Feijoas: origins, cultivars and uses. Auckland, David Bateman. 88 p.
44. Tomás-Barberán, F.; Ferreres, F.; Gil, M. 2000. Antioxidant phenolic metabolites from fruit and vegetables and changes during postharvest storage and processing. (en línea). *Studies in Natural Products Chemistry*. 23: 739 - 795. Consultado oct. 2022. Disponible en [https://www.academia.edu/25538735/Antioxidant\\_phenolic\\_metabolites\\_from\\_fruit\\_and\\_vegetables\\_and\\_changes\\_during\\_postharvest\\_storage\\_and\\_processing](https://www.academia.edu/25538735/Antioxidant_phenolic_metabolites_from_fruit_and_vegetables_and_changes_during_postharvest_storage_and_processing)

45. \_\_\_\_\_. 2003. Los polifenoles de los alimentos y la salud. (en línea). Alimentación, nutrición y salud. 10(2): 41 - 53. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://digital.csic.es/handle/10261/18042>
46. Urraburu, M. 2017. Comportamiento poscosecha y funcional de materiales genéticos de guayabos del país (*Acca sellowiana* (O.Berg) Burret) y arazá (*Psidium cattleianum* Sab). (en línea). Tesis Mag. Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 157 p. Consultado mar. 2022. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/24161/1/UrraburuBord%C3%B3nMariana.pdf>
47. Vela, P.; Salinero, C.; Piñón, P.; Sainz, M. J. 2009. Características del fruto de *Acca sellowiana* cultivada en Galicia. (en línea). In: Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas (6º., 2009, Logroño). Resúmenes. Logroño, Consejería de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. pp. 170 - 175. Consultado dic. 2022. Disponible en <http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2054.%20VI%20Congreso%20Ib%C3%A9rico%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas.%20XII%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Comunicaciones/Caracter%C3%ADsticas%20del%20fruto%20de%20Acca%20sellowiana%20cultivada%20en%20Galicia.pdf>
48. Velho, A.; Amarante, C.; Argenta, L.; Steffens, C. 2011. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade pós-colheita de goiabas serranas. (en línea). Revista Brasileira de Fruticultura. 33(1): 14 - 20. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000016>
49. Vignale, B.; Cabrera, D.; Rodríguez, P.; Nebel, J. P.; Zoppolo, R. 2015. Selección de frutas nativas: avances. (en línea). In: Encuentro Nacional sobre Frutos Nativos (7º., 2015, Colonia). Trabajos presentados. Colonia, INIA. pp. 17 - 22. (Serie Actividades de Difusión no. 745). Consultado dic. 2022. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/10694/1/sad-745-p.17-22.pdf>

50. Zaccari, F.; Del Puerto, M.; Vignale, B.; Pritsch, C. 2017. Parámetro colorimétricos y contenido de pigmentos en cinco colores de cáscara de fruto de guayabo (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). (en línea). Agrociencia (Uruguay). 21(2): 23 - 30. Consultado oct. 2022. Disponible en [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S2301-15482017000200023&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S2301-15482017000200023&script=sci_abstract&tlng=es)
51. Zapata, L. M.; Malleret, A. D.; Quinteros, C. F.; Lesa, C. E.; Vuarant, C. O.; Rivadeneira, M. F.; Gerard, J. A. 2010. Estudio sobre cambios de la firmeza de bayas de arándanos durante su maduración. (en línea). Ciencia, Docencia y Tecnología. 21(41): 159 - 171. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14515335008>
52. Zhu, F. 2018. Chemical and biological properties of feijoa (*Acca sellowiana*). (en línea). Trends in Food Science & Technology. 81: 121 - 131. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224418304606?via%3Dihub>