

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y AGROAMBIENTAL



**“Caracterización Morfológica, Cualitativa y
Nutricional de 8 Variedades de Naranja Sanguina
injertadas sobre *Citrus macrophylla*”**

UNIVERSITAS
Miguel Hernández

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio-2023

Autor: Iván Ortuño Hernández

Tutor/es: Pilar Legua Murcia

Manuel Ballesta de los Santos

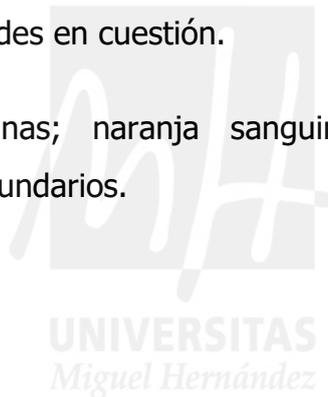
Resumen:

La citricultura juega un papel importante dentro de la economía agraria de nuestra zona. La introducción de nuevas variedades de cítricos puede resultar en un impulso a aumentar la competitividad en cuanto a la importancia de la agricultura de los cítricos en el sureste español.

Además la introducción de dichas variedades como es el caso de la presente investigación nos lleva a estudio el de las naranjas sanguinas presente cualidades de mejora en la salud de los ciudadanos es un valor añadido al producto que se quiere producir.

Por estas razones tiene sentido la realización de este estudio para conocer en mayor profundidad las características tanto morfológicas, como cualitativas y nutricionales de las variedades en cuestión.

Palabras clave: antocianinas; naranja sanguina; compuestos bioactivos; metabolitos primarios y secundarios.



Abstract:

Citriculture plays an important role in the agricultural economy of our region. The introduction of new citrus varieties can lead to a boost in competitiveness regarding the significance of citrus agriculture in the southeastern region of Spain.

Moreover, the introduction of such varieties, as is the case with blood oranges under study, which possess health-enhancing qualities for consumers, adds value to the desired product.

For these reasons, conducting this study makes sense as it aims to deepen our understanding of the morphological, qualitative, and nutritional characteristics of the specific varieties.

Keywords: anthocyanins; blood orange; bioactive compounds; primary and secondary metabolites.



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo agradecer a mis padres y a mi familia por el apoyo constante que he recibido de su parte.

A mis tutores de trabajo fin de grado, a Pilar y a Manuel por estar siempre apoyándome en el desarrollo de este trabajo.

Y en último lugar, a mis profesores universitarios, por haberme instruido en múltiples áreas de la agricultura.



ÍNDICE

I INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. ORIGEN Y ANTECEDENTES.....	15
1.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.....	16
1.2.1. A nivel mundial.....	16
1.2.2. A nivel europeo.....	17
1.2.3. En España.....	18
1.3. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO.....	20
1.3.1. Clasificación botánica.....	20
1.3.2. Descripción de variedades de naranjas sanguinas.....	21
A. "Sanguinelli".....	21
B. "Tarocco".....	22
C. "Moro".....	23
1.3.3. Requerimientos del cultivo.....	23
A. Edafoclimáticos.....	23
B. Hídricos.....	24
C. Nutricionales.....	24
II OBJETIVOS.....	26
III PLAN DE TRABAJO.....	29
IV MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
4.1. Material vegetal y diseño experimental.....	33
4.2. Determinación de parámetros morfológicos del fruto.....	33
4.3. Caracterización de parámetros en cuanto a calidad del zumo.....	33
4.4. Análisis de metabolitos primarios con espectroscopia de resonancia magnética.....	34
4.5. Análisis de metabolitos secundarios por detección de la matriz de diodos por HPLC-Detección de ionización por electrospray-espectrometría de masa.....	35
4.6. Análisis estadístico.....	36
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
5.1. Caracteres morfológicos.....	38
5.2. Caracteres cualitativos.....	40
5.3. Caracterización de la corteza externa y del color del jugo.....	41
5.4. Análisis de metabolitos primarios.....	43
5.5. Análisis de metabolitos secundarios.....	46

VI CONCLUSIÓN.....	51
VII BIBLIOGRAFÍA.....	54





ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficie cultivada y producción de cítricos y naranjas a nivel mundial (FAO, 2021).....	16
Tabla 2. Producción de cítricos en la Unión Europea (FAO, 2021).....	17
Tabla 3. Superficie cultivada de cítricos en la Unión Europea (FAO, 2021).....	17
Tabla 4. Producción de naranjas en la Unión Europea y países de mayor importancia (FAO, 2021).....	18
Tabla 5. Superficie cultivada de naranjas en la Unión Europea y países de mayor importancia (FAO, 2021).....	18
Tabla 6. Superficie cultivada y producción de cítricos y naranjas en España (FAO, 2021).....	18
Tabla 7. Superficie cultivada de cítricos por CCAA/Provincias en España (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).....	19
Tabla 8. Superficie cultivada de naranjas por CCAA/Provincias en España (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).....	19
Tabla 9. Taxonomía naranjas sanguinas.....	21
Tabla 10. Parámetros morfológicos obtenidos de las variedades de naranjas sanguinas estudiadas.....	38
Tabla 11. Parámetros cualitativos obtenidos de las variedades de naranjas sanguinas estudiadas.....	40
Tabla 12. Parámetros de color obtenidos de la corteza de las variedades de naranjas sanguinas estudiadas.....	41
Tabla 13. Parámetros de color obtenidos del jugo de las variedades de naranjas sanguinas estudiadas.....	42
Tabla 14. Metabolitos primarios obtenidos de las variedades de naranjas sanguinas estudiadas.....	43
Tabla 15. Metabolitos secundarios obtenidos de las variedades de naranjas sanguinas estudiadas.....	48



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales variedades de naranjas sanguinas (Habibi y col., 2022)...	21
Figura 2. Diagrama de flujo del trabajo.....	31
Figura 3. Concentración de antocianinas, flavonas y flavanonas de las variedades de naranjas sanguinas estudiadas.....	47



I INTRODUCCIÓN



I INTRODUCCIÓN

1.1. ORIGEN Y ANTECEDENTES

La aparición más lejana en el tiempo de la que se tiene constancia sobre los agrios, se localiza en China en el libro "Libro de la Historia", con origen en el siglo V a. C. (González, 1968).

La procedencia de los agrios se localiza en Asia oriental (Borrego, 1998). España tiene una tradición cítrica muy antigua (Fonfría, Conejos y Valor, 2003). En la península ibérica, se tienen citas de los agrios con origen en la edad media, extendiéndose las plantaciones de estos de manera importante durante el siglo XX. Llegando a convertirse en un cultivo de referencia de varias regiones de la península principalmente en el litoral levantino (Zaragoza y col., 2011).

Respecto a las naranjas dulces (*Citrus sinensis* L. Osbeck), existen dos grupos principales. Naranjas rubias, las cuales están muy extendidas en casi todos los países donde se cultivan los cítricos. Y naranjas sanguinas, las cuales se cultivan principalmente donde el clima favorece la creación del pigmento rojo. Dicho color rojo presente en las naranjas sanguinas procede del pigmento antocianina. Este pigmento se trata de un flavonoide el cual está presente en la cáscara y en la pulpa de estos frutos. La cantidad de este pigmento en los frutos depende de factores como el patrón, el cultivar, madurez, localización, así como el medio ambiente (Lo Piero, 2015; Lana y col., 2021).

Las Naranjas Sanguinas presentan su origen en una mutación genética espontánea que se dio en China, resultado de los movimientos migratorios por el Mediterráneo (Barreca y col., 2016).

Las Naranjas Sanguinas han tenido un aumento de popularidad en los últimos años a nivel mundial (Simons y col., 2019). En Italia el cultivo de estas naranjas tiene una larga tradición, pero en España la producción ha aumentado en los últimos años. El aumento de la producción de este tipo de naranjas se

debe a dos factores fundamentales una su color particular que llama la atención de los consumidores así como su contenido en antocianinas con alto poder antioxidante (Pina y col., 2019).

Respecto a las variedades las más apreciadas son en España la "Sanguinelli" y en Italia la "Tarocco" y "Moro" (Tadeo y col., 2020).

1.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

1.2.1. A nivel mundial

A nivel mundial los cítricos son el cultivo de frutales principal, cultivándose en más de 100 países de clima tanto tropical como subtropical. Según la FAO, en 2021 la superficie total destinada al cultivo de cítricos a nivel mundial ascendía a más de 10 millones de ha. Con una producción total de 161 millones de toneladas (FAO, 2021).

Respecto al cultivo total de naranjas, en cuanto a la superficie cultivada en 2021 ascendía a casi 4 millones de ha. Con una producción total de 75,5 millones de toneladas (FAO, 2021).

Tabla 1. En la siguiente tabla se muestra la superficie cultivada y la producción total tanto de naranjas como del total de los cítricos a nivel mundial, obtenida de la FAO (FAOSTAT, 2021).

Elemento	Producto	Unidad	Valor (mill.)
Área cosechada	Naranjas	ha	3,93
Producción	Naranjas	toneladas	75,57
Área cosechada	Cítricos, total	ha	10,22
Producción	Cítricos, total	toneladas	161,80

Casi el 10 % de la producción de naranjas a nivel mundial se destina a comercializarse como fruta fresca, siendo la mayor parte de la producción destinada a la industria de zumos. A nivel mundial, Europa y Rusia son los principales importadores de naranja. Destacando Alemania con una participación en dichas importaciones de más del 8 %. Respecto a las exportaciones de naranjas destaca España con casi el 26 % (Bravo, 2014).

1.2.2. A nivel europeo

Dentro de la Unión Europea la producción de cítricos total asciende a casi 11,5 millones de toneladas, con una superficie total de más de medio millón de hectáreas destinadas al cultivo de cítricos. Respecto a la producción así como a la superficie destinada para su cultivo, dentro de la Unión Europea destacan las naranjas con casi 6,6 millones de toneladas y más de 260.000 ha destinadas a su cultivo, seguido de las mandarinas y los limones, en ese orden de importancia (FAO, 2021).

Tabla 2. En la siguiente tabla se muestra la producción de cítricos, tanto del total de cítricos como por tipo de este (FAOSTAT, 2021).

Área	Elemento	Producto	Año	Unidad	Valor
Unión Europea	Producción	Cítricos, total	2021	toneladas	11.498.700,00
Unión Europea	Producción	Naranjas	2021	toneladas	6.587.950,00
Unión Europea	Producción	Mandarinas	2021	toneladas	3.128.880,00
Unión Europea	Producción	Limonos y limas	2021	toneladas	1.626.770,00
Unión Europea	Producción	Pomelos	2021	toneladas	114.500,00
Unión Europea	Producción	Otras frutas cítricas	2021	toneladas	40.600,00

Tabla 3. En la siguiente tabla se muestra la superficie destinada al cultivo de cítricos, tanto del total de cítricos como por tipo de este. (FAOSTAT, 2021).

Área	Elemento	Producto	Año	Unidad	Valor
Unión Europea	Área cosechada	Cítricos, total	2021	ha	518.150,00
Unión Europea	Área cosechada	Naranjas	2021	ha	274.820,00
Unión Europea	Área cosechada	Mandarinas	2021	ha	152.380,00
Unión Europea	Área cosechada	Limonos y limas	2021	ha	83.050,00
Unión Europea	Área cosechada	Pomelos	2021	ha	4.050,00
Unión Europea	Área cosechada	Otras frutas cítricas	2021	ha	3.850,00

Respecto a la producción de naranjas en la Unión Europea, en 2021 ascendió a casi 6,6 millones de toneladas en casi 275.000 ha de superficie repartidas. En cuanto a países en producción y en superficie destaca España con más de 3,6 millones de toneladas seguido de Italia, Grecia y Portugal respectivamente (FAO, 2021).

Tabla 4. En la siguiente tabla se muestra la producción de naranjas tanto en el total en la Unión Europea como en los países de mayor relevancia (FAOSTAT, 2021).

Área	Elemento	Producto	Año	Unidad	Valor
Unión Europea	Producción	Naranjas	2021	toneladas	6.587.950,00
España	Producción	Naranjas	2021	toneladas	3.604.800,00
Italia	Producción	Naranjas	2021	toneladas	1.770.910,00
Grecia	Producción	Naranjas	2021	toneladas	818.160,00
Portugal	Producción	Naranjas	2021	toneladas	363.920,00

Tabla 5. En la siguiente tabla se muestra la superficie destinada al cultivo de naranjas en el total de la Unión Europea y en los países de mayor relevancia (FAOSTAT, 2021).

Área	Elemento	Producto	Año	Unidad	Valor
Unión Europea	Área cosechada	Naranjas	2021	ha	274.820,00
España	Área cosechada	Naranjas	2021	ha	143.170,00
Italia	Área cosechada	Naranjas	2021	ha	84.240,00
Grecia	Área cosechada	Naranjas	2021	ha	28.060,00
Portugal	Área cosechada	Naranjas	2021	ha	17.250,00

En el caso de las naranjas pigmentadas y su cultivo dentro de Europa, la producción de dichas naranjas pertenece principalmente a Italia. En los otros países como España donde se cultivan la producción nunca llega a una importancia relevante (FAOSTAT, 2021).

En el caso de Italia las naranjas pigmentadas representan el 70 % de la producción total de naranjas cultivadas, mientras que en otros países como España sólo representan el 0,7 % de la producción total, lo que señala el potencial de crecimiento que pueden tener las variedades de naranjas pigmentadas en España (FAOSTAT, 2021).

1.2.3. En España

En España los cítricos son los principales frutales cultivados, con una superficie total de 300.500 ha y una producción total de casi 7 millones de toneladas en 2021. En España las naranjas representan el 53 % de la producción total de cítricos producidos, con una producción total de 3,6 millones de toneladas en una superficie de más de 140.000 ha (FAO, 2021).

Tabla 6. En la siguiente tabla se muestra la superficie cultivada y la producción total tanto de

naranjas como del total de los cítricos en España (FAOSTAT, 2021).

Elemento	Producto	Unidad	Valor (mill.)
Área cosechada	Naranjas	ha	0,14
Producción	Naranjas	toneladas	3,60
Área cosechada	Cítricos, total	ha	0,30
Producción	Cítricos, total	toneladas	6,71

Tabla 7. Superficie destinada al cultivo de cítricos por comunidad autónoma o provincia en España en 2021 (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).

CCAA / PROVINCIAS	SUPERFICIES ANUALES (ha) 2021
Andalucía	88.876
Asturias	
C. Valenciana	158.785
Cantabria	8
C. y León	3
Cataluña	9.120
Extremadura	68
Galicia	275
I. Baleares	2.130
I. Canarias	1.298
Murcia	39.940
País Vasco	1
ESPAÑA	300.504

En España cómo se observa en la siguiente gráfica que representa la superficie total de cítricos por comunidad autónoma en España. La principal comunidad productora de cítricos es la Comunidad Valenciana seguida de Andalucía y Murcia. Con un total de más 300.000 ha utilizadas para el cultivo de cítricos en España (REGPEA, 2021).

Tabla 8. Superficie destinada al cultivo de naranja por comunidad autónoma o provincia en España en 2021 (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).

CCAA / PROVINCIAS	SUPERFICIES ANUALES (ha) 2021
Andalucía	60.529
Asturias	
C. Valenciana	70.668
Cantabria	
C. y León	3
Cataluña	2.293
Extremadura	61
Galicia	84
I. Baleares	1.677
Canarias	913
Murcia	6.945
ESPAÑA	143.173

Respecto al cultivo específico de naranja, en España cómo se observa en la siguiente gráfica que representa la superficie total de cultivo de naranja por comunidad autónoma en España. La principal comunidad productora de naranjas es la Comunidad Valenciana seguida de Andalucía y en menor medida Murcia. Con un total de más 143.000 ha utilizadas para el cultivo de cítricos en España (REGIPA, 2021).

En España, en 2018 de las casi 140.000 hectáreas destinadas a la producción de naranjas tan solo 937 hectáreas eran cultivadas en naranjas sanguinas pigmentadas. Mientras que en los años más recientes está habiendo una tasa de plantaciones nuevas del 4 % (MAPA, 2018).

1.3. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

1.3.1. Clasificación botánica

En el caso del sistema taxonómico de los cítricos el cual está fechado en siglo XIX, este se basó tanto en el origen de dichas especies como en las características morfológicas de esta por medio de Engler y Hooker (Fonfría, 2000). Más tarde esta caracterización taxonomía sufrió rectificaciones hasta finalmente dividir a los cítricos cultivados en tres géneros, *Fortunella*, *Poncirus* y *Citrus*.

Respecto a la clasificación botánica de los cítricos y de manera más

específica las especies comerciales de estos pertenecen a la familia de las Rutáceas. En la siguiente tabla se desglosa de manera detallada la taxonomía de las especies de cítricos de naranjas sanguinas (Fonfría, 2000; Zaragoza y col., 2011; Legua y col., 2021).

Tabla 9. Taxonomía naranjas sanguinas (*Citrus sinensis* L. Osbeck) (Fonfría, 2000).

REINO	Plantae
DIVISIÓN	Embriophyta
SUBDIVISIÓN	Siphonogama
CLASE	Angiospermae
SUBCLASE	Dicotyledonae
SUPERORDEN	Rutanae
ORDEN	Rutales
FAMILIA	Rutaceae
SUBFAMILIA	Aurantioideae
GÉNERO	<i>Citrus</i>
ESPECIE	<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck

1.3.2. Descripción de variedades de naranjas sanguinas

En la siguiente imagen se pueden apreciar las principales variedades de naranjas sanguinas. En términos de pigmentación la variedad "Moro" es la de mayor pigmentación frente a la variedad "Tarocco" la cual tiene la pigmentación menor de las principales variedades.



Figura 1. Principales variedades de naranjas sanguinas (Habibi y col., 2022).

A. "Sanguinelli"

La variedad "Sanguinelli" tiene su origen en una mutación espontánea la

cual se detectó en 1929 en Castellón, España, en un árbol de doble fina (Aznar, 1999).

Respecto a su morfología, se trata de árboles vigorosos de tamaño medio, achaparrados, con hojas verde claro de color poco brillante. Los frutos tienen una corteza fina y brillante, tanto la corteza como la pulpa presentan zonas rojizas. Finalmente su zumo es altamente aromático (Aznar, 1999). El fruto se conserva bastante bien en el árbol durante meses debido a su mayor adherencia al pedúnculo que en el caso de otras variedades de este grupo (Hervalejo, Salguero y Arenas, 2010).

Se trata de una variedad comercial muy productiva, comenzando su recolección a mediados de enero. En la actualidad su cultivo en España se encuentra bastante reducido (Aznar, 1999). Aunque en el pasado lideró el cultivo de naranja sanguina en España (Hervalejo, Salguero y Arenas, 2010).

B. "Tarocco"

La variedad "Tarocco" tiene su origen en una selección realizada sobre la variedad italiana Sanguigno (Hervalejo, Salguero y Arenas, 2010).

En cuanto a la morfología de la variedad "Tarocco", son árboles de tamaño medio y con una forma irregular. En cuanto a su fruto, tiene un tamaño medio, con forma redonda y prácticamente sin semillas. La corteza cuando se madura se torna a un color naranja-rojizo. En el caso de la pulpa tiene una textura tierna y se encuentra coloreada. Por último, su zumo es muy aromático, además de presentar un perfecto equilibrio entre azúcar y acidez (Hervalejo, Salguero y Arenas, 2010).

La variedad "Tarocco" es medianamente productiva, realizándose su recolección a finales de enero. En el caso de esta variedad la resistencia a permanecer en el árbol es menor respecto a otras del grupo pudiendo llegar a perder sus condiciones comerciales (Hervalejo, Salguero y Arenas, 2010).

C. "Moro"

La variedad "Moro" es de origen reciente, de hecho, actualmente se piensa que puede proceder de la variedad "Sanguinello Moscato" (Hervalejo, Salguero y Arenas, 2010).

Respecto a la morfología de esta variedad sus árboles tienen un vigor moderado y un tamaño medio. Sus frutos son muy variables, pudiendo presentar o no semillas, así como su corteza puede ser más o menos rojiza. La variedad "Moro" se distingue entre las de su grupo porque la pigmentación de la pulpa se desarrolla pronto y con un color violeta-rojizo. Presenta un alto contenido en zumo (Hervalejo, Salguero y Arenas, 2010). Es la variedad de naranjas pigmentadas que presenta las mayores concentraciones de antocianina (Habibi y col., 2020).

Se trata de una variedad altamente productiva. Su periodo de recolección se encuentra desde enero hasta febrero (Hervalejo, Salguero y Arenas, 2010).

1.3.3. Requerimientos del cultivo

A. Edafoclimáticos

En cuanto a las exigencias edáficas de los cítricos, es importante destacar que tienen la capacidad de absorción de nutrientes. Esto se debe a que el sistema radicular de estos es muy superficial de aquí radica la importancia de tener en cuenta las características edáficas donde se vayan a llevar a cabo el cultivo de cítricos. Estos prefieren suelos de textura ligera tales como texturas francas, franco arenosas y franco arcillosas. Los cítricos se desarrollan de manera eficiente entre un intervalo de pH de entre 5,5 a 6. Puesto que fuera de este rango los cítricos pueden sufrir problemas de acumulación de sales o incluso deficiencias de micronutrientes (Molina, 2000).

Por otro lado, en cuanto a los requerimientos climáticos, los cítricos son

plantas de hoja perenne, en las cuales las temperaturas bajas son el factor de mayor influencia en cuanto a la distribución de su cultivo. Siendo las temperaturas el factor climático de mayor relevancia, provocando heladas a bajas temperaturas o problemas fisiológicos como de cuaje a altas temperaturas. Concluyendo en unos requerimientos térmicos de una temperatura mínima de 10°C, una temperatura óptima de 20°C y finalmente una temperatura máxima de 35°C (IIP, 2000).

B. Hídricos

En los cítricos se practica el riego en las áreas de cultivo de estos, salvo en el caso de los trópicos húmedos existe la suficiente humedad para el desarrollo adecuado de estos. Los agrios son plantas sensibles a la salinidad, en las cuales una acumulación en exceso de Na^{2+} y Cl^- pueden provocar toxicidad (IIP, 2000). Así como la presencia excesiva de boro puede causar un grave problema de toxicidad en los agrios (Aznar, 2006).

Las necesidades hídricas en el caso de los agrios, se encuentran entre los 7.500 y 12.000 m³ por año según las pérdidas producidas por evapotranspiración. En el área mediterránea se necesita de la práctica del riego debido a que no se cumplen estas exigencias hídricas de forma natural (Fonfría, 2000).

C. Nutricionales

Para el crecimiento de los agrios y para que estos produzcan frutos es necesario importantes cantidades de nutrientes minerales disponibles en el suelo. Dichos nutrientes necesitan ser reemplazados para conseguir un nivel de fertilidad en el suelo estable, consiguiendo rendimientos adecuados en la producción de los agrios. En consonancia con mantener unas prácticas adecuadas de riego y drenaje, fitosanitario así como unas condiciones estructurales del suelo adecuadas (IIP, 2000).

Los cítricos durante todo el año durante todo el año se encuentran

absorbiendo nutrientes, aumentando esta absorción durante la floración y la fructificación. El Ca^{2+} es el elemento que se encuentra en mayor cantidad en las partes vegetativas de la planta. Más tarde en cantidad destacan el nitrógeno (N) y el potasio (K^+). En el caso del potasio este se encuentra en su mayoría en los frutos (Molina, 2000).



II OBJETIVOS



II OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio fue llevar a cabo la caracterización de ocho variedades de naranjas sanguinas o tipo sangre en igualdad de condiciones ambientales. Para ello se realizó un análisis de los parámetros morfológicos del fruto y cualitativos tanto del fruto como de su zumo. Junto al análisis en cuanto a contenido de metabolitos primarios, así como de metabolitos secundarios del zumo de cada variedad. La variedad en cuestión se cultivaron en condiciones del sureste español y se encontraban injertadas sobre el patrón *Citrus macrophylla*. Las variedades eran: "Sanguinelli", "Tarocco Sant'Alfio", "Tarocco Dalmuso", "Tarocco Rosso", "Tarocco Gallo", "Tarocco Scirè", "Tarocco Meli" y "Moro". Esta caracterización de los principales compuestos de interés matronal en dichas variedades de naranjas sanguinas de procedencia tanto española como italiana. Se justifica tanto para aumentar la información disponible para el consumidor así como principalmente para aumentar el conocimiento sobre estas variedades, para conocer tanto el material vegetal como la calidad de los productos obtenidos de este. Para la consecución de este objetivo general, se plantean los siguientes objetivos parciales:

En dicha caracterización morfológica se pretende obtener los principales parámetros morfológicos de cada conjunto patrón-variedad estudiados en este trabajo. Dichos parámetros morfológicos son: peso, calibre, número de carpelos, número de semillas, peso de la corteza y el peso del zumo.

En la caracterización cualitativa se pretende obtener un análisis físico-químico detallado de cada conjunto patrón-variedad. Estudiando en dicho análisis los parámetros de pH, SST, TA y MI.

Para obtener la información nutricional de los conjuntos patrón-variedad estudiados se pretende realizar una caracterización nutricional. En dicha caracterización nutricional se va a analizar los metabolitos primarios (Aminoácidos, Azúcares y Ácidos orgánicos) y los metabolitos secundarios

Caracterización de 8 Variedades de Naranja Sanguina sobre *Citrus macrophylla*

(Antocianinas, Flavonas y Flavanonas).



III PLAN DE TRABAJO



III PLAN DE TRABAJO

En el esquema a continuación se representa de forma resumida el procedimiento de trabajo realizado con la llegada de las naranjas al laboratorio.

En primer lugar, se procedió a realizar una limpieza de todas las muestras de forma manual de la superficie de la fruta con agua destilada, con la finalidad de eliminar restos de polvo y suciedad que hubiera en la superficie. En segundo lugar, se procedió a realizar el reportaje fotográfico de la parte externa de la fruta, el análisis del color de la corteza ($n = 50$), el peso y el calibre de la fruta ($n = 25$). En tercer lugar, se hizo el análisis destructivo de los frutos, se cortó cada fruto por la mitad y determinando el número de carpelos y también el número de semillas, así como el grosor de la corteza ($n = 25$) y un reportaje fotográfico de la parte interna de la fruta. Seguidamente, de cada variedad de naranja sanguina, se obtuvo el jugo de 25 piezas de fruta por medio de un exprimidor comercial. Anteriormente, las 25 piezas de fruta se dividieron en seis réplicas (cada una con 4 o 5 frutas) ($n = 6$) con la finalidad de realizar la caracterización de los parámetros cualitativos (pH, TSS, TA, MI y color del jugo), así como se procedió a la realización del análisis metabólico (15 mL por réplica), almacenando las muestras a -80°C hasta el momento de realizar dicho análisis.

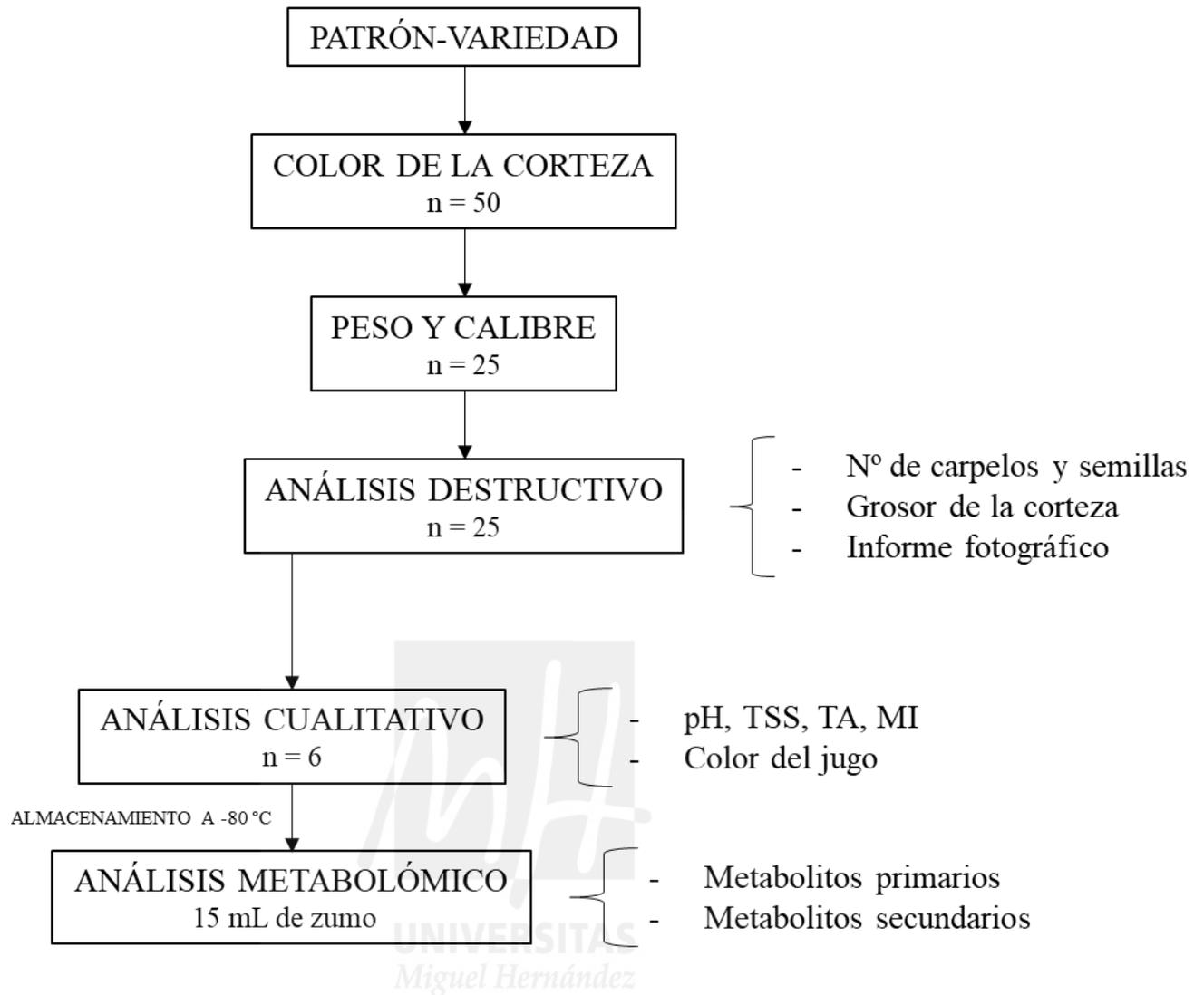


Figura 2. Diagrama de flujo del trabajo.

IV MATERIALES Y MÉTODOS



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

IV MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Material vegetal y diseño experimental

Se recolectaron las variedades de naranjas sanguinas. Siendo la procedencia de dichas variedades mutaciones que se han dado de forma espontánea en naranjas sanguinas Double Fine. Las variedades utilizadas para este trabajo son "Tarocco Sant'Alfio", "Tarocco Dalmuso", "Tarocco Rosso", "Tarocco Gallo", "Tarocco Scirè", "Tarocco Meli" y "Moro". Todas estas variedades se encontraban injertadas sobre el patrón *Citrus macrophylla*. La localización de dichas plantas está en una finca de tipo experimental en Orihuela, España. Respecto a las características de esta finca se determinó una EC de 0.44 dS m^{-1} a una temperatura de 20°C , un pH de 7.25 a una temperatura de 12°C y finalmente se una humedad relativa del 58% en el momento de la cosecha de los frutos de las plantas en cuestión. La fruta, la cual fue recolectada en la etapa de madurez fisiológica de manera manual, con la finalidad de garantizar con los estándares comerciales una analogía. Respecto al transporte de los frutos este se dio con una adecuada ventilación hasta el laboratorio y comenzando el mismo día de la recolección el estudio de los frutos.

4.2. Determinación de parámetros morfológicos del fruto

Por medio de una balanza digital (modelo BL-600; Sartorius, Göttingen, Alemania) se procedió a pesar los pesos de fruta y así como los pesos de la corteza. Para calcular el peso del jugo se resolvió por medio del cálculo de la diferencia de pesos que existía entre la fruta y la corteza. Por otro lado, de manera visual se contó el número de carpelos y de semillas. Respecto al calibre de los frutos y al grosor de la corteza de estos fue medido por medio de un medidor deslizante digital de tipo electrónico con una precisión de 0,01 mm (modelo CD-15 DC; Mitutoyo, Kawasaki, Japón).

4.3. Caracterización de parámetros en cuanto a calidad del zumo

Por medio de un pHmetro (modelo GLP21; Crison, Barcelona, España), fue determinado el pH del zumo de los frutos. Respecto al contenido de TSS se calculó por medio de un refractómetro digital Atago N1 (modelo N-1; Ltd, Tokio, Japón) a una temperatura de 20°C. Por otro lado el TA fue determinado con la ayuda de un dispositivo de valoración automática (877 Titrino plus, Metrohm, Herisau, Suiza) por medio de la homogeneización de 5 g de zumo de naranja sanguina agregándole 45 mL de agua destilada, con una titulación del pH con 0,1 M de NaOH hasta conseguir un pH de 8,1. Como el ácido cítrico es el ácido orgánico dominante en los frutos de naranjas sanguinas. Para proceder a determinar el índice de madurez (IM) se calculó por medio de la relación existente entre TSS/TA, en gramos de ácido cítrico por cada 100 mL.

Puerto que la caracterización del color se hizo de igual manera de la corteza y del jugo de los frutos como determina la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) y resultando como L^* , a^* , b^* . Por medio de un medidor de croma (Minolta C-300; Minolta Corp., Osaka, Japón) el cual contaba con un procesador DP-301 (Minolta Corp.) se determinaron las variables de color, como: (0 = negro, 100 = blanco), ($\downarrow a^*$ = verdor, $\uparrow a^*$ = enrojecimiento) y b^* ($\downarrow b^*$ = azul, $\uparrow b^*$ = amarillez). Los resultados obtenidos en las variables de color en el medidor de croma fueron usados en para calcular el grado de ángulo de tono mediante la ecuación ($H^\circ = \arctang(b^*/a^*) (1)^*$). Siendo 0° = rojo-púrpura, 90° = amarillo, 180° = azulado-verde y 270° = azul y croma.

Por otro lado por medio de la ecuación ($C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} (2)^*$) se halló la intensidad o saturación de color.

En estudios realizados anteriormente se aconsejó que tanto el croma (C^*) como el ángulo de matiz (H°) sean usadas ambas como las variables de color más sencillamente accesibles.

Finalmente en cuanto a la calidad del zumo por medio de la ecuación ($IC = 1000 a^*/L^* b^* (3)$) se determinó el índice de color (IC).

4.4. Análisis de metabolitos primarios con espectroscopia de resonancia magnética (1H RMN)

Centrándonos en los metabolitos primarios, el análisis de estos se realizó según se describe en (Choi y col., 2006) pero con ciertas modificaciones a continuación descritas. En primer lugar, se usaron 10 mL de jugo del fruto centrifugado ($15.000 \times g$ a una temperatura de 4°C con una duración de 10 min) filtrándose posteriormente con un filtro de $0,45 \mu\text{m}$ (Millipore, Burlington, MA, EUA). En segundo lugar, se realizó la mezcla de una alícuota de $130 \mu\text{L}$ a $70 \mu\text{L}$ de D_2O (óxido de deuterio) con un contenido de $0,1 \%$ p/v de TSP (sal sódica de ácido trimetilsilil propiónico) y $350 \mu\text{L}$ de CD_3OD (tetrauterometanol). La muestra fue volteada y filtrada posteriormente, seguidamente introduciéndose en 5 mm de ^1H RMN (Biospin; Bruker, Bremen, Alemania). Con la ayuda de un espectrómetro de RMN Bruker AVIII HD 500 1 H ($500,16 \text{ MHz}$ durante 1H), con una sonda criogénica CryoProbe Prodigy Broadband Observe de 5 mm (Biospin; Bruker, Bremen, Alemania) se registraron a 298 K todos los espectros de ^1H RMN. Obteniéndose los valores finalmente como gramo o miligramo de compuesto por litro de jugo de fruto.

4.5. Análisis de metabolitos secundarios por detección de la matriz de diodos por HPLC-Detección de ionización por electrospray-espectrometría de masa (HPLC-ESI-DAD-MSⁿ)

El análisis de los metabolitos secundarios se realizó tal y como se describe en (Legua y col., 2016) con unas ligeras modificaciones que son descritas a continuación. Centrándonos en el análisis de los compuestos fenólicos individualmente en el jugo de ocho naranjas sanguinas, en primer lugar, fueron mezclados 5 mL de jugo de fruto con 5 mL de MeOH, durante 3 minutos enrojeciéndose. Seguidamente por medio de un baño ultrasónico (limpiador ultrasónico de 2,7 L, Toctech) se realizó la extracción a lo largo de 15 minutos a una temperatura ambiente. Anteriormente a la inyección, durante 5 minutos se centrifugó a 5.000 rpm el extracto. Filtrándose por medio de una membrana de

nylon de 0,45 μm el sobrenadante. Por otro lado por medio de una serie 1100 HPLC-ESI-DAD-MSⁿ (Agilent, Waldbronn, Alemania) con un detector DAD acoplado a un espectrómetro se realizó el análisis cromatográfico. Interpretando los resultados como miligramos de compuesto por litro de jugo de fruto (mg L^{-1}).

4.6. Análisis estadístico

Respecto al análisis estadístico los datos experimentales son representados como la media de seis (pH, TSS, TA, MI, metabolitos primarios y secundarios) ($n = 6$), en el caso de los parámetros morfológicos veinticinco ($n = 25$) y en el caso de los parámetros de color cincuenta ($n = 50$) réplicas por variedad y con sus errores estándar.



V RESULTADOS Y DISCUSIÓN



V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de la morfología, cualidades cualitativas y tanto de los metabolitos primarios y secundarios presentes en las siguientes variedades de naranjas sanguinas, localizadas en el sureste español e injertadas sobre el patrón *Citrus macrophylla*: "Sanguinelli", "Tarocco Sant'Alfio", "Tarocco Dalmuso", "Tarocco Rosso", "Tarocco Gallo", "Tarocco Scirè", "Tarocco Meli" y "Moro". Las naranjas sanguinas destacan por sus numerosos beneficios sobre la salud por su riqueza en ácidos orgánicos, aminoácidos y otros compuestos activos como compuestos fenólicos o azúcares. En este estudio se observó que el genotipo tuvo una influencia importante en los parámetros que se estudiaron en cuanto a calidad del fruto y contenido en metabolitos primarios y metabolitos secundarios.

5.1. Caracteres morfológicos

Según (Rapisarda y Russo, 2000) la caracterización morfológica es de gran interés desde una visión comercial debido a la atribución de las piezas de fruta una pelabilidad adecuada para los consumidores, así como el número de semillas y su contenido de zumo. Centrándonos en la caracterización morfológica, encontramos que en la Tabla 10 se muestra por este orden el peso del fruto, el diámetro ecuatorial, la longitud del fruto, el grosor de la corteza, el número de carpelos, el número de semillas, el peso de la corteza, el peso del jugo, así como pH, TSS, TA y MI (TSS/TA). En cuanto a las preferencias de compra por parte de los consumidores los parámetros morfológicos son influyentes en este aspecto, siendo el calibre de la fruta un aspecto importante en la satisfacción de las necesidades de los consumidores (Musacchi y Serra, 2018).

Tabla 10. Parámetros morfológicos de las siguientes variedades de naranjas sanguinas injertadas sobre el patrón *Citrus macrophylla*: "Sanguinelli", "Tarocco Sant'Alfio", "Tarocco Dalmuso", "Tarocco Rosso", "Tarocco Gallo", "Tarocco Scirè", "Tarocco Meli" y "Moro".

Caracterización de 8 Variedades de Naranja Sanguina sobre *Citrus macrophylla*

Parámetros	"Sanguinelli"	"Tarocco Sant'Alfio"	"Tarocco Dalmuso"	"Tarocco Rosso"	"Tarocco Gallo"	"Tarocco Scirè"	"Tarocco Meli"	"Moro"
Parámetros morfológicos								
FW (g)	225,41 ± 17,18	256,58 ± 21,17	350,6 ± 32,09	288,08 ± 17	183,25 ± 8,48	178,33 ± 8,69	326,27 ± 30,81	223,5 ± 14,81
ED (mm)	74,16 ± 2,22	78,4 ± 2,21	86,45 ± 2,69	83,4 ± 1,65	72,19 ± 1,5	70,15 ± 1,91	84,53 ± 3,16	77,34 ± 1,78
FL (mm)	82,02 ± 1,6	80,05 ± 2,14	88,68 ± 3,44	77,07 ± 1,45	69,13 ± 1,2	68,55 ± 0,93	88,88 ± 3,73	75,66 ± 2,77
CT (mm)	5,36 ± 0,26	4,91 ± 0,33	3,58 ± 0,28	5,33 ± 0,23	5,12 ± 0,21	4,13 ± 0,29	6,64 ± 0,61	5,76 ± 0,51
NC	11,12 ± 0,34	10,44 ± 0,46	9,25 ± 0,51	11,66 ± 0,35	10,22 ± 0,39	9,66 ± 0,57	9,37 ± 0,3	9,33 ± 0,28
NS	1,62 ± 1,41	0,11 ± 0,13	0 ± 0	0,33 ± 0,28	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
CW (g)	89,88 ± 8,67	108,16 ± 5,91	151,25 ± 18,53	124,33 ± 7,57	80,11 ± 4,32	63,55 ± 5,02	143,37 ± 15,4	109,44 ± 9,36
JW (w:w)	131,22 ± 15,88	176,5 ± 24	214,25 ± 30,27	159,55 ± 11,34	106,22 ± 10,96	115,88 ± 8,92	198,62 ± 29,97	110,22 ± 21,75

Nota: FW: peso de la fruta, ED: diámetro ecuatorial, FL: longitud del fruto, TC: espesor de la corteza, NC: número de carpelos, NS: número de semillas, CW: peso de la corteza y JW: peso del jugo. Los datos de la tabla 10 fueron obtenidos del cálculo de la media ± error estándar ($n = 25$).

Como se observa en la Tabla 10 en cuanto al promedio del peso de las ocho variedades de naranjas sanguinas estudiadas se mantuvo en un intervalo de entre 178.3 g y 350.6 g. Podemos observar en la Tabla 10 que la variedad que obtuvo un peso mayor fue "Tarocco Dalmuso" frente a "Tarocco Scirè" que mostró el peso menor. Sobre el peso promedio otros autores anteriormente han destacado las variedades "Tarocco Dalmuso", "Tarosso Meli" y "Tarocco Rosso" como las variedades de mayor peso promedio como observamos en el presente estudio (Butelli y col., 2021). En cuanto al diámetro ecuatorial se encuentra en un intervalo de entre 70.15 mm ("Tarocco Scirè") y 86.45 mm ("Tarocco Dalmuso"). Por otro lado en cuanto a la longitud de la fruta en la tabla 10 se encuentran en un intervalo 68.55 mm y 88.88 mm, en los extremos se encuentran las variedades "Tarocco Scirè" y "Tarocco Meli" respectivamente. Según estudios anteriores algunas variedades como "Tarocco Scirè" y "Tarocco Gallo" presentan menor calibre por lo que su comercialización en el mercado en fresco se ve reducido frente a la industria de zumo donde esta característica puede suponer

una serie de ventajas (Ordóñez y col., 2020). Por último, en cuanto a los parámetros morfológicos destacar que la corteza de mayor grosor la tiene la variedad "Tarocco Meli" con 6.64 mm y la corteza de menor grosor la variedad "Tarocco Dalmuso" con un grosor de 3.58 mm.

5.2. Caracteres cualitativos

En cuanto a los caracteres cualitativos, según (Butelli y col., 2021), los parámetros de mayor importancia en cuanto al jugo son pH, TSS, TA y MI. En cuanto al pH se encuentra en un intervalo de entre 3.94 en la variedad "Sanguinelli" hasta alcanzar valores de 4.45 en la variedad "Tarocco Gallo".

Tabla 11. Parámetros cualitativos de las siguientes variedades de naranjas sanguinas injertadas sobre el patrón *Citrus macrophylla*: "Sanguinelli", "Tarocco Sant'Alfio", "Tarocco Dalmuso", "Tarocco Rosso", "Tarocco Gallo", "Tarocco Scirè", "Tarocco Meli" y "Moro".

Parámetros	"Sanguinelli"	"Tarocco Sant'Alfio"	"Tarocco Dalmuso"	"Tarocco Rosso"	"Tarocco Gallo"	"Tarocco Scirè"	"Tarocco Meli"	"Moro"
Parámetros cualitativos								
pH	3,94 ± 0,01	4,26 ± 0,12	4,07 ± 0,06	3,95 ± 0,01	4,45 ± 0,08	4,22 ± 0,09	3,86 ± 0,03	4,16 ± 0,01
TSS (°Brix)	10,13 ± 0,02	12,3 ± 0,07	12,56 ± 0,27	13,06 ± 0,24	13,9 ± 0,14	13,02 ± 0,2	11,03 ± 1,28	11,9 ± 0,1
TA (g citric acid L ⁻¹)	15,44 ± 0,58	12,87 ± 0,28	10,58 ± 0,69	9,22 ± 0,6	6,1 ± 0,11	11,19 ± 0,1	15,43 ± 0,58	10,13 ± 0,35
MI (TSS/TA)	0,66 ± 0,02	0,95 ± 0,02	1,21 ± 0,09	1,44 ± 0,1	2,28 ± 0,06	1,16 ± 0,01	0,71 ± 0,07	1,17 ± 0,03

Nota: TSS: sólidos solubles totales, TA: acidez titulable y IM: índice de madurez. Los datos de la tabla 11 fueron obtenidos del cálculo de la media ± error estándar ($n = 6$).

Centrándonos en los valores de TSS se puede destacar la variedad "Tarocco Gallo" como la variedad con mayor contenido de sólidos solubles totales (13.9 °Brix), frente a la variedad "Sanguinelli" con (10.13 °Brix). Sobre la acidez decir que las variedades más ácidas son "Sanguinelli" y "Tarocco Meli", en comparación la variedad "Tarocco Gallo" que es la variedad de menor acidez. Por último la relación existente entre TSS y TA es el índice de madurez siendo el parámetro de mayor relevancia en cuanto a la caracterización de la madurez de

un cítrico (Legua y col., 2011). El índice de madurez que fue calculado como la división entre TSS entre TA. Obtuvimos el valor mayor en la variedad "Tarocco Gallo" y los valores menores en las variedades "Sanguinelli" y "Tarocco Meli". Al igual que en (Hervalejo y col., 2015) se muestra la variedad "Tarocco Gallo" como la de mayor índice de madurez. Al igual que otros autores como en el caso de (Butelli y col., 2021) resaltan las variedades "Sanguinelli" y "Tarocco Meli" como las variedades que presentan un menor índice de madurez.

5.3. Caracterización de la corteza externa y del color del jugo

Respecto a la caracterización de la corteza externa y del jugo, la pigmentación tiene una gran importancia en cuanto a la apariencia del fruto siendo el color del fruto de gran interés comercial por su contenido de compuestos bioactivos (Pascual y Ballesta, 2008). En la siguiente tabla Tabla 12, se muestran los valores obtenidos tanto del color de la corteza como del jugo. La importancia del color en la industria agroalimentaria radica en su influencia en la apariencia de los frutos para la elección de las piezas (Cebadera y col., 2019). En primer lugar en la Tabla 12 se muestran los parámetros relacionados con el color de la corteza. Respecto al parámetro a^* la variedad "Tarocco Scirè" mostró el valor más alto de este parámetro frente a "Tarocco Dalmuso" que presentó el valor más bajo, (40,12 y 30,17) respectivamente. En el caso del parámetro b^* la variedad "Moro" y "Tarocco Rosso" destacan por ser las variedades con menor valor de este parámetro. Respecto al parámetro L^* destacan la variedad "Moro" y "Tarocco Rosso" por su reducido valor en este parámetro. Tratando el índice de saturación C^* destaca la variedad "Moro" con un valor de 50.31 frente a la variedad "Tarocco Scirè" con un valor de 66.37. En el parámetro H^o destacan en los extremos "Tarocco Rosso" (46.47) y al otro extremo la variedad "Tarocco Dalmuso" (61.94). En cuanto al índice de color el intervalo se encontraba entre 8.28 ("Tarocco Dalmuso") y 18.84 ("Tarocco Rosso" y "Moro").

Tabla 12. Parámetros de color de la corteza de las siguientes variedades de naranjas sanguinas injertadas sobre el patrón *Citrus macrophylla*: "Sanguinelli", "Tarocco Sant'Alfio", "Tarocco

Caracterización de 8 Variedades de Naranja Sanguina sobre *Citrus macrophylla*

Dalmuso", "Tarocco Rosso", "Tarocco Gallo", "Tarocco Scirè", "Tarocco Meli" y "Moro".

Color	"Sanguinelli"	"Tarocco Sant'Alfio"	"Tarocco Dalmuso"	"Tarocco Rosso"	"Tarocco Gallo"	"Tarocco Scirè"	"Tarocco Meli"	"Moro"
Corteza								
<i>L*</i>	62,61 ± 2,09	64,2 ± 1,51	65,21 ± 1,4	52,37 ± 1,88	59,76 ± 1,67	59,64 ± 1,21	62,61 ± 2,09	51,4 ± 2,2
<i>a*</i>	30,68 ± 1,37	33,74 ± 0,95	30,17 ± 1,34	36,75 ± 0,88	34,77 ± 1,34	40,12 ± 0,69	30,68 ± 1,37	33,46 ± 1,05
<i>b*</i>	55,71 ± 3,13	56,82 ± 2,71	56,72 ± 1,27	39,35 ± 3,05	50,61 ± 2,57	52,76 ± 1,67	55,71 ± 3,13	37,14 ± 3,43
<i>C*</i>	63,89 ± 2,23	66,28 ± 1,88	64,36 ± 0,8	54,14 ± 2,07	61,66 ± 1,66	66,37 ± 1,15	63,89 ± 2,23	50,31 ± 2,67
<i>H°</i>	60,74 ± 2,37	59,01 ± 1,92	61,94 ± 1,5	46,47 ± 2,46	55,24 ± 2,22	52,65 ± 1,19	60,74 ± 2,37	47,3 ± 2,65
CI	9,29 ± 1,26	9,56 ± 1	8,28 ± 0,67	18,84 ± 2,06	11,95 ± 1,31	12,92 ± 0,78	9,29 ± 1,26	18,84 ± 2,32

Nota: Los datos de la tabla 12 fueron obtenidos del cálculo de la media ± error estándar ($n = 50$).

Tabla 13. Parámetros de color del jugo de las siguientes variedades de naranjas sanguinas injertadas sobre el patrón *Citrus macrophylla*: "Sanguinelli", "Tarocco Sant'Alfio", "Tarocco Dalmuso", "Tarocco Rosso", "Tarocco Gallo", "Tarocco Scirè", "Tarocco Meli" y "Moro".

Color	"Sanguinelli"	"Tarocco Sant'Alfio"	"Tarocco Dalmuso"	"Tarocco Rosso"	"Tarocco Gallo"	"Tarocco Scirè"	"Tarocco Meli"	"Moro"
Zumo								
<i>L*</i>	44,34 ± 0,03	46,21 ± 0,29	44,9 ± 0,78	42,85 ± 0,31	47,86 ± 0,84	43,93 ± 0,25	44,34 ± 0,03	36,29 ± 0,06
<i>a*</i>	3,34 ± 0,39	4,77 ± 0,46	6,29 ± 0,11	5,49 ± 0,3	1,46 ± 0,2	5,74 ± 0,47	3,34 ± 0,39	8,5 ± 0,39
<i>b*</i>	13 ± 0,41	15,08 ± 0,84	13,36 ± 0,93	10,28 ± 0,26	17,09 ± 0,73	13 ± 0,78	13 ± 0,41	3,44 ± 0,34
<i>C*</i>	13,46 ± 0,39	15,84 ± 0,86	14,8 ± 0,82	11,67 ± 0,36	17,15 ± 0,74	14,32 ± 0,5	13,46 ± 0,39	9,18 ± 0,5
<i>H°</i>	75,53 ± 1,84	72,37 ± 1,45	64,25 ± 1,8	61,98 ± 0,74	85,2 ± 0,46	65,6 ± 3,11	75,53 ± 1,84	21,79 ± 0,96
CI	5,85 ± 0,77	6,9 ± 0,6	10,9 ± 1,07	12,42 ± 0,36	1,74 ± 0,13	10,58 ± 1,62	5,85 ± 0,77	69,52 ± 2,96

Nota: Los datos de la tabla 13 fueron obtenidos del cálculo de la media ± error estándar ($n = 50$).

En la Tabla 13 se muestran los parámetros relacionados con el color del jugo. El contenido de antocianinas de los frutos puede ser medido por medio de los parámetros de color (L^* , a^* y b^*) del color del jugo de las naranjas sanguinas (Meléndez y col., 2011). Respecto al parámetro a^* destacan "Tarocco Gallo" (1.46) frente a "Moro" que tiene el valor más alto (8.5), al contrario que ocurre con el parámetro b^* donde en el extremo inferior se encuentra la variedad "Moro" (3.44) y en el extremo superior se encuentra la variedad "Tarocco Gallo" (17.09). En el caso del parámetro L^* destaca la variedad "Moro" siendo esta la que presenta un menor valor de este parámetro con 36.29. El parámetro C^* se encuentra entre un intervalo de (9.18 y 17.15), "Moro" y "Tarocco Gallo" respectivamente. En el caso del parámetro H° destaca la variedad "Moro" por su bajo valor (21.79). Y finalmente en cuanto al índice de color destaca en el extremo inferior la variedad "Tarocco Gallo" con un valor de 1.74 y en el extremo superior la variedad "Moro" con un valor de 69.52. En este estudio se ha observado que el color de la corteza y el color del jugo no guardan relación, esto está confirmado en estudios realizados anteriormente como son (Cebadera y col., 2019; Butelli y col., 2021).

5.4. Análisis de metabolitos primarios

Los metabolitos primarios son de interés en el desarrollo de la biosíntesis de proteínas y de compuestos volátiles de los frutos (Rambla y col., 2014). En la tabla siguiente Tabla 14 se muestran los resultados obtenidos en cuanto a metabolitos primarios (aminoácidos, ácidos orgánicos, azúcares y otros metabolitos). Respecto a los aminoácidos esenciales en total se analizaron diez (Tabla 14). Los aminoácidos están reconocidos como indicadores de la calidad y el sabor de los frutos (Susan, Sennewald y Gagnon, 1981).

Tabla 14. Metabolitos primarios: (A) aminoácidos, (B) ácidos orgánicos, (C) azúcares y (D) otros metabolitos del jugo de las siguientes variedades de naranjas sanguinas injertadas sobre el patrón *Citrus macrophylla*: "Sanguinelli", "Tarocco Sant'Alfio", "Tarocco Dalmuso", "Tarocco Rosso", "Tarocco Gallo", "Tarocco Scirè", "Tarocco Meli" y "Moro".

Caracterización de 8 Variedades de Naranja Sanguina sobre *Citrus macrophylla*

Metabolitos primarios	"Sanguine Ili"	"Tarocco Sant'Alfio"	"Tarocco Dalmuso"	"Tarocco Rosso"	"Tarocco Gallo"	"Tarocco Scirè"	"Tarocco Meli"	"Moro"
A) Aminoácidos (mg L⁻¹)								
Alanina	88,31 ± 3,2	39,78 ± 2,42	63,41 ± 0,71	33,85 ± 1,33	45,25 ± 5,17	47,33 ± 1,5	29,87 ± 2,67	41,43 ± 3,13
Arginina	433,9 ± 13,18	827,15 ± 6,24	681,5 ± 0,49	739,32 ± 26,82	388,41 ± 8,18	465,06 ± 11,74	710,58 ± 6,46	438,98 ± 12,37
Asparagina	990,21 ± 54,43	1037 ± 5,96	406,47 ± 24,17	392,1 ± 12,65	439,12 ± 19,35	342,89 ± 16,35	613,19 ± 17,34	266,83 ± 47,53
Aspartato	811,07 ± 74,12	754,97 ± 7,9	1038,06 ± 70,5	804,44 ± 6,34	426,49 ± 4,23	422,93 ± 11,1	616,57 ± 37,42	772,47 ± 20,45
Glutamina	334,64 ± 15,24	313,67 ± 22,06	304,08 ± 19,02	ND	250,67 ± 8,11	249,78 ± 22,08	264,89 ± 8,83	179,87 ± 4,89
Isoleucina	3,49 ± 0,75	2,61 ± 0	2,41 ± 0,32	2,54 ± 0,02	ND	4,76 ± 0,2	2,41 ± 0,24	3,23 ± 0,28
Leucina	ND	2,41 ± 0	1,71 ± 0,28	ND	ND	ND	1,15 ± 0,1	1,01 ± 0,06
Prolina	691,43 ± 19,31	837,47 ± 14,03	1041,61 ± 16,32	651,27 ± 23,68	1093,88 ± 95,5	860,43 ± 6,28	667,66 ± 55,9	516,77 ± 6,63
Tirosina	34,83 ± 0,73	0 ± 0	41,15 ± 1,24	32,96 ± 1,81	53,47 ± 3,33	51,85 ± 0,99	ND	29,53 ± 0,68
Valina	12,51 ± 0,82	6,49 ± 0,52	8,68 ± 0,33	6,53 ± 0,13	5,71 ± 0,86	10,97 ± 0,24	7,31 ± 0,44	6,73 ± 0,12
B) Ácidos orgánicos (g L⁻¹)								
Cítrico	11,96 ± 0,02	12,75 ± 0,25	11,43 ± 0,3	8,43 ± 0,22	7,28 ± 0,62	10,98 ± 0,34	14,6 ± 0,19	12,75 ± 0,57
Láctico	0,01273 ± 0,00028	0,00988 ± 0,00008	0,01047 ± 0,00004	0,0079 ± 0,00038	0,00889 ± 0,00032	0,00896 ± 0,00025	0,00653 ± 0,00055	0,00829 ± 0,0003
C) Azúcares (g L⁻¹)								
Fructosa	19,18 ± 0,11	18,06 ± 0,87	19,54 ± 0,14	21,08 ± 0,17	26,24 ± 1,15	24,99 ± 1,01	19,66 ± 0,24	22,54 ± 0,93
Glucosa	16,64 ± 0,13	17,15 ± 0,8	18,24 ± 0,12	20,25 ± 0,14	26,19 ± 0,95	24,07 ± 0,95	18,66 ± 0,04	21,88 ± 1,06
Sacarosa	30 ± 0,1	37,85 ± 1,22	40,14 ± 0,36	39,45 ± 0,35	36,49 ± 1,5	38,96 ± 1,33	37,37 ± 0,22	38,1 ± 1,14
Mio-inositol	0,94 ± 0,01	1,51 ± 0,11	1,7 ± 0,04	1,7 ± 0,01	1,51 ± 0,05	1,51 ± 0,03	0,89 ± 0	0,95 ± 0,04
D) Otros (mg L⁻¹)								
Colina	9,19 ± 0,32	7,19 ± 0,62	13,7 ± 0,21	13,4 ± 0,67	12,8 ± 0,61	12,54 ± 0,44	7,21 ± 0,18	6,37 ± 0,04
Etanol	348,44 ± 7,52	86,49 ± 10,38	350,83 ± 12,34	176,06 ± 0,74	89,43 ± 20,28	213,95 ± 11,11	73,87 ± 5,15	214,1 ± 10,58
Trigonelina	4,29 ± 0,01	1,31 ± 0,53	6,78 ± 0,1	1,63 ± 0,66	4,35 ± 0,2	3,78 ± 0,13	3,1 ± 0,02	4,25 ± 0,04

Nota: Los datos de la tabla 14 fueron obtenidos del cálculo de la media ± error estándar ($n = 6$).

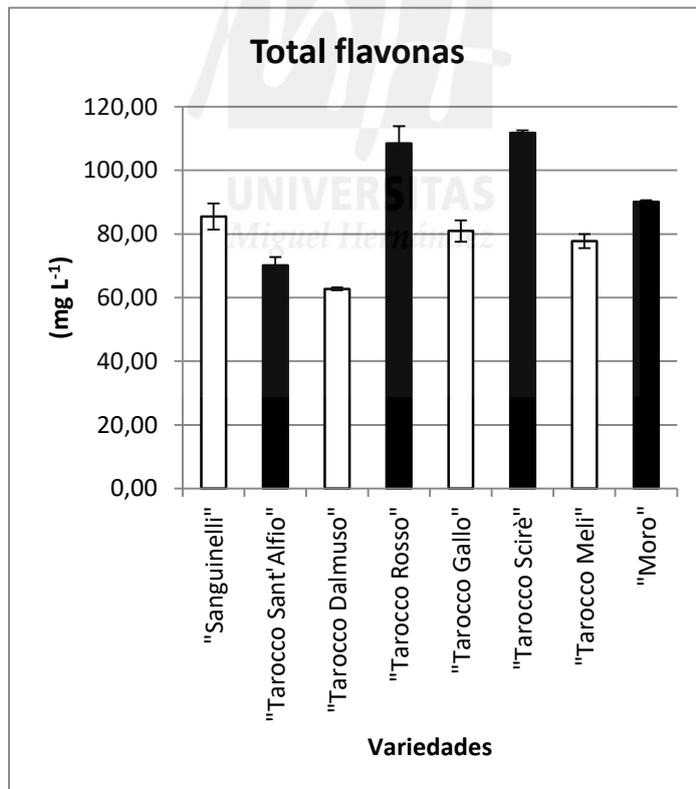
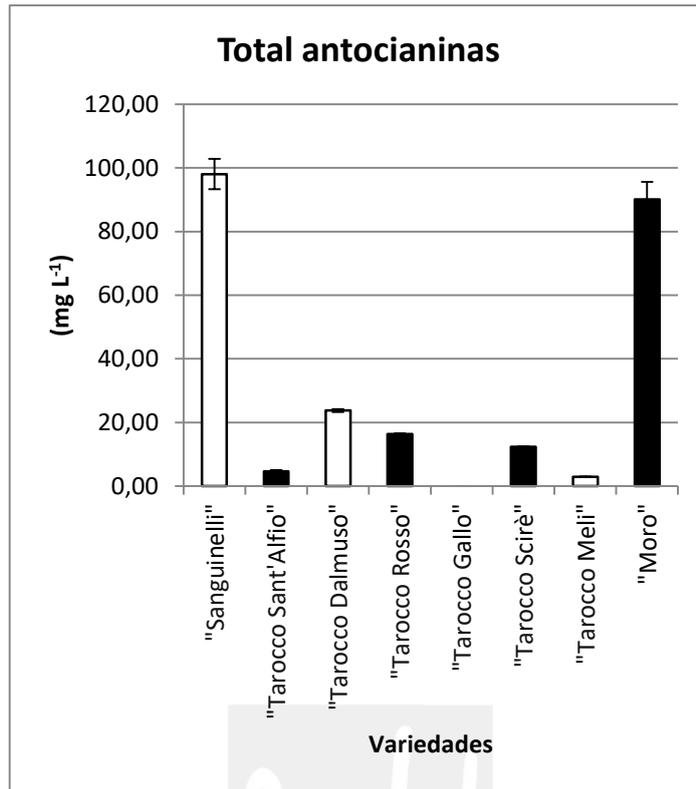
ND: no determinado por un pequeño valor inferior a 10 mM.

Empezando por la Tabla 14 la prolina así como el aspartato destacan por ser los aminoácidos que se presentan en una cantidad mayor en el análisis señalando la variedad "Tarocco Dalmuso" la de mayor contenido en aspartato y la variedad "Tarocco Gallo" la de mayor concentración en prolina. Los aminoácidos de los cuales sus concentraciones eran las menores son valina, isoleucina y leucina en variedades como "Tarocco Gallo", "Tarocco Dalmuso" y "Sanguinelli", respectivamente. En cuanto a aminoácidos nuestros resultados guardan una gran similitud con los resultados obtenidos en (Wistaff y col., 2021). Respecto a los ácidos orgánicos en el caso del ácido cítrico se encuentra en un rango de valores de entre 7.28 y 14.6 g L⁻¹ en las variedades "Tarocco Gallo" y "Tarocco Meli", respectivamente. Respecto al ácido láctico se detectó como el segundo en concentración en un intervalo de entre 0,0065 g L⁻¹ ("Tarocco Meli") y 0,0121 g L⁻¹ ("Sanguinelli"). No se detectaron otros ácidos orgánicos debido a que su concentración era menor a 10 mM. Los resultados que se obtuvieron en el estudio presente sobre los ácidos orgánicos en las variedades estudiadas guardan correlación con los resultados que fueron obtenidos en (Kelebek, Canbas y Selli, 2008; Cebadera y col., 2019). En cambio, en (Kafkas y col., 2009) los valores de ácido cítrico en la variedad "Moro" fueron menores. Para el sabor de los frutos la concentración en azúcares es de gran importancia, siendo los de mayor relevancia la sacarosa, glucosa y fructosa lo que suponen alrededor del 80 % de los sólidos solubles totales de los frutos (Lee y Coates, 2014). Centrándonos en los azúcares destacan en concentración destaca la sacarosa con un rango de valores que va desde 30 g L⁻¹ en la variedad "Sanguinelli" hasta 40.14 g L⁻¹ en la variedad "Tarocco Dalmuso". Seguidamente en importancia de concentración destaca la fructosa y la glucosa las cuales se encuentran a mayor concentración en la variedad "Tarocco Gallo" 26.24 y 26.19 g L⁻¹, respectivamente. Y en menor medida se encuentra el mioinositol en un intervalo entre 0.89 g L⁻¹ en la variedad "Tarocco Meli" y 1.7 g L⁻¹ en las variedades "Tarocco Dalmuso" y "Tarocco Rosso". Como hemos podido observar en las naranjas el contenido de glucosa y fructosa es similar no como ocurre en otras frutas, corroborando así lo resultados obtenidos con los de otros estudios anteriores (Kelebek y Selli, 2011; Sicari y col.,

2016). Finalmente también se identificaron otros tres metabolitos primarios que por relevancia de concentración encontramos etanol destacando en las variedades "Tarocco Dalmuso" y "Sanguinelli". Colina destacando en la variedad "Tarocco Dalmuso" con una concentración de 13.7 mg L⁻¹. Y por último la trigonelina donde la variedad "Tarocco Dalmuso" destaca en concentración.

5.5. Análisis de metabolitos secundarios

Los metabolitos secundarios influyen en diferentes aspectos de los frutos de interés, como son el color, la actividad antioxidante de los frutos, así como las propiedades organolépticas y nutricionales de estos (Simón y col., 2014). En la tabla siguiente Tabla 15 se muestran los resultados obtenidos en cuanto a metabolitos secundarios (antocianinas, flavonas y flavanonas). La actual demanda de los consumidores se encuentra influenciada en dirección a una mejora de la salud con el aumento del consumo de alimentos más saludables. Este es el motivo por el cual las naranjas sanguinas pueden conllevar consigo un valor añadido por sus cualidades en cuanto a componentes bioactivos en la mejora de la salud (Habibi y col., 2022). Los compuestos fenólicos presentes en las variedades estudiadas contienen compuestos bioactivos donde se encuentran incluidos las antocianinas, flavonas y flavanonas. Siendo estos compuestos antioxidantes naturales de gran relevancia (Butelli y col., 2021). Los valores más altos de antocianinas fueron detectados en la variedad "Sanguinelli" y el más bajo en la variedad "Tarocco Gallo" donde no llegaron a detectarse.



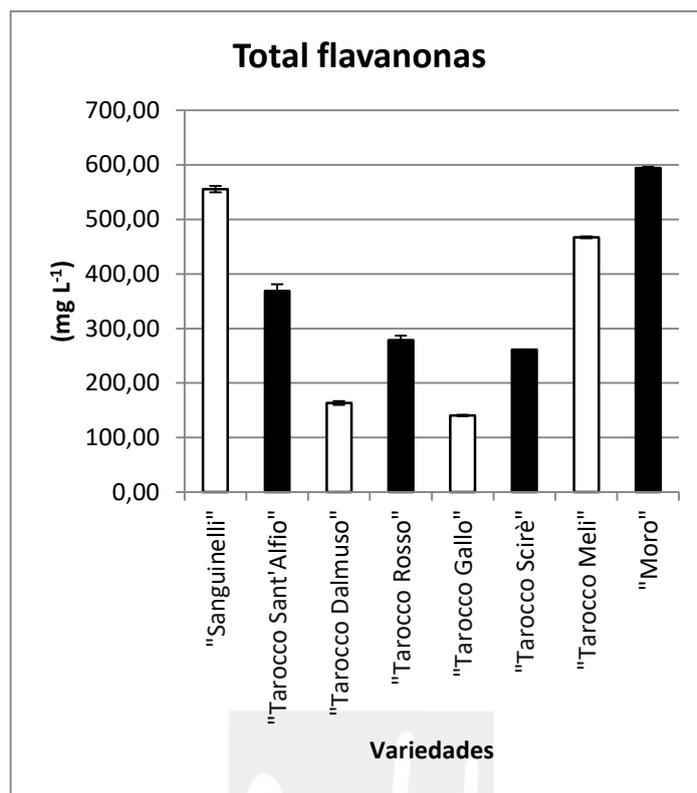


Figura 3: Concentración de (A) antocianinas, (B) flavonas y (C) flavanonas totales de las siguientes variedades de naranjas sanguinas injertadas sobre el patrón *Citrus macrophylla*: "Sanguinelli", "Tarocco Sant'Alfio", "Tarocco Dalmuso", "Tarocco Rosso", "Tarocco Gallo", "Tarocco Scirè", "Tarocco Meli" y "Moro". Los datos de la figura 3 fueron obtenidos del cálculo de la media \pm SE ($n = 6$).

En cambio, la concentración más alta de flavonas fue detectada en la variedad "Tarocco Rosso" y la menor concentración en la variedad "Tarocco Dalmuso". Respecto a los compuestos fenólicos analizados destacaron las flavanonas en cuanto a concentración. En cuanto al contenido total de flavanonas destacó la variedad "Moro" con 593.88 mg L⁻¹ frente a la variedad "Tarocco Gallo" con 140.66 mg L⁻¹. En la siguiente tabla se muestran las subclases de los compuestos fenólicos que han sido analizados en el presente estudio, analizando en total 6 compuestos fenólicos individuales.

Tabla 15. Concentraciones individuales de (A) antocianinas (B) flavonas y (C) flavanonas en el jugo de las siguientes variedades de naranjas sanguinas injertadas sobre el patrón *Citrus macrophylla*: "Sanguinelli", "Tarocco Sant'Alfio", "Tarocco Dalmuso", "Tarocco Rosso", "Tarocco

Gallo", "Tarocco Scirè", "Tarocco Meli" y "Moro".

Metabolitos secundarios	"Sanguinelli"	"Tarocco Sant'Alfio"	"Tarocco Dalmuso"	"Tarocco Rosso"	"Tarocco Gallo"	"Tarocco Scirè"	"Tarocco Meli"	"Moro"
A) Antocianinas (mg L⁻¹)								
Cianidina 3- <i>O</i> -soforósido	36,35 ± 4,14	1,78 ± 0,37	8,94 ± 0,14	8,33 ± 0,12	0 ± 0	5,01 ± 0,11	0,72 ± 0,01	23,36 ± 3,43
Cianidina 3- <i>O</i> -(6"-acetil-glucósido)	61,71 ± 5,43	2,87 ± 0,42	14,82 ± 0,78	8,05 ± 0,32	0 ± 0	7,37 ± 0,05	2,2 ± 0	66,78 ± 7,59
B) Flavonas (mg L⁻¹)								
Vicenina 2 (apigenina 6,8-di- <i>C</i> -glucósido)	85,48 ± 4,12	70,11 ± 2,67	62,75 ± 0,49	108,46 ± 5,38	80,93 ± 3,39	111,75 ± 0,84	77,76 ± 2,19	90,07 ± 0,48
C) Flavanonas (mg L⁻¹)								
Narirutina (naringenina-7-rutinósido)	49,4 ± 2,69	67,42 ± 4,38	44,82 ± 1,1	69,65 ± 2,13	43,24 ± 0,73	88,42 ± 0,2	68,34 ± 0,11	92,77 ± 1,4
Hesperidina (7-rutinósido)	495,05 ± 15	285,79 ± 32,79	112,26 ± 9,09	193,28 ± 19,06	92,67 ± 2,44	160,57 ± 1,03	371,65 ± 4,24	473,79 ± 5,05
Didimina (naringenina-40-metil-éter 7-rutinósido)	10,94 ± 0,41	15,55 ± 0,48	6,39 ± 0,35	15,71 ± 2,67	4,75 ± 0,03	12,3 ± 0,14	27,1 ± 0,37	27,32 ± 0,44

Nota: Los datos de la tabla 15 fueron obtenidos del cálculo de la media ± error estándar ($n = 6$).
 ND: no detectado por pequeña concentración.

Centrándonos en cuanto al contenido de antocianinas en las diferentes variedades destacan las variedades "Moro" y "Sanguinelli" siendo estas las de mayor concentración en antocianinas. Frente a la variedad "Tarocco Gallo" donde no se encontraron antocianinas. Los resultados en cuanto al contenido de antocianinas coinciden con estudios realizados con anterioridad (Butelli y col., 2021; Morales y col., 2021). Los principales flavonoides en concentración que se encuentran presentes en los cítricos son las flavonas y las flavanonas (Cebadera y col., 2019). En el caso de las flavonas el intervalo de valores se encuentra entre 62.75 mg L⁻¹ ("Tarocco Dalmuso") y 111.75 mg L⁻¹ ("Tarocco Scirè"). En cuanto al contenido de flavanonas la más abundante fue la hesperidina destacando la variedad "Sanguinelli" como la de mayor concentración. Frente a didimina que fue la flavanona encontrada en menor concentración de las tres analizadas individualmente destacando la variedad "Tarocco Gallo" como la de menor concentración. En resumen, finalmente en cuanto al contenido de metabolitos

secundarios el más abundante de los analizados fue la hesperidina seguido se encontraba el vicenina 2 como los metabolitos de mayor importancia en cuanto a concentración. En estudios realizados anteriormente (Cebadera y col., 2019; Butelli y col., 2021; Morales y col., 2021) se observó al igual que en el presente estudio que en cuanto a flavanonas la única detectada fue la vicenina 2, las hesperina fue la flavanona en mayor concentración seguido de la narirutina y finalmente la didimina.



VI CONCLUSIÓN



VI CONCLUSIÓN

Los cítricos en general y en especial las naranjas sanguinas son una fuente de compuestos bioactivos, flavonas, carotenoides y antocianinas. Presentando beneficios para la salud, efectos antiinflamatorios, reducción del riesgo de enfermedades neurodegenerativas, enfermedades cardiovasculares, diabetes o cáncer por su alta actividad antioxidante.

En este estudio hemos observado que las naranjas sanguinas contienen una cantidad importante de antioxidantes y compuestos bioactivos. Su cultivo a nivel mundial es prácticamente nulo, pero existente en España. En la actualidad, por sus beneficios para la salud existe un aumento del interés a nivel de consumidores. Esto ha provocado que sea de obligada realización la caracterización morfológica, cualitativa y nutricional de las variedades que se encuentren en la cuenca mediterránea frente a las más consumidas en nuestro país.

1. En primer lugar, la caracterización morfológica. Respecto al peso y calibre destacaron las variedades "Tarocco Dalmuso" y "Tarocco Meli". Por su idoneidad al transporte las variedades "Tarocco Meli" y "Moro" por su mayor grosor de corteza. Para consumir en mesa o para industria de zumo la variedad "Tarocco Dalmuso" presentando la mayor cantidad de jugo.
2. En segundo lugar, la caracterización cualitativa. La variedad con mejores propiedades sensoriales fue "Tarocco Gallo" por equilibrio entre azúcares y ácidos orgánicos. Su color tanto del jugo como de la corteza fue entre rojizo suave a rojizo intenso. En el estudio, se demostró que la coloración del jugo no guarda una relación con la coloración de la corteza. En las variedades "Tarocco Meli" y "Tarocco Gallo" la corteza guardaba un rojizo más intenso que el zumo.
3. En tercer lugar, la caracterización nutricional. Los azúcares, ácidos

orgánicos y aminoácidos, contenido nutricional destacaron las variedades "Tarocco Meli", "Tarocco Sant'Alfio", "Tarocco Dalmuso", "Tarocco Scirè", "Tarocco Meli" y "Moro". Sobre el contenido en flavonas y flavanonas destacaron las variedades "Moro" y "Sanguinelli". Las antocianinas se encontraron en mayor cantidad en las variedades "Sanguinalli" y "Moro". Siendo éstas últimas las variedades más idóneas para cubrir la demanda de los consumidores que buscan las mayores concentraciones de compuesto activos.



VII BIBLIOGRAFÍA



VII BIBLIOGRAFÍA

- Sicilia E G. El cultivo de los agrios. 1968. Edición Bello. ISBN: 978-84-212-0020-9
<https://www.iberlibro.com/CULTIVO-AGRIOS-Eusebio-Gonzalez-Sicilia-TDK556/30825055742/bd>
- Borrego J V M. Historia de la agronomía. 1998. Edición Mundi Prensa. ISBN: 9788484766476 <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484766476/historia-de-la-agronomia>
- Fonfria M A, Conejos C M, Valor C R. Citricultura. 2003. Mundi Prensa, edición 3ª. ISBN: 9788484767589
<https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484767589/citricultura-3%C2%AA-ed->
- Zaragoza S, Lorca J A P, Forner M A, Navarro L, Medina A, Soler G, Fuster P M C. Las variedades de cítricos. 2011. El material vegetal y el registro de variedades comerciales de España. <https://www.olivosdebadajoz.com/FRUTALES/CITRICOS.pdf>
- Lo Piero A R. The State of the Art in Biosynthesis of Anthocyanins and Its Regulation in Pigmented Sweet Oranges. *Agric Food Chem.* 2015;163:4031–4041.
<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b01123>
- Lana G, Modica G, Las Casas G, Siracusa L, La Malfa S, Gentile A. Molecular Insights into the Effects of Rootstocks on Maturation of Blood Oranges. *Horticulturae.* 2021;7:468. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7110468>
- Barreca D, Gattuso G, Laganà G, Leuzzi U, Bellocco E. C- and O-glycosyl flavonoids in Sanguinello and Tarocco blood orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) juice: Identification and influence on antioxidant properties and acetylcholinesterase activity. *Elsevier.* 2016;196:619–627.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.098>
- Simons T J , McNeil C J , Pham V D , Suh J H, Wang Y, Slupsky C M, Guinard J X. Evaluation of California-Grown Blood and Cara Cara Oranges Through Consumer Testing, Descriptive Analysis, and Targeted Chemical Profiling. *Journal of Food*

Science. 2019;84:3246-3463. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14820>

- Pina F, Parola A J, Melo M, Lima J C, Freitas V. Chemistry of Anthocyanins. In: Anthocyanins from Natural Sources. Exploiting Targeted Delivery for Improved Health. 2019; RSC publishing, Celli G Ed.:34-76. https://books.google.es/books?id=7I-HDwAAQBAJ&lpg=PA91&ots=rJ_WLxBRXi&dq=Chemistry%20of%20Anthocyanins.%20In%3A%20Anthocyanins%20from%20Natural%20Sources.%20Exploiting%20Targeted%20Delivery%20for%20Improved%20Health%3B&lr&hl=es&pg=PR1#v=onepage&q=Chemistry%20of%20Anthocyanins.%20In:%20Anthocyanins%20from%20Natural%20Sources.%20Exploiting%20Targeted%20Delivery%20for%20Improved%20Health;&f=false
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/home/es>
- Bravo J M. Naranjas: una alternativa de “exportación”. 2014. Edición ODEPA. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/12/Naranjas2014.pdf>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), REGEPA. https://www.mapa.gob.es/gl/agricultura/temas/sanidad-vegetal/higiene_y_trazabilidad/Registro_general_de_la_produccion_agricola_REGEP/A/
- Fonfría, M A. Citricultura. 2000. Edición Mundi Prensa. ISBN: 84-7114-885-4 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=23472>
- Legua P, Modica G, Porras I, Conesaa A, Continellab A. Bioactive compounds, antioxidant activity and fruit quality evaluation of eleven blood orange cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2021. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11636>
- Molina E. Los componentes de los alimentos funcionales: la participación de los nutrientes minerales. *Informaciones agronómicas*. 2000;Nº 40: Nutrición y fertilización de la naranja. [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/9172B7D17B398F88852579A30079A022/\\$FILE/Inf-Agro40.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/9172B7D17B398F88852579A30079A022/$FILE/Inf-Agro40.pdf)

- Instituto Internacional de la Potasa (IIP). Fertilizando para altos rendimientos, cítricos. *IIP Boletín* 4. 2000;2º Edición revisada. https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/IPI-BOLETIN-4_CITRICOS.pdf
- Aznar J S, Fayos G S. Cítricos: Variedades y técnicas de cultivo. 2006. Edición Mundi Prensa. ISBN: 9788484762973 <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484762973/citricos--variedades-y-tecnicas-de-cultivo>
- Anar J S. Reconocimiento de variedades de cítricos en campo. 1999; Sèrie divulgació tècnica. https://hortalimentaciovlc.org/ooossuv/2017/10/citricos_identificacio%CC%81n.pdf
- Habibi F, Pastor M A G, Moreno J P, Auñón F G, Serrano M, Valero D. Anthocyanin in blood oranges: a review on postharvest approaches for its enhancement and preservation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2098250>
- Hervalejo A, Salguero A, Arenas F J. Variedades de cítricos de interés para la industria de zumo. *Vida rural*. 2010; Dossier, cítricos. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Vrural/Vrural_20_10_317E_34_38.pdf
- Habibi F, Ramezani A, Guillén F, Castillo S, Serrano M, Valero D. Changes in Bioactive Compounds, Antioxidant Activity, and Nutritional Quality of Blood Orange Cultivars at Different Storage Temperatures. *Antioxidants*. 2020. <https://doi.org/10.3390/antiox9101016>
- Tadeo F R, Terol J, Rodrigo M J, Licciardello C, Sadka A. Crecimiento y desarrollo del fruto. *El género Citrus*. 2020;245–69. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812163-4.00012-7>
- Choi Y H, Kim, H K, Linthorst H J M, Hollander J G, Lefeber A W M, Erkelens C, Nuzillard J M, Verpoorte R. NMR metabolomics to revisit the tobacco Mosaic virus infection in *Nicotiana tabacum* leaves. *J. Nat. Prod. ACS Publications*. 2006;69:742–748. <https://doi.org/10.1021/np050535b>
- Legua P, Forner-Giner M Á, Nuncio-Jáuregui N, Hernández F. Polyphenolic

- compounds, anthocyanins and antioxidant activity of nineteen pomegranate fruits: a rich source of bioactive compounds. *Journal of Functional Foods*. 2016;23:628–636. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.01.043>
- Musacchi S, Serra S. Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae*. 2018;234:409–430. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.057>
 - Butelli P, Modica G, Porras L, Conesa A, Continella A. Bioactive compounds, antioxidant activity and fruit quality evaluation of eleven blood orange cultivars. *J Sci Food Agr*. 2021;102:2960-2971. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11636>.
 - Ordóñez-Díaz JL, Hervalejo A, Pereira-Caro G, Muñoz-Redondo JM, Romero-Rodríguez E, Arenas-Arenas FJ, Moreno-Rojas JM. Effect of Rootstock and Harvesting Period on the Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Two Orange Cultivars ("Salustiana" and "Sanguinelli") Widely Used in Juice Industry. *Processes*. 2020;8:1212. <https://doi.org/10.3390/pr8101212>
 - Legua P, Bellver R, Forner JB, Forner-Giner MA. Trifoliata hybrids rootstocks for 'Lane Late' navel orange in Spain. *Scientia Agricola*. 2011;68:548–553. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162011000500006>
 - Hervalejo A, Cardeñosa V, Forner-Giner M.A, Salguero A, Pradas IC, Moreno JM, Arenas-Arenas FJ. Preliminary data on influence of six Citrus rootstocks on fruit quality of "lane late" navel orange. *Acta Horticulturae*. 2015;1065:363–366. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1065.44>
 - Cebadera-Miranda L, Domínguez L, Dias MI, Barros L, Ferreira ICFR, Igual M, Martínez-Navarrete N, Fernández-Ruiz V, Morales P, Cámara M. Sanguinello and Tarocco (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck): bioactive compounds and colour appearance of blood oranges. *Food Chem*. 2019;270:395–402. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.094>
 - Meléndez-Martínez AJ, Gómez-Robledo L, Melgosa M, Vicario IM, Heredia FJ. Color of orange juices in relation to their carotenoid contents as assessed from different spectroscopic data. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2011;24:837–884. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.05.001>

- Susan SS, Sennewald K, Gagnon J. Comparison of taste qualities and thresholds of D- and L-amino acids. *Physiology & Behavior*. 1981;27:51-59. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(81\)90298-5](https://doi.org/10.1016/0031-9384(81)90298-5)
- Wistaff EA, Beller S, Schmid A, Neville JJ, Nietner T. Chemometric analysis of amino acid profiles for detection of fruit juice adulterations - Application to verify authenticity of blood orange juice. *Food Chem*. 2021;1:128452. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128452>
- Kelebek H, Canbas A, Selli S. Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of blood orange juices obtained from cvs. Moro and Sanguinello (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) grown in Turkey. *Food Chemistry*. 2008;107:1710–1716. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.004>
- Kafkas S, Ercisli S, Kemal KN, Baydar K, Yilmaz H. Chemical composition of blood oranges varieties from Turkey. To comparative study. *Pharmacogn. Mag*. 2009;5:329–335. <http://dx.doi.org/10.4103/0973-1296.58155>
- Lee HS, Coates GA. Quantitative study of free sugars and myoinositol in Citrus juices by HPLC and literature compilation. *J Liq Chromatogr Relat Technol*. 2014;14:2123–2141. <https://doi.org/10.1081/JLC-100100476>
- Kelebek H, Selli S. Determination of volatile, phenolic, organic acid and sugar components in a Turkish cv. Dortyol (*Citrus sinensis* L. Osbeck) orange juice. *J Sci Food Agric*. 2011;91:1855–1862. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4396>
- Sicari V, Pellicanò TM, Giuffrè AM, Zappia C, Capocasale M. Bioactive compounds and antioxidant activity of Citrus juices produced from varieties cultivated in Calabria. *J Food Meas Charact*. 2016;10:773–780. <https://doi.org/10.1007/s11694-016-9362-8>
- Morales J, Bermejo A, Navarro P, Forner-Giner MÁ, Salvador A. Rootstock effect on fruit quality, anthocyanins, sugars, hydroxycinnamic acids and flavanones content during the harvest of blood oranges 'Moro' and 'Tarocco Rosso' grown in Spain. *Food chemistry*. 2021;342:128305. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128305>
- Rapisarda P, Russo G. Fruit quality of five Tarocco selections grown in Italy, in

Proceedings of the International Society of Citriculture. 9th Congress. Univ. California. 2000;2:1149–1153.

https://www.researchgate.net/publication/309395232_Fruit_quality_of_five_Tarocco_selections_grown_in_Italy

- Pascual T, Ballesta M. Anthocyanins: from plant to health. *Phytochemistry*. 2008;7:281–299. <http://dx.doi.org/10.1007/s11101-007-9074-0>
- Rambla J, Tikunov Y, Monforte A, Bovy A, Granell A. The expanded tomato fruit volatile landscape. *J. Exp. Bot.* 2014;65:4613–4623. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru128>
- Simón S, Gimeno V, Simón I, Lidón V, Nieves M, Balal R, Carbonell R, Manera A, Hernandez F, García F. Fruit quality characterization of eleven commercial mandarin cultivars in Spain. *Sci Hort.* 2014;165:274–280. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.11.022>

