

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA
GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y
AGROAMBIENTAL



**“CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y
COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO
VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS”**

TRABAJO FIN DE GRADO

Diciembre 2016

Autor: José Iniesta López

Tutora: Pilar Legua Murcia

Título: Caracterización físico-químicas y compuestos funcionales de cuatro variedades de naranjas tardías.

Title: Physicochemical and functional compounds of four varieties of oranges late characterization.

Resumen:

En este Trabajo Fin de Grado se lleva a cabo el estudio de diferentes variedades de naranjas tardías, como son: Valencia Late, Navel Chislett, Navel Powell y Navel Lane Late.

En dicho trabajo se realiza el estudio de la caracterización morfológica y físico-química de las diferentes variedades de naranjas tardías con el fin de ver cuáles son las más interesantes desde el punto de vista funcional.

También se pretende contribuir con este trabajo a la labor de investigación que se realiza en el Departamento de Producción Vegetal de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela.

PALABRAS CLAVE:

- Especie vegetal: Naranja (*Citrus sinensis* Osbeck)
- Variedades naranjos: Valencia Late, Navel Chislett, Navel Powell, Navel Lane Late.
- Término municipal: Orihuela
- Tipo de trabajo: Trabajo fin de Grado.
- Keywords: Oranges, late varieties, morphological and chemical characterization.

ABSTRACT:

Within this Final Degree Work, a thorough study of the different varieties of late oranges, such as Valencia Late, Navel Chislett, Navel Powell and Navel Lane Late, is extensively carried out out.

Moreover, in order to accurately identify which variety turns out to be the most interesting from a functional point of view, a physico-chemical characterization of the different varieties is performed.

Eventually, a supporting contribution to the research work, carried out in the Plant Production Department of the Polytechnic School of Orihuela, is aimed.



ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ORIGEN Y ANTECEDENTES	1
1.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	2
1.2.1. Importancia económica y distribución geográfica en el Mundo.....	2
1.2.2. Importancia económica y distribución geográfica en España.....	4
1.3. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO	6
3.1.1. Clasificación botánica	6
3.1.2. Clasificación de las principales variedades de naranjas cultivadas en España	7
3.1.3. Exigencias edafoclimáticas	11
3.1.4. Exigencias hídricas	13
II. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO	15
2.1. OBJETIVOS	15
2.2. PLAN DE TRABAJO	15
III. MATERIAL Y MÉTODOS	17
3.1. MATERIAL VEGETAL.....	17
3.1.1. Descripción del patrón	17
3.1.2. Descripción de las variedades estudiadas.....	18
3.2. PARÁMETROS DETERMINADOS.....	24
3.2.1. Caracterización morfológica del fruto.....	24
3.2.2. Caracterización físico-química del fruto.....	28
3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1. RESULTADO DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS	38

4.1.1.	Resultados de la caracterización morfológica.....	38
4.1.2.	Resultados de la caracterización físico – química	49
V.	CONCLUSIONES.....	66
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	67



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de las principales zonas productoras de cítricos en el mundo.	2
Figura 2. Principales zonas productoras de cítricos en España.....	5
Figura 3. Ejemplo de naranja del grupo Navel	8
Figura 4. Ejemplo de naranja del grupo Blancas	10
Figura 5. Ejemplos de frutos de naranja Sanguinelli	11
Figura 6. Plan de trabajo.....	16
Figura 7. Ejemplo de fruto Valencia late	19
Figura 8. Ejemplo de fruto Lane late	20
Figura 9. Ejemplo de fruto Navel Powell	22
Figura 10. Ejemplo variedad Chislett.....	23
Figura 11. Balanza electrónica BH-3000.....	25
Figura 12. Pie de rey digital	25
Figura 13. Espectrofotómetro	26
Figura 14. Baño de ultrasonidos ULTRASONIC CLEANER	30
Figura 15. Centrífuga SIGMA 3-18K.....	30
Figura 16. Cromatógrafo líquido de alta resolución.....	34
Figura 17. Valorador Tritino plus 877 con el agitador 801 Stirrer.....	35
Figura 18. Refractómetro digital POCKET REFRACTOMETER PAL-1	36
Figura 19. Estufa BINDER.....	37



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales productores de cítricos del mundo	3
Tabla 2. Superficie de cítricos en España en 2011. En hectáreas.....	6
Tabla 3. Características Valencia late (Pardo, 2011)	19
Tabla 4. Características Navel Lane late (Pardo, 2011)	21
Tabla 5. Características Powell (Pardo, 2011)	22
Tabla 6. Características Chislett (Pardo, 2011).....	23
Tabla 7. Pesos medios de cada variedad	38
Tabla 8. Diámetros y alturas	40
Tabla 9. Espesor medio de corteza.....	42
Tabla 10. Forma del fruto. Valores medios	44
Tabla 11. Color del fruto. Parámetros L, a y b. Valores medios	45
Tabla 12. Color del fruto. Parámetros C, h e IC. Valores medios	46
Tabla 13. Rendimiento del zumo. Valores medios.....	49
Tabla 14. Color del zumo. Parámetros L, a y b. Valores medios.	51
Tabla 15. Color del zumo. Parámetros C, h e IC. Valores medios.	51
Tabla 16. pH de frutos. Valores medios.	52
Tabla 17. Acidez de fruto. Valores medios.....	53
Tabla 18. Sólidos solubles del fruto. Valores medios.....	55
Tabla 19. Índice de madurez de fruto. Valores medios.....	56
Tabla 20. Contenido de ácidos en fruto. Valores medios.	58
Tabla 21. Contenido de azúcares en el fruto. Valores medios.....	59
Tabla 22. Porcentaje de humedad de fruto. Valores medios.....	61
Tabla 23. Capacidad antioxidante (pulpa). Valores medios.....	62
Tabla 24. Capacidad antioxidante en Zumo. Valores medios.	63
Tabla 25. Polifenoles totales en pulpa. Valores medios.....	64
Tabla 26. Polifenoles totales en zumo. Valores medios.....	65



I. INTRODUCCIÓN

1.1. ORIGEN Y ANTECEDENTES

El origen de los agrios se localiza en Asia oriental, en una zona que abarca desde la vertiente meridional del Himalaya hasta China meridional, Indochina, Tailandia, Malasia e Indonesia (Maroto, 1998).

La cita más antigua que se conoce procede de China y pertenece al “Libro de la Historia” (siglo V a. C). En este se explica como el emperador Ta-Yu (siglo XXIII a.C.) incluyó entre sus impuestos la entrega de dos tipos de naranjas, grandes y pequeñas. Ello indica el alto valor que se atribuía a estas especies (González-Sicilia, 1968).

Los cítricos son plantas de clima templado. En estado adulto están formadas normalmente por un tronco único que se ramifica profusamente a una altura de unos 60-80 cm, y forma una copa redondeada y tupida, de hojas persistentes. Su tamaño depende de la propia variedad, del patrón y de las condiciones edafoclimáticas, y por lo general oscila entre los 3 y 7 m de altura. La vida económicamente útil se cifra en unos 30-40 años, si bien hay árboles con más de 100 (Zaragoza, 2011).

Los cítricos son un importante cultivo frutal en el mundo, casi 100 países productores y 6 millones de hectáreas plantadas. Son cultivados por la mayor parte de las regiones tropicales y subtropicales de ambos hemisferios. Actualmente, son los frutos de mayor producción en el mundo.

Una gran parte de la producción, especialmente en los países con mayor superficie plantada, como Brasil, USA, etc., se destina a la fabricación industrial de zumos. La producción para consumo como fruta fresca es la más exigente en cuanto a la calidad de las variedades. En este campo España destaca como líder a nivel mundial y además dedica a la exportación una parte sustancial de su producción (Zaragoza, 2011).

La llegada de los cítricos a la Península Ibérica se remonta muy atrás en el pasado. Ya en la edad media se tienen referencias de ello, pero fue a partir de la primera mitad del siglo XX cuando comenzaron a extenderse las plantaciones comerciales regulares llegando a constituir un cultivo de gran importancia. Se puede decir que, más que un

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIETADES DE NARANJAS TARDÍAS

cultivo, los cítricos han constituido un referente de riqueza agrícola y de actividad exportadora, llegando a asociarse con la identificación de varias regiones, como sucede en todo el litoral levantino. Esto se ha visto reflejado en las obras de magníficos pintores, como Sorolla o Romero de Torres. Paisajes, costumbres y una arraigada agricultura familiar de monocultivo, han consolidado la relación de este cultivo con la población, si bien las nuevas plantaciones también han abierto el cultivo a otro tipo de explotación tecnificada menos familiar (Zaragoza, 2011).

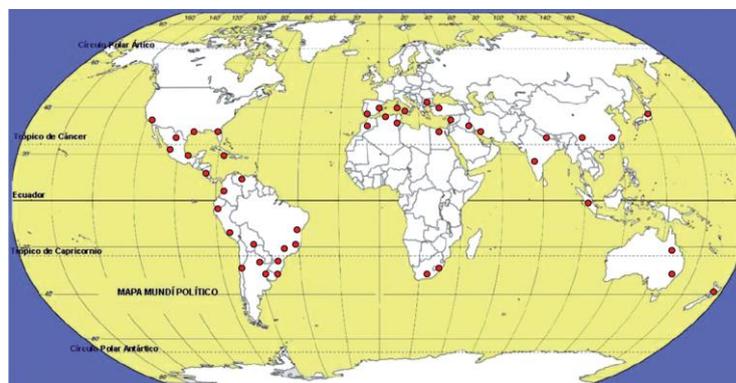
La naranja es un cítrico que pertenece a la familia de las Rutáceas. Las naranjas dulces más comercializadas en España pertenecen principalmente a los grupos Navel (Navelina, Washington Navel, Navelate, Lane late) y Blancas (Valencia late) (MAGRAMA 2012).

1.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

1.2.1. Importancia económica y distribución geográfica en el Mundo

Los cítricos son el principal cultivo frutal del mundo, se cultivan en más de un centenar de países de clima tropical y subtropical, en una superficie de unos 7.4 millones de hectáreas, y alcanzan una producción próxima a los 120 millones de toneladas (FAO, 2012). En la figura 1 se muestran las principales zonas del mundo productoras de cítricos.

Figura 1. Distribución de las principales zonas productoras de cítricos en el mundo.



Fuente: Zaragoza, 2011

En la siguiente tabla quedan reflejados los datos de producción para el año 2014 de los principales países productores de cítricos del mundo, en donde destacan muy por encima del resto China y Brasil. España se encuentra en sexto lugar. Los datos están expresados en miles de toneladas (Tabla 1; FAO, 2015).

Tabla 1. Principales productores de cítricos del mundo

Año 2014	
China	29.567
Brasil	18.966
EE.UU	9.394
México	7.503
India	7.400
España	6.513
Irán	4.571
Egipto	4.452

Fuente: FAO (2015)

En cuanto al comercio internacional, alrededor de 9,4% de la producción mundial de naranjas se transa en los mercados internacionales como fruta fresca, pero la mayor parte de la producción, especialmente en los países con mayor superficie plantada, como Brasil o Estados Unidos se destina a la fabricación industrial de zumos.

El volumen de las importaciones mundiales de naranjas frescas alcanzó a 6,9 millones de toneladas en el año 2013. Por otra parte, el valor de las importaciones mundiales de naranjas frescas subió en 67% entre los años bajo análisis, con una alta tasa de crecimiento anual de 5,9%, alcanzando USD 5.463 millones en el año 2013 (Bravo, 2014)

Los países europeos, incluyendo a la Federación de Rusia, son los mayores importadores de naranjas a nivel mundial, concentrando más de 50% del volumen importado mundial. Alemania tiene la mayor participación en el volumen de las importaciones mundiales, con 8,1%, seguida por los Países Bajos (7,5%), la Federación Rusa (7,3%), Francia (7,0%), Arabia Saudita (5,4%) y el Reino Unido (4,2%). (Bravo, 2014).

En cuanto a las exportaciones, el volumen mundial de naranjas frescas alcanzó 7,0 millones de toneladas en el año 2013, experimentando un aumento de 38,9% y una tasa anual de crecimiento de 3,7% en el período 2004-2013. Por otra parte, el valor de las exportaciones mundiales de naranjas frescas alcanzó a USD 4.817 millones en el año 2013, aumentando 74,6% en la década (Bravo, 2014).

España es el país líder mundial exportador de naranjas frescas, con una participación de 25,9% en el volumen exportado mundial. La siguen: Sudáfrica, con una participación de 16,8%; Egipto, con 15,8%; Estados Unidos (9,9%), Turquía (4,0%) y Grecia (3,8%) (Bravo, 2014).

1.2.2. Importancia económica y distribución geográfica en España

De todos los cítricos cultivados en España, las naranjas dulces representan el 48% y las mandarinas y limones el 35% y 16%, respectivamente. No obstante, la tendencia en las nuevas plantaciones es la reducción de naranjas dulces y el aumento de mandarinas, de acuerdo con las preferencias de los consumidores (García, 2015).

En España también son los cítricos los principales frutales, con una superficie cultivada de 330.000 ha. Hay plantaciones de cítricos a lo largo de la costa mediterránea, en las provincias de Tarragona, Castellón, Valencia, Murcia, Almería y Málaga, en el valle del río Guadalquivir en las provincias de Córdoba y Sevilla y en la costa atlántica de la provincia de Huelva (figura 3). De toda la superficie cultivada, el 60 % se encuentra en la Comunidad Valenciana, seguida de Andalucía con un 24 %, y Murcia con el 13 % (Navarro, 2013).

Figura 2. Principales zonas productoras de cítricos en España



Fuente: Zaragoza (2011)

De todos los cítricos cultivados en España, las naranjas dulces representan el 48% y las mandarinas y limones el 35% y 16%, respectivamente. No obstante, la tendencia en las nuevas plantaciones es la reducción de naranjas dulces y el aumento de mandarinas, de acuerdo con las preferencias de los consumidores (García, 2015).

La consideración conjunta de la superficie de cítricos por especie y comunidad autónoma (Tabla 2), permite poner de manifiesto que en 2011 Valencia ocupaba el primer lugar nacional tanto en naranjo como en mandarino, si bien en el primer caso las distancias con Andalucía son muy reducidas. Y que Murcia lideraba la superficie en limonero y pomelo. El desglose a nivel provincial muestra que en naranjo las tres provincias con más superficie son Valencia, Sevilla y Alicante, representando conjuntamente el 62,6 % del total nacional. En mandarino, las tres provincias más importantes son Valencia, Castellón y Tarragona, que aglutinan el 76,3 % del total. En limonero, las tres primeras posiciones las ocupan Murcia, Alicante y Málaga, representando conjuntamente el 94,2 % del conjunto estatal. Y en pomelo, las tres

provincias que más superficie acumulan son Murcia, Valencia y Sevilla, suponiendo en conjunto el 70,4 % del total nacional (Aznar, 2015).

Tabla 2. Superficie de cítricos en España en 2011. En hectáreas.

	Cataluña	Valencia	R. Murcia	Andalucía	Otras CCAA	Total España
Naranja	2.452	76.514	9.867	62.157	2.876	153.866
Mandarino	7.932	89.981	5.418	16.537	344	120.212
Limonero	8	10.043	6.103	6.103	653	39.571
Pomelo		595	618	618	7	1.882
Otros cítricos		1.296	702	702	7	2.067
Total cítricos	10.392	178.429	86.117	86.117	3.887	317.605

Fuente: elaboración propia a partir de datos del MAGRAMA (2013).

La Comunidad Valenciana es la principal región cítrica a nivel nacional, tanto por la superficie dedicada a este cultivo, como por su producción.

La citricultura española, y en particular la valenciana, tiene una fuerte vocación exportadora, fundamentalmente de productos destinados al consumo en fresco y con unos elevados estándares de calidad. De acuerdo a la FAO, España es el principal exportador de cítricos en el mundo, destinando más de la mitad de su producción a la exportación (IVIA, 2015).

1.3. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

3.1.1. Clasificación botánica

Las especies con interés comercial de los cítricos pertenecen a la familia de las *Rutaceas*, subfamilia *Aurantioideas*. Esta se encuentra dentro de la división *Embriophyta Siphonogama*, subdivisión *Angiospermae*, clase *Dicotyledonae*, subclase *Rosidae*, superorden *Rutanae*, orden *Rutales* (Agustí, 2000).

El sistema taxonómico principal de los cítricos data de finales del siglo XIX. Hooker por un lado, y Engler por otro, lo intentaron basándose en las características morfológicas y en el supuesto origen de estas especies. Estos autores propusieron la existencia de

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

13 géneros y 11 especies. Swingle desarrolló un sistema taxonómico que incluye dos tribus, *Clauseneae* y *Citreae*, y está basado también, en diversas características morfológicas. Unos años más tarde, se revisó toda la sistemática de los cítricos (Swingle, 1967). La tribu *Citreae* fue subdividida en tres subtribus, una de las cuales, la *Citrinae* contiene todos los géneros a los que pertenecen los cítricos cultivados: *Fortunella*, *Poncirus* y *Citrus* (Agustí, 2000).

Las especies del género *Citrus* son las más importantes desde el punto de vista agronómico. Su cultivo representa la producción de frutos para consumo en fresco y para su transformación en zumo. Su sistemática es muy compleja. Actualmente no hay acuerdo unánime sobre la taxonomía de los cítricos, aunque son dos las clasificaciones que más se utilizan, la de Swingle que considera 16 especies y la de Tanaka que contempla 162. La clasificación de Swingle se aproxima más a la realidad aunque a veces es insuficiente. La de Tanaka es en algún caso demasiado minuciosa y detallista, pero resulta más práctica desde el punto de vista de la taxonomía botánica y se utiliza con mayor frecuencia (Zaragoza, 2011).

3.1.2. Clasificación de las principales variedades de naranjas cultivadas en España

En este texto las agruparemos en tres grandes grupos: Grupo Navel, Grupo Blancas y Grupo Sanguinas, de acuerdo a la clasificación que comercialmente rige.

A continuación se describen las principales características de cada grupo de naranjas:

Grupo *Navel*

Este grupo de variedades se distingue por la presencia de un segundo verticilo carpelar, que al desarrollarse, da lugar a un segundo fruto muy pequeño, este queda incluido en el fruto principal por su zona estilar (Figura 3). El aspecto que toma se

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

parece a un ombligo, lo que da nombre al grupo (*navel*, significa ombligo en inglés) (Agustí, 2000).

Las naranjas Navel son de madurez precoz y dan frutos sin semillas, unas veces porque las células madres de los granos de polen degeneran y otras porque es el saco embrionario el que degenera, los óvulos no son fecundados y, por lo tanto, no presentan semillas.

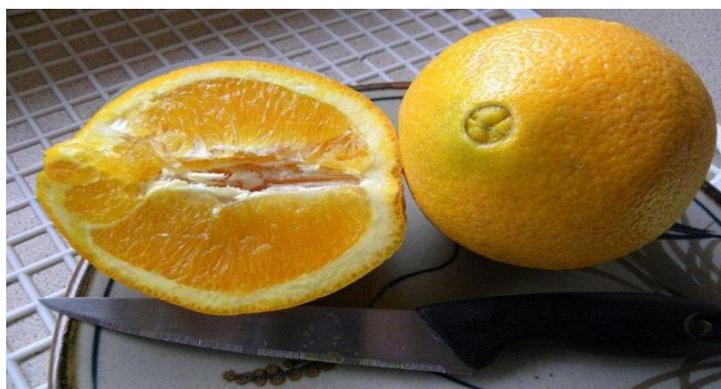
Las naranjas Navel son de madurez precoz y dan frutos sin semillas, unas veces porque las células madres de los granos de polen degeneran y otras porque es el saco embrionario el que degenera, los óvulos no son fecundados y, por lo tanto, no presentan semillas (Villalba, 2001).

El principal destino de frutos del grupo Navel es el consumo en fresco y una pequeña parte a industrialización debido a que el contenido en zumo no es elevado y la presencia de limonina da lugar a un sabor amargo (Villalba, 2001).

Las variedades más importantes de este grupo son:

- Navelina
- Newhall
- Washinton navel
- Navelate
- Lane late

Figura 3. Ejemplo de naranja del grupo Navel



Grupo *Blancas*

Durante muchos años en España fue muy importante, no solo por su demanda para el consumo en fresco, sino por sus posibilidades de industrialización en la fabricación de zumos. Pero actualmente muchas de esas variedades antes importantes han dejado de cultivarse. Sólo aquellas variedades de este grupo que tienen calidad suficiente para su consumo en fresco han persistido en la citricultura española (Agustí, 2000).

Los árboles de gran vigor, frondosos, tamaño medio a grande y hábito de crecimiento abierto, aunque tienen tendencia a producir chupones verticales, muy vigorosos, en el interior de la copa.

Una peculiaridad importante de las flores de este grupo es que las células madres del polen se desintegran sin dar lugar a la formación de granos de polen y a veces también degenera el saco embrionario. Como consecuencia los frutos son partenocárpicos y carecen de semillas (Villalba, 2001).

Las características más notables de este grupo de naranjas son la ausencia de navel (ombigo) en sus frutos (figura 4), una acidez, en general, inferior a la de otros grupos de variedades, y una tendencia natural a la alternancia de cosechas (Agustí, 2000).

Las variedades más importantes de este grupo son:

- Salustiana
- Valencia late
- Verna

Figura 4. Ejemplo de naranja del grupo Blancas



Grupo *Sanguinas*

En España, el cultivo de variedades pertenecientes a este grupo se halla en recesión. Su producción no alcanza el 1% de la total correspondiente a naranjas y la superficie dedicada a su cultivo es inferior a las 1500 ha, tendiendo a descender aún más. En general son variedades que proceden unas por mutaciones de otras. Los árboles de este grupo son pequeños, de follaje espeso, de color claro y con decoloraciones foliares irregulares.

El fruto es de tamaño mediano a pequeño, de forma alargada o redondeada, corteza fina y elevado contenido en zumo. Las naranjas sanguinas tienen un atractivo color rojo, al que deben su nombre y que se puede presentar desde el rojo intenso a morado, color que muestra igualmente en su interior y que proporciona zumos de esta tonalidad rojiza (Agustí, 2000).

El color rojizo de la pulpa, zumo y corteza se debe a la presencia de antocianos (Figura 5)

El fruto se recolecta a partir de enero. Tiende a desprenderse cuando alcanza la madurez (Agustí, 2000).

Las variedades más apreciadas son:

- Doblefina
- Entrefina
- Sanguinelli

Figura 5. Ejemplos de frutos de naranja Sanguinelli



3.1.3. Exigencias edafoclimáticas

EXIGENCIAS CLIMÁTICAS

El clima es un factor crítico en el desarrollo de las plantas, al mismo tiempo que determina la vegetación espontánea. De hecho, puede ser limitante para su cultivo. Por otra parte, y bajo un punto de vista agronómico es difícilmente modificable para el cultivo de especies arbóreas (Agustí, 2000).

Probablemente la variable climática más importante en la determinación del desarrollo vegetativo, de la floración, cuajado y calidad de los frutos es la temperatura.

Temperaturas de 25 a 30°C se consideran óptimas para la actividad fotosintética, y temperaturas de 35°C o superiores la reducen (Agustí, 2000).

En nuestra zona, el principal riesgo que corre la producción es a las heladas producidas cuando se dan temperaturas inferiores a 2°C durante más de dos horas. Los daños producidos por las heladas pueden variar desde la pérdida de calidad de parte de la fruta a la pérdida total de la cosecha.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

La tolerancia a las bajas temperaturas varía en función de los siguientes factores: de la especie o el género, de la variedad, del estado vegetativo del árbol, de la edad de la planta, del estado sanitario, presencia de deficiencias de micro y macronutrientes, del patrón y de las condiciones de cultivo (Soler, 2006).

EXIGENCIAS EDÁFICAS

Los agrios pueden crecer bajo condiciones edáficas muy diferentes, desde suelos pedregosos, muy pobres hasta suelos arcillosos y pesados. Sin embargo esto no es indicador de que el cultivo se adapte igual a todos los tipos de suelo. Si bien son capaces de progresar en suelos sin condiciones, lo hacen a costa de su desarrollo vegetativo y su producción (Arévalo, 2013).

Estos se presentan óptimos en suelos arenosos profundos y suelos francos, siempre que la luz, la temperatura, los elementos minerales y el agua no sean limitantes. Por el contrario, los suelos impermeables y muy arcillosos dificultan su crecimiento. Cuando la proporción de arcilla es superior al 50%, el crecimiento de las raíces se ve seriamente restringido (Arévalo, 2013).

Los suelos más adecuados para el cultivo de los agrios son los que presentan una proporción equitativa de elementos finos (arcillas y limos) y gruesos (arenas), con los que asocian las cualidades de los suelos pesados y ligeros, es decir, un buen poder de retención y una buena permeabilidad. Son, por tanto, suelos bien drenados, pero con adecuada retención de la solución acuosa del suelo, lo que garantiza la buena nutrición del arbolado (Agustí, 2000).

En cuanto a la permeabilidad del suelo, para el cultivo de los agrios son convenientes suelos de permeabilidad media, entre 10 y 30 cm/h. Deben evitarse suelos con una permeabilidad superior a 40 cm/h, incapaces de retener agua, o inferior a 5 cm/h, con gran facilidad de encharcamiento

En cuanto a la reacción del pH en el suelo, no es un factor importante por sí mismo en el cultivo de cítricos. De hecho, es muy frecuente encontrar cosechas óptima, por

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

cuantía y calidad, en suelos con pH entre 5 (moderadamente ácido) y 8,5 (moderadamente alcalino).

En cuanto a la profundidad, los suelos en los que se van a cultivar los cítricos han de permitir el desarrollo de las raíces hasta zonas profundas. Por tanto, además de considerarse las características del suelo, también hay que considerar las del subsuelo. Aunque la parte activa de las raíces de los árboles esté situada en las capas superficiales del suelo, a una profundidad entre 0,5 y 0,7 metros, éste debe permitir su desarrollo, sin obstáculos, hasta el subsuelo. En suelos con una profundidad máxima de ese orden, el desarrollo de los árboles es deficiente (Agustí, 2000).

Finalmente, el desarrollo radicular es determinante del tamaño del arbolado y está estrechamente relacionado con su producción. Cuando las condiciones del suelo inhiben el desarrollo radicular, la producción se reduce. Por tanto, aquellos factores que puedan dañar el sistema radicular y reducir su densidad (encharcamientos, abonados excesivos, laboreos muy espaciados, etc.) reducen a su vez la cosecha (Agustí, 2000).

El suelo ideal para el cultivo de cítricos en general es aquel que reúne las siguientes condiciones:

Presenta una textura de media a suelta; Presenta una permeabilidad media; La profundidad del suelo es superior a 60cm; El suelo no debe ser salino; El pH tiene que oscilar alrededor de 6,5; El contenido de caliza expresado en carbonato cálcico tiene que estar comprendido entre el 10 y el 20% (Soler, 2006).

3.1.4. Exigencias hídricas

Los cítricos son muy exigentes tanto en cantidad como en la calidad del agua. Sensibles a la salinidad que pueda contener y también sensibles a los cambios de calidad, ya que en los cítricos se produce una adaptación a las condiciones donde se desarrollan.

Las necesidades hídricas de los cítricos, estimadas según sus pérdidas por evapotranspiración, se establecen entre los 7.500 y los 12.000 m³/ha año, lo que equivale a una pluviometría anual entre 750 y los 1.200 mm. Pero debe tener una

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

adecuada distribución para satisfacer las necesidades del cultivo. Ninguno de estos factores se da en las condiciones climáticas del Mediterráneo. (Agustí, 2000). Por lo que el riego es fundamental.

La distribución del riego a lo largo de los distintos meses del año no es uniforme, sino que varía en función de la transpiración y evaporación alcanzando los niveles máximos en los meses de verano.

La calidad del agua de riego afecta a la nutrición de los cítricos tanto por su contenido de elementos nutritivos en solución, como por la presencia de iones tóxicos para la planta.

Entre los primeros pueden encontrarse en aguas subterráneas y en concentraciones elevadas, algunos cationes como el Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^{+} que pueden suponer un aporte significativo.

Entre los elementos tóxicos para la planta, destaca el ión cloruro que generalmente es el causante de la salinidad. La presencia de boro en el agua de riego puede provocar también una importante toxicidad a los cítricos (Soler, 2006.)

Entre los aniones y cationes que contiene un agua de riego se encuentran:

- | | |
|----------|---------------|
| Calcio | - Cloruros |
| Magnesio | - Sulfatos |
| Sodio | - Bicarbonato |
| Potasio | |

II. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

2.1. OBJETIVOS

El consumidor de naranjas busca que tengan el menor número de semillas, un buen sabor y una correcta cantidad de zumo. Los productores deben tratar de satisfacer las necesidades del consumidor, y también se debe intentar que el periodo de la oferta comercial sea el máximo posible.

También es útil conocer las propiedades organolépticas y nutricionales de estos nuevos cultivares de naranja, con el fin de identificar cualquier plusvalía (valor añadido) que tendría el efecto de expandir su mercado. A la vista de los bajos precios de venta de los cítricos, sólo aquellos árboles de cítricos que producen frutos de alta calidad se pueden mantener.

En el presente Trabajo Fin de Grado se pretende realizar la caracterización morfológica y físico-química de las siguientes cuatro variedades de naranjas tardías: Valencia late, Navel Lane late, Navel Powell y Navel Chislett, con el fin de determinar que variedad o variedades serían las más interesantes desde el punto de vista funcional.

2.2. PLAN DE TRABAJO

En el siguiente esquema (figura 6) queda reflejado el plan de trabajo realizado una vez llevadas las naranjas al laboratorio.

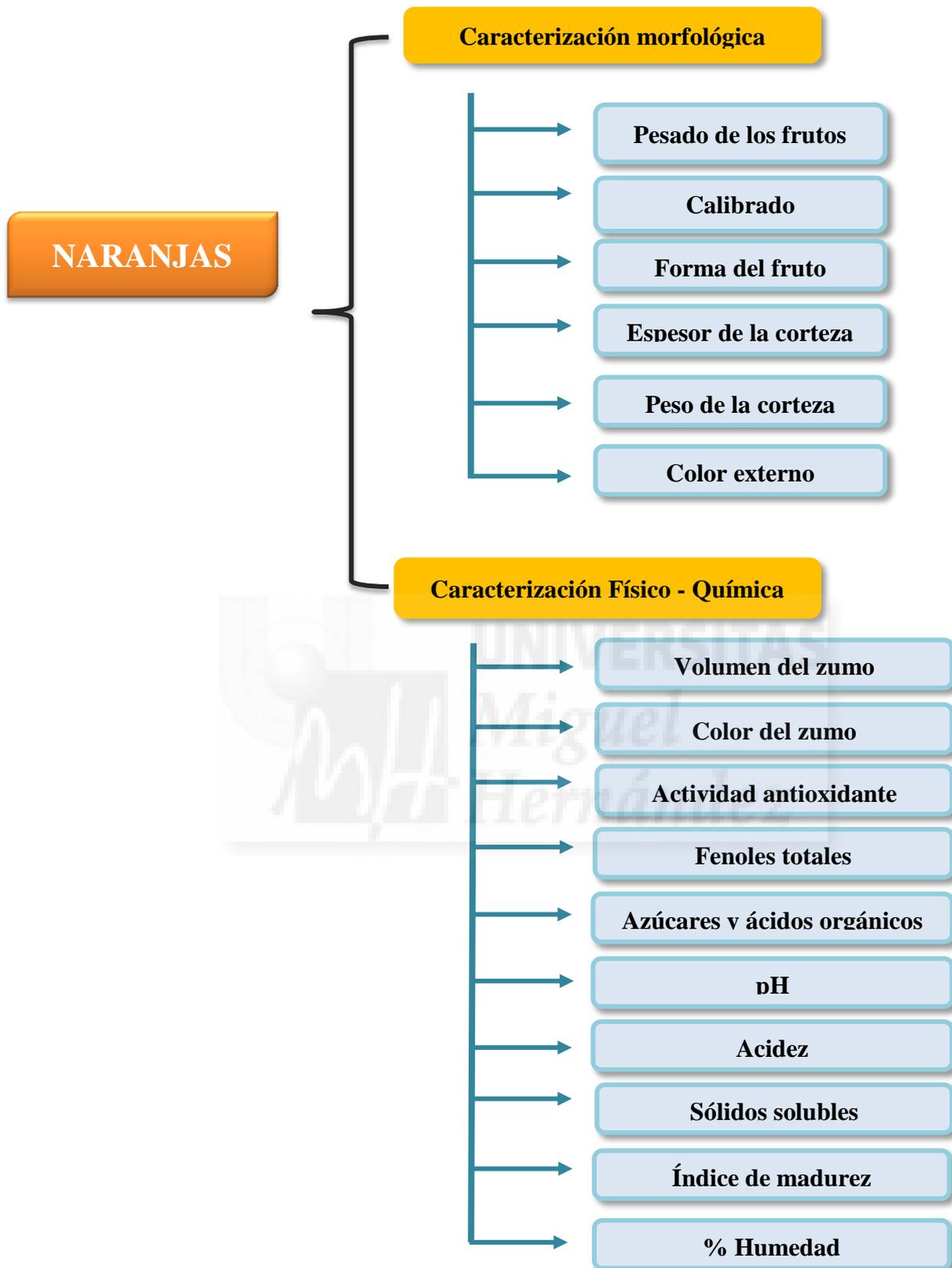


Figura 6. Plan de trabajo.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. MATERIAL VEGETAL

Las variedades Valencia late, Navel Chislett, Navel Powell y Navel Lane late fueron recolectadas del principal Banco de Germoplasma de cítricos de España (latitud 39° 35' 22.6''N longitud 0° 23' 41.0''W), que está localizado en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) en Valencia (España). La recolección se llevó a cabo el 8 de abril de 2016.

La fruta fue recolectada manualmente en su madurez fisiológica para asegurar sus mejores características e inmediatamente transportada al laboratorio para su posterior análisis. La recolección se realizó en diferentes árboles.

3.1.1. Descripción del patrón

El patrón utilizado en todas las variedades estudiadas es *Citrus macrophylla*.

Citrus macrophylla es una especie híbrida, posiblemente de *Citrus celebica* y *Citrus grandis*, nativa de Filipinas.

Morfológica y genéticamente es muy similar a limones y limas. Los cultivares injertados sobre esta variedad producen árboles grandes, vigorosos, con rendimientos altos y características de crecimiento parecidas a los injertados sobre otros patrones tipo limón, en la mayoría de las condiciones de cultivo (Magrama, 2008).

Debido a estas características, se está difundiendo en España, no solamente como patrón de limonero, sino también de naranjo, mandarinos y de algunos híbridos sobre todo Nova y Fortune, combinaciones con las que es sensible al virus CTV (Soler, 2006).

Las ventajas que presenta este patrón son:

Es muy resistente a *Phytophthora* sp.

Parece tener una resistencia a la salinidad superior a la del naranjo amargo y es resistente a la clorosis férrica.

Pero también tiene importantes inconvenientes:

Es muy sensible al frío. En vivero se le debe proteger del frío. En árboles adultos, una helada de mediana intensidad puede afectar a plantaciones enteras.

Reduce fuertemente la calidad de la fruta.

Sensible al virus CTV.

Los árboles formados por algunas combinaciones, tanto de limonero como de otras especies, pueden morir precozmente a los 12-14 años por una necrosis de vasos liberianos de origen desconocido (Soler, 2006).

3.1.2. Descripción de las variedades estudiadas

A continuación se hará una descripción de cada una de las variedades de naranjas tardías que hemos usado en este estudio:

Valencia late

Variedad de naranja tardía perteneciente al *grupo Blancas*, descrito anteriormente.

El origen de esta variedad es confuso. Su origen posible son las Islas Azores (Portugal), a finales del siglo pasado, desde donde fue llevada a Florida, desde allí a California por los ingleses, e importada finalmente a España. La Valencia late cultivada en California y Florida es indistinguible de la cultivada en España. (Agustí, 2000).

El árbol es vigoroso, de buen desarrollo, con ligera tendencia a la verticalidad. Escasas espinas y pequeñas. Se adapta bien a diversos climas y suelos (Agustí, 2000).

Frutos de tamaño medio a grande, de forma esférica o ligeramente alargada. Corteza delgada y lisa, a veces algo granulosa. La pulpa tiene alto contenido en zumo, con buen aroma y ligeramente ácido, con buena aptitud para industrialización.

En general no aparecen semillas y reúne unas buenas condiciones para conservación y transporte. En algunos campos aparecen frutos afectados por Claretta (Villalba, 2001).

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

Es la más tardía de todas las variedades de naranjo dulce. Su recolección se inicia a partir de marzo, pudiendo mantenerse el fruto varios meses en el árbol con buenas condiciones comerciales (Villalba, 2001).

Se adapta bien a diversos climas y suelos siempre que no se produzcan heladas. Es una variedad productiva aunque con tendencia a la vecería, es decir, puede darse el caso de alternar fuertes cosechas con años de poca o ninguna cosecha (Villalba, 2001).

Figura 7. Ejemplo de fruto Valencia late



Tabla 3. Características Valencia late (Pardo, 2011)

Características del fruto	
Peso (g)	170 - 200
Diámetro (mm)	67 - 72
Forma	Redonda diámetro/altura= 1,01
Corteza (mm)	2,7 - 3,7
Color	Naranja Índice de color = 10
% zumo	53 - 58
Semillas	01-abr
Fructificación	Alta
Recolección	20 marzo - 15 junio

Lane late

Variedad de naranja tardía perteneciente al grupo Navel. Procedente de Australia, se originó por mutación de una yema de Washinton navel.

En España se inicia su difusión Comercial en la campaña 1.987-88 (Villalba, 2001).

El árbol es vigoroso, de follaje denso y hojas de color verde oscuro. Apenas presenta espinas. Variedad muy productiva y de precoz entrada en producción (Agustí, 2000).

Su principal característica es la lenta maduración de sus frutos, y sobre todo, su época de recolección. Pueden mantenerse en el árbol hasta el mes de mayo sin grandes pérdidas por abscisión (Agustí, 2000).

Variedad interesante para la mayor parte de nuestras áreas citrícolas; especialmente para las de recolección media y tardía (Villalba, 2001).

Figura 8. Ejemplo de fruto Lane late



Tabla 4. *Características Navel Lane late (Pardo, 2011)*

Características del fruto	
Peso (g)	200 - 230
Diámetro (mm)	75 - 80
Forma	Redonda diámetro/altura= 1,02
Corteza (mm)	3,5 - 4
Color	Naranja Índice de color = 12
% zumo	55 - 58
Semillas	No
Fructificación	Alta - Muy alta
Recolección	15 enero - 15 abril

Powell

Variedad de naranja tardía perteneciente al *grupo Navel*. Procede de una mutación espontánea de Washington Navel detectada en Australia (Villalba, 2001).

Árbol vigoroso, con alguna espina en las ramas de mayor vigor. Las flores carecen de polen y al igual que el resto de variedades del grupo navel, los frutos presentan ombligo.

Fruto de buen tamaño, mantiene en madurez una gran consistencia y mejora algo la adherencia del pedúnculo al fruto si comparamos con Lane Late, lo que permite una recolección más tardía (Pardo, 2011).

Su zumo presenta bajo contenido en ácido y elevado contenido en azúcares. La ausencia de limonina hace que su zumo no adquiera el sabor amargo que sí llega a alcanzar el de otras variedades del grupo Navel (Villalba, 2001).

No tiene tendencia a la granulación y puede ser recolectado entre 30 y 45 días más tarde que la *Navel Lane late* (Agustí, 2000).

Figura 9. Ejemplo de fruto Navel Powell



Tabla 5. Características Powell (Pardo, 2011)

Características del fruto	
Peso (g)	220 - 250
Diámetro (mm)	78 - 83
Forma	Redonda diámetro/altura= 1,02
Corteza (mm)	3,5 - 4
Color	Naranja Índice de color = 12
% zumo	55 - 58
Semillas	No
Fructificación	Alta
Recolección	16 marzo – 30 abril

Chislett

Varietal de naranja tardía perteneciente al grupo Navel. Esta variedad fue descubierta en 1988 en Australia en la propiedad de Norm y Greg Chislett.

Árbol vigoroso, con alguna espina en las ramas de mayor vigor. Las flores carecen de polen y al igual que el resto de variedades del grupo navel, los frutos presentan ombligo.

Fruto de buen tamaño y gran calidad, es menos ácida que Powell, si bien es menos productiva que Lane Late. El fruto es muy firme, con muy buena adherencia en el pedúnculo, manteniendo estas características durante el verano. Elevado contenido en ácido cítrico por lo que el fruto no pierde sus buenas cualidades gustativas cuando se

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO
VARIETADES DE NARANJAS TARDÍAS

retrasa su recolección . Tiene la corteza más lisa que otras naranjas tardías (Pardo, 2011)

Tiene un alto contenido en zumo, y no presenta problemas de granulación. La pulpa es de color naranja intenso.

Figura 10. Ejemplo variedad Chislett



Tabla 6. Características Chislett (Pardo, 2011)

Características del fruto	
Peso (g)	220 - 250
Diámetro (mm)	78 - 83
Forma	Redonda diámetro/altura= 1,05
Corteza (mm)	3,5 - 4
Color	Naranja Índice de color = 12
% zumo	55 - 58
Semillas	No
Fructificación	Alta
Recolección	1 febrero - 15 mayo

3.2. PARÁMETROS DETERMINADOS

Las variedades Valencia late, Navel Chislett, Navel Powell y Navel Lane late fueron recolectadas en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) en Valencia (España).

Los frutos se cogieron al azar, de distintos árboles. Para realizar el trabajo de laboratorio se utilizaron 10 frutos de cada variedad.

Dentro del trabajo de laboratorio se llevaron a cabo diferentes determinaciones citadas en el esquema del plan de trabajo (figura 6). A continuación, se describen los parámetros analizados. Procedemos a describir cada parámetro más detenidamente.

3.2.1. Caracterización morfológica del fruto

El trabajo en el laboratorio se llevó a cabo con 10 naranjas de cada una de las 4 variedades estudiadas, éstas estaban en la época de maduración comercial.

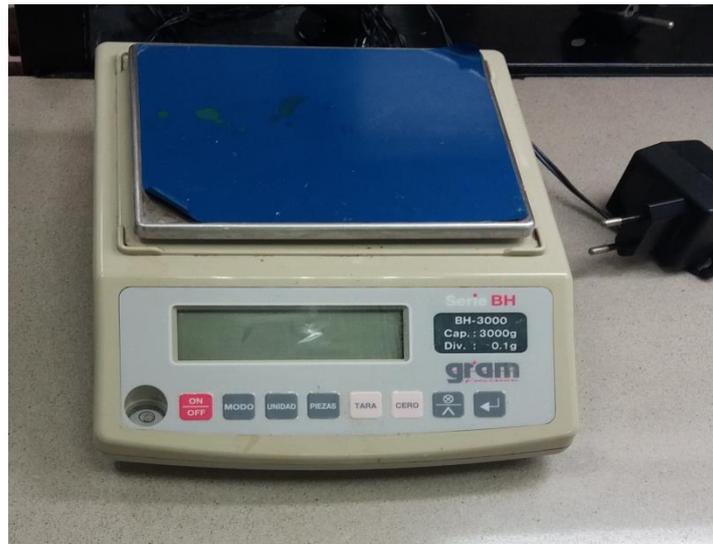
Para la caracterización morfológica del fruto se tomó una muestra de cada una de las variedades en la época de maduración comercial, de frutos que no presentasen defectos, alteraciones o cualquier tipo de plagas o enfermedades.

3.2.1.1. Morfología del fruto

A continuación se describen cada una de las características morfológicas que se estudiaron:

- **PESO DEL FRUTO:** Para obtener el peso medio de cada variedad, se pesaron los 10 frutos de cada una de las selecciones con una balanza electrónica (marca GRAM, modelo BH-3000) con una precisión de 0,1 g (Figura 11).

Figura 11. Balanza electrónica BH-3000



- **LONGITUD:** Para medir la longitud los frutos se utilizó un pie de rey digital, con una precisión de 0,001 mm (Figura 12). Los datos se expresaron en mm.
- **DIÁMETRO:** A la vez que se determinaba el parámetro anterior, se midió el diámetro de cada una de las naranjas, para lo que se utilizó el mismo pie de rey digital que en el apartado anterior (Figura 12). Los datos se expresaron en milímetros.

Figura 12. Pie de rey digital



- **ESPESOR DE LA CORTEZA:** para medir el espesor de la corteza se procedió a cortar cada fruto por la mitad y con el pie de rey digital (Figura 12) se hicieron dos mediciones en el diámetro ecuatorial.
- **PESO DE LA CORTEZA:** para medir el peso de la corteza, se cortó en dos cada naranja y posteriormente se procedió a exprimirlas mediante un exprimidor eléctrico, para así dejar la corteza sin restos de pulpa. Una vez hecho esto se pesaron en la balanza electrónica (Figura 11).

3.2.1.2. Color externo del fruto

El aspecto externo de los frutos, como es el color de la piel, junto a la textura, sabor, aroma y el contenido en diversos compuestos (azúcares, ácidos etc.) contribuye decisivamente a la calidad de los frutos en fresco.

El color ocupa un lugar preferentemente entre los atributos que definen su calidad. En el color externo del fruto pueden influir diversos factores tales como la variedad, temperatura, fertilización, portainjerto, etc.

Para realizar las mediciones del color externo se utilizó un espectrofotómetro de la marca KONICA MINOLTA modelo CM- 700d, tomándose lecturas en 4 puntos del diámetro ecuatorial y obteniéndose para cada variedad un total de cuarenta lecturas.

Figura 13. *Espectrofotómetro*



La función del espectrofotómetro es describir la coloración de la epidermis de la fruta objeto de la medición. El sistema de color utilizado es el estándar C.I.E., L^* , a^* , b^* . Este sistema representa con más fidelidad la sensibilidad humana del color.

L^* : Se utiliza para evaluar la luminosidad, atributo de una sensación visual, según la cual el área parece reflejar difusamente o transmitir más o menos parte de la luz. Sus valores oscilan de 0 a 100, correspondiendo el 0 al negro y el 100 al blanco.

a^* : Representa la variación rojo-verde. Cuando el valor es positivo representa la contribución al color rojo y cuando es negativo al color verde.

b^* : Representa la variación amarillo-azul. Cuando el valor es positivo contribuye al amarillo y si es negativo al azul.

C^* (Croma): Muestra la distinción de un color por su saturación. Su valor ha sido calculado de acuerdo a la norma UNE (UNE,1984).

$$c^*=[(a^2+b^2)^{1/2}]$$

H^* (Tono): Sensación visual por la que se diferencian los colores. Su valor ha sido calculado de acuerdo a la norma UNE (UNE,1984).

$$H^*= \text{artg} (b^*/a^*)$$

En este apartado también se obtuvo el índice de color de cada fruto. Con los resultados obtenidos en las mediciones nos permitieron determinar relaciones entre los parámetros de color y asignar valores al color de los cítricos. La relación utilizada fue la desarrollada por Jiménez-Cuesta et al. (1981).

$$IC= 1000 * a / L * b$$

Valores de IC inferiores a -7 expresan una coloración verde, aumentando en intensidad al hacerse más negativo. Valores comprendidos entre -7 y +7 indican coloraciones entre el verde amarillento (-7 a 0), amarillo pálido o naranja verdoso (valores próximos a 0) y naranja pálido (0 a +7). Los valores superiores a +7 indican coloraciones naranjas que aumentan en intensidad al aumentar el IC (Bello, 2015).

3.2.1.3. Forma del fruto

La determinación de la forma del fruto se obtuvo de la relación entre la longitud y el diámetro (L/A) (UPOV, 2015).

La forma del fruto puede ser desde redondeada a oblonga, pasando por ovalada. Se interpretaron los resultados de acuerdo a las normas MAPA reflejadas en la figura:

L/A < 0,9: Frutos muy achatados
0,9 < L/A < 1: Frutos ligeramente achatados
L/A = 1: Frutos redondos
1 < L/A < 1,02: Frutos ovalados
1,02 < L/A: Frutos oblongos

Fuente: MAPA, 2008

3.2.2. Caracterización físico-química del fruto

Para la determinación de los parámetros químicos del fruto, se tomaron los 10 frutos de cada variedad. De cada variedad se obtuvieron tres submuestras de zumos, por lo que se obtuvieron tres repeticiones de cada parámetro químico en cada una de las variedades.

3.2.2.1. Volumen de zumo

Para el volumen de zumo se utilizó un exprimidor eléctrico doméstico (marca Braun modelo Citromatic). Una vez obtenido el zumo de cada fruto se trasladó a una probeta para obtener el volumen exacto en ml.

3.2.2.2. Rendimiento de zumo

El rendimiento de zumo se calculó a partir del peso del fruto y del volumen de zumo obtenido expresando los resultados en ml/100 g de peso fresco.

3.2.2.3. Color del zumo

Para realizar las mediciones del color del zumo se utilizó un espectrofotómetro de la marca KONICA MINOLTA, CM- 700d (figura 13), tomándose cuatro lecturas de cada muestra de zumo sobre un fondo blanco.

3.2.2.4. Determinación de la actividad antioxidante

Una de las cualidades beneficiosas cada vez más valorada en las frutas y las hortalizas por los consumidores es su actividad o propiedades antioxidantes. Generalmente, un antioxidante se puede definir como aquella sustancia natural o artificial con capacidad para neutralizar y proteger a un sistema biológico frente a radicales libres, tales como los radicales de oxígeno, los de nitrógeno y los radicales lipídicos (Cano, 2004).

Los métodos para determinar la capacidad antioxidante están basados en la generación de radicales libres que reaccionan con la muestra, de modo que los antioxidantes presentes en esta generan una respuesta inhibiendo dichos radicales. De esta forma, determinan el efecto antioxidante global de la muestra, no de cada componente por separado; por lo que resulta interesante realizar las determinaciones con varios métodos diferentes y así comparar el efecto antioxidante sobre diferentes tipos de radicales.

Se diferencian dos tipos de ensayos para determinar la capacidad antioxidante:

- Determinación directa: se forma el radical y cuando se pone en contacto con la muestra disminuye la señal debido a la disminución de la concentración del radical (por ejemplo, ABTS+ y DPPH)
- Determinación indirecta: la presencia de radicales libres produce la pérdida o aparición de un reactivo, y por tanto, en presencia de un antioxidante se provoca el aumento o disminución de la señal.

Para la extracción de los compuestos antioxidantes, se pesaron aproximadamente 0,5 g de muestra en un tubo de ensayo y se le añadieron 10 mL de extractante, compuesto por metanol/agua (80:20) y acidificado con HCl (1 %). A continuación, se realizó la

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

extracción, primero durante 15 min a 20 °C en un baño ultrasonidos con una frecuencia constante de 40 KHz y después durante 16 h en refrigeración a 4 °C. Transcurrido el tiempo en refrigeración, se pasaron las muestras de nuevo por el ultrasonidos durante otros 15 min. Por último, se centrifugaron a 15.000 rpm durante 10 min y se recogió el sobrenadante. El aparato utilizado para el baño de ultrasonidos fue un ULTRASONIC CLEANER de la marca TOTECH (Figura 14) y la centrífuga utilizada es el modelo 3-18K de la marca SIGMA (Figura 15).

Figura 14. Baño de ultrasonidos ULTRASONIC CLEANER



Figura 15. Centrífuga SIGMA 3-18K



3.2.2.4.1. Método DPPH

Una vez realizada la recta de calibrado, se midió la capacidad antioxidante de cada una de las muestras por triplicado. Para ello, se añadió a cada cubeta de espectrometría 10 μL muestra problema, 40 μL metanol y 950 μL de la disolución DPPH. Se dejó reaccionar durante 10 min en oscuridad y se midió la absorbancia en el espectrofotómetro a 515 nm. A los resultados se les restó la absorbancia inicial del reactivo y se calculó la concentración de antioxidantes en función de la recta de calibrado.

3.2.2.4.2. Método ABTS

El método ABTS+ (ácido 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazolín)-6-sulfónico) se llevó a cabo utilizando el ensayo de decoloración del radical catión ABTS+. Se preparó el reactivo con una concentración 7 mm y tras la adición de 1 mL de persulfato de potasio 2,45 mm; se dejó reaccionar durante 12-16 h en oscuridad para que tuviera lugar la formación del catión ABTS+. Una vez transcurrido este tiempo, se diluyó la disolución con agua ultrapura hasta ajustar la absorbancia a $0,700 \pm 0,020$ empleando una longitud de onda de 734 nm.

Una vez realizada la recta de calibrado, se midió la capacidad antioxidante de las muestras por triplicado, añadiendo en cada cubeta 10 μL de muestra y 990 μL de la disolución ABTS+. Tras dejar reaccionar durante 6 min se midió su absorbancia a 734nm. A los resultados se les restó la absorbancia inicial del reactivo y se calculó la concentración de antioxidantes en función de la recta de calibrado.

3.2.2.4.3. Método FRAP

El método FRAP (“ferricreducingability of plasma”) se llevó a cabo siguiendo el protocolo de Benzie y Strain (1996), con alguna modificación. Se preparó el reactivo compuesto por TPTZ: Fe Cl₃: disolución tampón (1:1:10) de acuerdo a las siguientes indicaciones:

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

- Disolución tampón; 1,55 g CH₃COONa y 0,9 mL de HCl ajustando el pH final a 3,6.
- HCl 40 mM.
- Reactivo TPTZ: 31,21 mg de TPTZ y 10 mL de HCl 40 mM.
- Cloruro de hierro 20 mM.

Una vez realizada la recta de calibrado, se midió la capacidad antioxidante de las muestras por triplicado, añadiendo en cada cubeta 10 µL de muestra y 990 µL de la disolución reactivo. Tras dejar reaccionar durante 10 min se midió su absorbancia a 593 nm.

3.2.2.5. Determinación de los fenoles totales

La concentración de fenoles totales fue medida por espectrofotometría basándose en una reacción colorimétrica de óxido-reducción.

La preparación de la muestra se realizó con metanol: agua (80:20) acidificado con 1% de HCl. Y para la cuantificación, se tomaron 100 µL del sobrante y se le añadió 0,2 ml de reactivo Follin y 2ml de H₂O miliQ. Posteriormente se dejó en oscuridad a temperatura ambiente durante 3 minutos. A continuación se cortó la reacción con 1 ml Na₂CO₃ (75 g/l) y se dejó durante una hora a temperatura ambiente en oscuridad. Una vez transcurrido ese tiempo, se procedió a medir la absorbancia en un espectrofotómetro, modelo Hitachi U-2000, a 765 nm utilizándose cubetas de 4ml.

3.2.2.6. Determinación de azúcares y ácidos orgánicos predominantes en el zumo mediante HPLC.

A partir de las tres muestras de zumo de cada variedad obtenidas en la caracterización química, se procedió a rellenar 3 tubos de ensayo por muestra y se realizó un centrifugado durante 40 minutos a 10000 r.p.m. y una temperatura de 4°C.

Después se extrajo de cada una de las tres muestras unos 5 ml. Estas muestras se filtraron a través de 0,45 µm pasándose a tubos opacos hasta su análisis en el cromatógrafo para analizar los azúcares y ácidos orgánicos.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

El análisis se realizó en un cromatógrafo líquido de alta resolución (HPLC) Hewlett Packard, modelo 1100, con columna Supelcogel C-610 H y precolumna Supelcogel H (5 X 4,6). El HPLC es una técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica.

La fase móvil empleada ha sido ácido fosfórico al 0,1 % con flujo de inyección de 0,5 ml/min, temperatura de 30°C e inyección de 10 µl. El índice de refracción para los azúcares ha sido medido mediante un detector Agilent serie 1100, mientras que para los ácidos orgánicos se ha utilizado detección UV 210 nm.

Los azúcares medidos y cuantificados en el zumo fueron:

- Sacarosa
- Fructosa
- Glucosa
- Arabinosa
- Maltosa
- Galactosa
- Sorbitol

Los ácidos orgánicos identificados y cuantificados fueron:

- Ascórbico
- Cítrico
- Shikímico
- Oxálico
- Tartárico
- Succínico
- Acético
- Fumárico

Figura 16. Cromatógrafo líquido de alta resolución



3.2.2.7. Determinación de la acidez

Para la determinación de la acidez se utilizó un valorador automático de la marca Metrhom, modelo Tritino plus 877 con el agitador 801 Stirrer (Figura 17). Para ello se diluyeron 5 ml de zumo enrasados con agua destilada hasta 50 ml por cada repetición y se procedió a su valoración. Los resultados se expresaron como gramos de ácido cítrico por litro de zumo.

3.2.2.8. Determinación del pH

Sirviéndonos del valorador anterior (Figura 17), aunque sirve para la obtención de la acidez, pudimos conocer de forma colateral los valores de pH.

Previamente a cada medición, se calibró con la utilización de dos tampones de pH 4 y pH7.

Figura 17. Valorador Tritino plus 877 con el agitador 801 Stirrer



3.2.2.9. Determinación de sólidos solubles

La propiedad de un jugo azucarado es la de desviar la luz por refracción y este fenómeno es aprovechado para estimar el contenido en sólidos solubles del zumo de un fruto.

Los sólidos solubles se determinaron mediante un refractómetro digital de la marca ATAGO, modelo POCKET REFRACTOMETER PAL-1. Dicho refractómetro compacto ofrece mediciones en °Brix de 0 a 53.0% (Precisión $\pm 0.2\%$). La pequeña superficie del sensor permite la medición de muestras minúsculas. Cuenta con compensación automática de temperatura y una gran pantalla digital que asegura lecturas exactas cada vez.

Figura 18. *Refractómetro digital POCKET REFRACTOMETER PAL-1*



3.2.2.10. Determinación del Índice de Madurez

El índice de madurez se obtiene a partir de la relación entre sólidos solubles en grados Brix y la acidez y nos indica el grado de madurez de los frutos. Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de madurez} = \frac{SST \text{ (g/l)}}{A \text{ (g/l)}}$$

Siendo:

SST: Sólidos solubles totales.

A: Acidez

3.2.2.11. Porcentaje de humedad

Para determinar el porcentaje de humedad, se realizaron bandejas con trozos pequeños de pulpa para cada variedad. Cada variedad constaba de 3 bandejas por repetición, siendo un total de 12 bandejas con un peso aproximado de 50 g cada una de ellas. Se metieron en una estufa de la marca BINDER (Figura 19), y se mantuvo a una temperatura de 60° C hasta que su peso fuera constante. Una vez se alcanzó el peso constante se sacaron todas las bandejas de la estufa y se volvieron a pesar determinando el porcentaje de humedad.

Figura 19. Estufa BINDER



3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez obtenidos los datos de los parámetros estudiados en laboratorio, se procedió a realizar un análisis de varianza simple (ANOVA), seguido de un test de Rango Múltiple: test de las diferencias mínimas significativas (LSD) con nivel de confianza al 95% utilizando el programa estadístico STATGRAPHICS PLUS 3.0 .

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADO DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS

4.1.1. Resultados de la caracterización morfológica

En este apartado se muestran los resultados obtenidos en la caracterización morfológica del fruto. Los parámetros estudiados en laboratorio han sido: el peso del fruto, el calibre del fruto, el color externo del fruto, el peso de la corteza, el calibre de la corteza y la forma del fruto.

4.1.1.1. Peso del fruto

En la tabla 7 se observan los pesos medios obtenidos de los frutos para cada variedad.

Tabla 7. Pesos medios de cada variedad

Variedad	Peso (g)
Valencia late	180,90 ± 18,60 a
Chislett	372,53 ± 57,51 d
Powell	303,85 ± 50,94 c
Lane late	219,29 ± 10,76 b

Media (n=10) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

En los resultados obtenidos, se observan diferencias significativas entre las cuatro variedades, siendo Chislett la que presentó el mayor valor de peso medio; en segundo lugar se encuentra Powell con 68,68 gramos menos de media que Chislett, seguida de Lane late que presenta un peso medio de 219,29 gramos. Por último, encontramos la variedad Valencia late, que con 180,90 gramos es la que menos peso presenta.

En el estudio realizado por Pardo, et al. (2011), para el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, podemos ver que Valencia late tiene un peso medio de 185 gramos, Chislett y Powell presentan el mismo peso medio con 235 gramos y Lane late tiene 215 gramos.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

Podemos comprobar que tanto la variedad Valencia late como Lane late de nuestro estudio se asemejan mucho a la investigación realizada por Pardo, et al. (2011). En cuanto a Chislett y Powell, difieren mucho, presentan unas diferencias de peso de 137,53 y 68,85 gramos respectivamente.

En el estudio realizado por Hervalejo, et al.(2010) observamos los pesos medios de las variedades de Chislett con 352,22 gramos, Powell con 361,02 y Lane late con 336,37.

Si comparamos los datos obtenidos en nuestro ensayo con los de este estudio podemos observar que no hay diferencias significativas respecto a Chislett. La variedad Powell difiere en 5,17 gramos, presentando menor peso la de nuestro estudio. La diferencia más significativa la localizamos en la variedad Lane late, que difiere en 117,08 gramos, siendo menor la de nuestro estudio.

Por otra parte en un ensayo publicado por la Universidad de California (Roose and Williams, 2015), perteneciente a la colección de variedades cítricas, se muestran los valores del peso medio para las variedades Valencia late, Chislett, Powell y Lane late habiéndose realizado la recolección en diferentes lugares.

La variedad Valencia late presenta una media de 177,54 gramos para los datos obtenidos en 2009. Chislett tiene una media de peso de 270,6 gramos para los datos obtenidos en 2007. Las variedades Powell y Lane late, para los datos obtenidos en 2008, presentan una media de 246,29 y 238,2 gramos respectivamente.

Comparando con nuestros datos de pesos medios, podemos ver que las variedades Valencia late y Lane late presentan pesos muy parecidos a los de nuestro estudio. La mayor diferencia la apreciamos en Chislett, siendo esta de 101,93 gramos. Powell difiere en 57,56 gramos. Tanto Chislett como Powell presentan mayor peso en nuestro estudio.

4.1.1.2. Calibre del fruto

En la tabla 8 se observan los valores medios de calibre de los frutos estudiados de cada variedad.

Tabla 8. Diámetros y alturas

Variedad	Diámetro (mm)	Altura (mm)
Valencia late	71,60 ± 3 a	68,72 ± 2,63 a
Chislett	86,51 ± 5,16 c	89,14 ± 6,82 c
Powell	82,65 ± 5,14 b	79,51 ± 5,04 b
Lane late	73,98 ± 1,88 a	75,19 ± 3,50 b

Media (n=10) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

En cuanto al diámetro, según los resultados, las variedades Valencia late y Lane late no presentan diferencias significativas entre ellas. La variedad Chislett difiere del resto de variedades, siendo esta la que mayor diámetro presenta. Por último tenemos la variedad Powell que también difiere de todas las demás, con 3,86 mm menos que Chislett (Tabla 8).

Respecto a la altura, observamos que presentan similitudes Powell y Lane late, siendo estas las dos variedades con valores intermedios respecto a las cuatro estudiadas. Valencia late es la que presenta menor altura, y por último, Chislett que es la variedad de mayor altura (Tabla 8).

En cuanto al diámetro en el estudio realizado por Pardo, et al. (2011), para el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, podemos ver que Valencia late tiene un diámetro medio de 69,5 milímetros, siendo esta la de menor diámetro. Chislett 80,5 milímetros, Powell presenta también un diámetro medio de 80,5 milímetros, y por último Lane late con 77,5.

Comparándolas con nuestras variedades observamos que Valencia late presenta un valor muy parecido al de nuestro estudio, al igual que Powell que difiere en 2,15 milímetros. Chislett difiere en 6,01, y Lane late en 3,52 milímetros.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

Respecto a la altura, en el estudio realizado por Pardo, et al. (2011), en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, podemos ver que al igual que en nuestro estudio Valencia late es la que presenta menor altura, con una media de 68,81 milímetros, no presentando diferencias significativas con Lane late que tiene 1,97 mm más. Chislett y Powell no presentan prácticamente diferencias entre ellas, con 76,67 y 78,92 milímetros respectivamente.

Comparando estos resultados con los obtenidos en nuestro trabajo se observa que las variedades Valencia late y Powell presentan prácticamente valores muy similares respecto a las de nuestro estudio. La variedad Chislett difiere en 12,47 y Lane late en 4,41 milímetros.

Por otra parte, en un ensayo publicado por la Universidad de California (Roose and Williams, 2015), perteneciente a la colección de variedades cítricas, se muestran los valores medios de diámetro y altura obtenidos para las variedades Valencia late, Chislett, Powell y Lane late, todos ellos obtenidos en diferentes lugares.

Para la variedad Valencia late, los datos del estudio tomados en 2009 tienen como media de diámetro 69,33 milímetros, y de altura 71,68.

En la variedad Chislett, los valores que presenta el estudio del año 2007 son, para el diámetro 80,4 milímetros, y para la altura 80,34. En cuanto a Powell, los datos tomados en 2008 muestran un diámetro medio de 77,09 milímetros, y una altura de 81,76. Por último, para la variedad Lane late, los datos tomados en 2008, exponen un diámetro medio de 78,88 y una altura de 77,79 milímetros.

Comparando estos resultados con los obtenidos en nuestro ensayo, para la variedad Valencia late observamos que la altura de nuestro ensayo es 2,27 mm mayor, y el diámetro difiere en 2,96 mm, siendo en este caso menor la de nuestro estudio.

Para la variedad Chislett, en nuestro ensayo, presenta unos valores superiores tanto para la altura como para el diámetro respecto a los valores obtenidos por la Universidad de California, siendo la diferencia de 6,11 mm para el diámetro, y de 8,8 mm para la altura.

La variedad Powell de nuestro estudio presenta un valor superior en diámetro, difieren en 5,56 mm, y un valor ligeramente inferior en altura.

Por último, la variedad Lane late de nuestro estudio presenta valores inferiores al ensayo publicado por la Universidad de California. El diámetro medio de las muestras tomadas en nuestro ensayo es 4,9 mm menor, y 2,6 mm menor para la altura.

4.1.1.3. Espesor de la corteza

En la tabla 9, se pueden observar los valores medios del espesor de corteza de cada variedad.

Tabla 9. Espesor medio de corteza

Variedad	Espesor (mm)
Valencia late	4,80 ± 0,51 a
Chislett	6,28 ± 0,86 b
Powell	5,09 ± 0,88 a
Lane late	5,44 ± 0,53 a

Media (n=10) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

En los resultados obtenidos no se observan diferencias significativas entre Valencia late, Powell y Lane late.

Por otro lado, la variedad Chislett es la que mayor espesor de corteza presenta con 6,28 milímetros de corteza, por lo que muestra diferencias significativas respecto al resto de variedades.

En el estudio realizado por Pardo, et al. (2011), para el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, las variedades Chislett, Powell y Lane late presenta valores de espesor de corteza que oscilan entre los 3,5 y los 4 milímetros. La variedad Valencia late, en este estudio, es la que presenta menor espesor medio de corteza con 3,2 milímetros. Comparando estos datos con los obtenidos en nuestro laboratorio, podemos apreciar claras diferencias, ya que todas las variedades de nuestro estudio

presentan mayor espesor de corteza, estando la diferencia más patente en la variedad Chislett, que difiere en 2,53 milímetros.

Estas diferencias posiblemente se den porque se han utilizado patrones diferentes para ambos estudios. El estudio realizado por Pardo, et al. (2011) se ha utilizado como portainjertos *Citrangé* en todas las variedades estudiadas, mientras que los frutos recolectados para nuestro estudio tenían como patrón *Citrus macrophylla*.

Por otra parte, en un ensayo publicado por la Universidad de California (Roose and Williams, 2015), perteneciente a la colección de variedades cítricas, se muestran los valores medios del espesor de corteza obtenidos para las variedades Valencia late, Chislett, Powell y Lane late, todos ellos obtenidos en diferentes lugares.

Los datos de la variedad Valencia late fueron tomados en 2009, y dan una media de espesor de corteza de 5,26 milímetros. Chislett presenta una media de 4,84 milímetros, datos tomados en los años 2006 y 2007. Por último, los valores medios de espesor de corteza para las variedades Powell y Lane late fueron tomados en 2008, y tienen como media 5,26 y 5,21 milímetros respectivamente

Si comparamos estos resultados con los obtenidos en nuestro ensayo, podemos ver que los datos no varían tanto como los obtenidos en el estudio realizado por Pardo, et al. (2011). La variedad Valencia late de nuestro estudio presenta 0,46 mm menos que los obtenidos por la Universidad de California, Chislett difiere en 1,44 milímetros, siendo mayor el dato medio de nuestro estudio. Mientras que las variedades Powell y Lane late presentan valores muy parecidos en ambos estudios.

4.1.1.4. Forma del fruto

En la tabla 10, se pueden observar los valores medios de la relación L/A que determinan la forma del fruto.

Tabla 10. Forma del fruto. Valores medios

Variedad	Diámetro (A)	Altura (L)	Relación L/A	FORMA DEL FRUTO
Valencia late	71,6	68,72	0,96	Fruto ligeramente achatado
Chislett	86,51	89,14	1,03	Fruto oblongo
Powell	82,65	79,51	0,96	Fruto ligeramente achatado
Lane late	73,98	75,19	1,02	Fruto oblongo

Como podemos observar, las variedades Valencia late y Chislett presentan la misma relación L/A de 0,96, ambos frutos presentarían una forma ligeramente achatada. Chislett y Lane late presentan una relación muy parecida, de 1,03 y 1,02 milímetros respectivamente, ambos tienen una forma oblonga.

En un estudio realizado por Pardo, et al. (2011), para el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, se obtuvo una relación L/A de 1,01 para la variedad Valencia late, lo que indica una forma de fruto ovalada. De 1,05 para la variedad Chislett, por lo que presenta una forma oblonga, y de 1,02 para las variedades Powell y Lane late, que también presentarían esta forma.

A la vista de los resultados, si lo comparamos con nuestro estudio vemos que las variedades Chislett y Lane late presentan la misma forma en ambos estudios, oblonga.

Los frutos de las variedades Valencia late y Powell de nuestro estudio tienen forma ligeramente achatada, mientras que los del estudio realizado por Pardo, et al. (2011) presentan una forma oblonga.

Por otro lado, en un ensayo publicado por la Universidad de California (Roose and Williams, 2015), perteneciente a la colección de variedades cítricas, se muestran los valores de la relación L/A que determina la forma del fruto, obtenidos para las variedades Valencia late, Chislett, Powell y Lane late.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIETADES DE NARANJAS TARDÍAS

Los resultados de la relación L/A fueron los siguientes: Valencia late presenta una relación de 1,04 para los datos obtenidos en 2009. Chislett presenta una relación de 1,0 en los datos tomados en los años 2006 y 2007, la variedad Powell tiene una relación de 1,06 para los datos obtenidos en 2008 y por último la variedad Lane late que presenta una relación L/A de 1,04 para los datos tomados en el año 2008.

Estos resultados nos indican que según las normas MAPA las variedades Valencia late, Powell y Lane late tienen una forma oblonga. Por último, la variedad Chislett presenta una forma redonda.

Si comparamos estos datos con los de nuestro trabajo, podemos ver que la variedad Lane late presenta forma oblonga en ambos estudios. Las demás variedades presentan formas diferentes.

4.1.1.5. Color externo del fruto

En las tabla 11 y 12, se observan los valores medios obtenidos para el color externo del fruto.

Tabla 11. Color del fruto. Parámetros L, a y b. Valores medios

Variedad	L*	a*	b*
Valencia	64,78 ± 2,35 c	31,08 ± 2,81 a	44,06 ± 4,86 b
Chislett	63,78 ± 2,12 b	31,16 ± 5,52 a	39,52 ± 4,63 a
Powell	63,76 ± 1,52 b	32,87 ± 1,82 b	42,94 ± 2.40 b
Lane late	61,80 ± 1,78 a	34,335 ± 2,74 c	53,11 ± 4,65 c

Media (n=40) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

Tabla 12. Color del fruto. Parámetros C, h e IC. Valores medios

Variedad	C*	h*	IC*
Valencia Late	54,05 ± 4,16 b	54,65 ± 4,07 b	10,89
Chislett	50,46 ± 3,69 a	51,56 ± 4,30 a	12,36
Powell	54,12 ± 2,08 b	52,55 ± 2,30 a	12,00
Lane late	63,33 ± 4,08 c	57,04 ± 3,23 c	10,46

Media (n=40) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

Los valores L* representan la luminosidad del fruto y según los resultados obtenidos se puede ver que las variedades Chislett y Powell no presentan diferencias significativas entre ellas, siendo estas las que presentan los valores intermedios de luminosidad en nuestro estudio. Por otro lado tenemos la variedad Lane late, que es la que menor luminosidad presenta, y por último, Valencia late que es la de mayor luminosidad (tabla 11).

Los valores de a* representan la tonalidad rojo – verde del fruto y según los resultados obtenidos se puede ver que las cuatro variedades presentan valores que hacen que tengan una tonalidad rojiza. Las de menor valor según los datos obtenidos en laboratorio son las variedades Valencia late y Chislett, las cuales no presentan diferencias significativas entre ellas. La variedad Powell presenta ligeramente valores superiores a las anteriores, mientras que la variedad Lane late es la que mayor índice de tonalidad rojo - verde muestra (tabla 11)

Los valores de b* representan la tonalidad amarilla – azul. En este caso, la variedad Chislett es la que presenta menor valor, seguida de las variedades Valencia late y Powell que no presentan diferencias significativas entre ellas. Por último tenemos la variedad Lane late, que es la que mayor tonalidad amarilla – azul presenta (tabla 11).

El valor C* corresponde al croma y tono o matiz. De los resultados obtenidos se observa que las variedades Valencia late y Powell presentan valores intermedios, no teniendo diferencias significativas entre ellas. La variedad que menor valor presenta es Chislett, y la de mayor tonalidad es Lane late.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

El parámetro h^* representa el ángulo métrico de tonalidad, y en este caso en base a los resultados podemos ver que las variedades Chislett y Powell son las que menor valor presentan, no habiendo diferencias significativas entre ellas. La variedad Valencia late presenta ligeramente valores superiores a las anteriores, mientras que la variedad Lane late es la que mayor ángulo métrico de tonalidad presenta (Tabla 12).

Por último, el índice de color corresponde al color que manifiesta el fruto al final del periodo de recolección, y presenta unos valores de 10,89 para Valencia late, de 12,36 para Chislett, de 12 para Powell y de 10,46 para Lane late.

Los valores obtenidos son muy superiores a +7, lo que significa que tienen coloraciones naranjas de alta intensidad (Tabla 12). La variedad Valencia late es la que menor índice de color presenta, lo cual es lógico pues pertenece al grupo *Blancas* y su color normalmente es menos intenso que el de las variedades del grupo *Navel*.

En el estudio realizado por Pardo, et al. (2011), para el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, se realizaron también las pruebas para obtener el índice de color de cada variedad. Los resultados obtenidos fueron de 10 para Valencia late, y de 12 para Chislett, Powell y Lane late. Como se puede ver, se obtuvieron resultados muy superiores a +7, lo que indica que todas las variedades presentan una coloración de naranja a naranja intenso.

Comparando estos resultados con los de nuestro estudio podemos observar que los valores de índice de color son muy parecidos en las variedades Valencia late, Chislett y Powell. La mayor diferencia respecto a la de nuestro trabajo la encontramos en la variedad Lane late, teniendo un índice de color mayor la del estudio realizado por Pardo, et al. (2011), siendo la diferencia de 1,54 lo cual muestra que no es muy significativa.

Por otro lado, en un ensayo publicado por la Universidad de California (Roose and Williams, 2015), perteneciente a la colección de variedades cítricas, se muestran los índices de color obtenidos para las variedades Valencia late, Chislett, Powell y Lane late.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

Los datos obtenidos en 2009 de índice de color para la variedad Valencia late presentan un valor medio de 7,43. En cuanto a la variedad Chislett, los datos obtenidos en los años 2006 y 2007 muestran una media de 10,43. Para Powell la media obtenida en los años 2007 y 2008 es de 9,32. Por último, la variedad Lane late tiene una media de índice de color de 9,56. La recolección de todas las variedades fue en diferentes lugares.

Todas las variedades presentan unos índices de color superiores a +7, lo que indica que todas presentan tonalidades naranjas.

Comparando estos datos con los de nuestro estudio podemos observar que los valores obtenidos en el ensayo publicado por la Universidad de California (Roose and Williams, 2015) son inferiores a los nuestros, lo que indica una tonalidad naranja inferior.

Las diferencias de índice de color que existen de cada variedad se deben a las fechas de recolección y al lugar de cultivo de cada una.



4.1.2. Resultados de la caracterización físico – química

En este apartado se muestran los resultados obtenidos en el análisis físico – químico de los zumos en cuanto al rendimiento de zumo, color del zumo, pH, acidez, sólidos solubles, índice de madurez, contenidos en ácidos grasos y azúcares, % de humedad, actividad antioxidante y fenoles totales.

4.1.2.1. Rendimiento de zumo

En la tabla 13, se pueden ver los valores medios obtenidos para el rendimiento de zumo, expresados en ml/g.

Tabla 13. Rendimiento del zumo. Valores medios.

Variedad	Rendimiento % (ml/g)
Valencia late	46,41 ± 5,52 ab
Chislett	50,10 ± 6,53 b
Powell	50,75 ± 3,96 b
Lane late	41,63 ± 8,36 a

Media (n=10) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

Como se puede ver a partir de los resultados obtenidos, la variedad Valencia late no presenta diferencias significativas entre el resto de variedades. Lane late es la que menor rendimiento de zumo presenta. Las variedades Chislett y Powell presentan un rendimiento de zumo muy parecido, superando ambas escasamente el 50%. (Tabla 13).

En el estudio realizado por Pardo, et al. (2011), para el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, se obtuvieron también los rendimientos de zumo, en porcentaje de zumo, para las variedades Valencia late, Chislett, Powell y Lane late.

La variedad Valencia late presenta un rendimiento del 55,5% de zumo, las variedades Chislett, Powell y Lane late presentan el mismo rendimiento, del 56,5%.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

Comparando los resultados obtenidos en el estudio realizado por Pardo, et al. (2011), para el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, observamos que las naranjas estudiadas en nuestro ensayo presentan un menor rendimiento de zumo. La variedad Valencia late de nuestro estudio difiere en un 9,1%. Chislett y Powell difieren en un 6,4 y un 5,75%. Es en la variedad Lane late donde se encuentra la mayor diferencia, teniendo la de nuestro estudio un rendimiento inferior en un 14,87%.

Esto quiere decir que se necesitó más cantidad de pulpa para producir un ml de zumo en los frutos estudiados en nuestro trabajo que en los utilizados en el ensayo realizado por Pardo, et al. (2011).

Por otro lado, en el ensayo publicado por la Universidad de California (Roose and Williams, 2015), perteneciente a la colección de variedades cítricas, se muestran los rendimientos de zumo, expresados en %.

Los datos obtenidos en 2009 de rendimiento de zumo para la variedad Valencia late presentan una media del 44,7%. En cuanto a la variedad Chislett, los datos obtenidos en los años 2006 y 2007 muestran un rendimiento del 44,5%. Para Powell la media obtenida en los años 2007 y 2008 fue de un 45,6%. Por último, la variedad Lane late tiene una media de rendimiento de zumo de un 46,1%, datos tomados en 2008.

Las variedades fueron recolectadas en diferentes lugares y fechas.

Comparando estos resultados con los obtenidos en nuestro trabajo, observamos que el rendimiento para Valencia late es muy parecido en ambos estudios. La variedades Chislett y Powell de nuestro estudio presentan mayor rendimiento de zumo, de un 5,6 y un 5,15%. Por último, la variedad Lane late de nuestro estudio presenta un 4,47% inferior respecto al ensayo publicado por la Universidad de California (Roose and Williams, 2015) (Tabla 13).

4.1.2.2. Color del zumo

En la tabla 14 y 15, se observan los valores medios obtenidos para el color del zumo.

Tabla 14. Color del zumo. Parámetros L, a y b. Valores medios.

Variedad	L*	a*	b*
Valencia Late	40,068 ± 0,93 b	2,80 ± 0,37 a	20,76 ± 1,62 b
Chislett	37,5 ± 0,25 a	3 ± 0,13 a	16,55 ± 0,32 a
Powell	40,73 ± 1,41 b	4,90 ± 1,64 b	20,76 ± 1,71 b
Lane late	41,71 ± 0,14 c	4,52 ± 0,40 b	22,31 ± 0,69 c

Media (n=12) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

Tabla 15. Color del zumo. Parámetros C, h e IC. Valores medios.

Variedad	C*	h*	IC*
Valencia Late	20,96 ± 1,55 b	82,20 ± 1,68 c	3,37
Chislett	16,82 ± 0,32 a	79,73 ± 0,38 b	4,82
Powell	21,36 ± 2,04 b	76,98 ± 3,19 a	5,80
Lane late	22,77 ± 0,75 c	78,56 ± 0,71 b	4,86

Media (n=12) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

Los valores L* representan la luminosidad del fruto y según los resultados obtenidos se puede ver que las variedades Valencia late y Powell no presentan diferencias significativas entre ellas, teniendo éstas los valores medios de luminosidad entre las cuatro variedades estudiadas. Chislett es la que menor valor de luminosidad presenta, con 37,5. Y la variedad Lane late es la que tiene mayor valor tiene (Tabla 14).

Los valores de a* representan la tonalidad rojo – verde del fruto y según los resultados obtenidos Valencia late y Chislett no presentan diferencias significativas entre ellas, siendo estas las que menor valor de tonalidad rojo – verde presentan. Por otro lado,

tenemos las variedades Powell y Lane late con valores ligeramente superiores, no presentan diferencias significativas entre ellas (Tabla 14).

Los valores de b^* representan la tonalidad amarilla – azul. En este caso Chislett es la que menor valor presenta. Le siguen las variedades Valencia late y Powell, no presentando estas diferencias significativas entre ellas. El valor mayor de tonalidad amarilla – azul lo tiene la variedad Lane late (Tabla 14).

El valor C^* corresponde al croma y tono o matiz. De los resultados obtenidos se observa que Chislett es la variedad que menor tonalidad presenta, le siguen las variedades Valencia late y Powell que no presentan diferencias significativas entre ellas. La variedad Lane late es la que mayor valor presenta (Tabla 15).

El parámetro h^* representa el ángulo métrico de tonalidad, y en este caso en base a los resultados se observa que las variedades Chislett y Lane late presentan los valores medios de ángulo métrico de tonalidad, no presentando diferencias significativas entre ellas. La variedad Powell es la que menor valor presenta, y es Valencia late la que la que mayor ángulo métrico de tonalidad presenta (Tabla 15).

Por último, el índice de color corresponde al color que presenta el zumo una vez exprimidos todos los frutos. Todos los valores de los zumos obtenidos son inferiores a 7, lo que indica que los zumos tenían un color naranja pálido (Tabla 15).

4.1.2.3. pH

En la tabla 16, se observan los valores medios obtenidos de la medición de pH de cada variedad.

Tabla 16. pH de frutos. Valores medios.

Variedad	pH
Valencia late	3,47 ± 0,16 a
Chislett	4,95 ± 0,28 b
Powell	4,46 ± 0,14 b
Lane late	5,89 ± 0,89 c

Media (n=3) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

En vista de los resultados obtenidos podemos ver que la variedad con menor pH medio es Valencia late con 3,47. Les siguen las variedades Chislett y Powell con valores de 4,95 y 4,46 respectivamente, las cuales no presentan diferencias significativas entre ellas. Por último, la variedad Lane late es la que mayor valor presenta de pH con 5,89.

En el estudio realizado por Legua, et al. (2011), para el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), se obtuvieron datos del pH para la variedad Lane late, dando como resultado una media de 3,95.

En comparación con la variedad Valencia late de nuestro estudio podemos observar que el valor de pH obtenido en nuestro ensayo es parecido al del estudio realizado por Legua, et al. (2011), siendo el nuestro ligeramente más ácido, la diferencia entre ambos es de 0,48 (Tabla 16).

4.1.2.4. Acidez

En la tabla 17 se muestran los valores medios de acidez, expresados en g ác cítrico/L, de cada variedad.

Tabla 17. Acidez de fruto. Valores medios.

Variedad	Acidez
Valencia late	15,70 ± 2,20 c
Chislett	5,29 ± 0,23 b
Powell	6,13 ± 0,86 b
Lane late	2,84 ± 0,03 a

Media (n=3) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

En vista de los resultados obtenidos podemos ver que la variedad que menor acidez presenta es Lane late, difiriendo así del resto de variedades. Las variedades Chislett y Powell presentan los valores intermedios de acidez respecto de las cuatro variedades

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIETADES DE NARANJAS TARDÍAS

estudiadas, no muestran diferencias significativas entre ellas. Valencia late presenta valores de acidez bastante por encima del resto de variedades (Tabla 17).

En el estudio realizado por Hervalejo, et al. (2010), la variedad Chislett dio una acidez de 10,3 g ác cítrico/L, la variedad Powell 11,3 y Lane late de 12,2 g ác cítrico/L. Los resultados obtenidos son de 2010, la fruta fue recolectada en Huelva, en la misma parcela.

Comparando estos datos con los de nuestro estudio observamos que nuestros valores de acidez son inferiores. Esto se debe a que nuestros frutos se encontraban en una etapa de maduración más avanzada, pues nuestros frutos fueron todos recolectados a mediados de abril, mientras que los del estudio realizado por Hervalejo, et al. (2010), la recolección data del 19 de enero, 10 de febrero y 4 de marzo.

Por otro lado, en un ensayo publicado por la Universidad de California (Roose and Williams, 2015), perteneciente a la colección de variedades cítricas, se muestran los valores de acidez, expresados en g ác cítrico/L.

La variedad Valencia late presenta una media de acidez de 11,68 g ác cítrico/L, para los datos obtenidos en 2009. Chislett de 6,87 g ác cítrico/L, para los datos obtenidos en dos campañas, 2006 y 2007. Por otro lado, la variedad Powell presenta una media de acidez para los datos obtenidos en las campañas 2007 y 2008 de 7,22 g ác cítrico/L. Por último, la variedad Lane late presenta una acidez media de 6,33 g ác cítrico/L, cuyos datos fueron obtenidos en los años 2007 y 2008.

Comparando estos resultados con los obtenidos en nuestro trabajo, vemos que la variedad Valencia late de nuestro presenta una diferencia de 4,02 respecto al ensayo publicado por la Universidad de California (Roose and Williams, 2015), mostrando en este caso menor acidez la de nuestro estudio. La variedades Chislett y Powell de nuestro estudio presentan un menor grado de acidez, difiriendo en 1,58 y 1,09 g ác cítrico/L respectivamente. Por último, Lane late difiere en 3,49, siendo la de nuestro estudio la de mayor acidez (Tabla 17).

4.1.2.5. Sólidos solubles (SST)

En la tabla 18, se presentan los valores medios obtenidos de sólidos solubles totales en las variedades estudiadas, expresado en °BRIX.

Tabla 18. Sólidos solubles del fruto. Valores medios.

Variedad	SST (°BRIX)
Valencia late	10,70 ± 0,66 a
Chislett	12,97 ± 0,55 b
Powell	14,20 ± 0,10 c
Lane late	12 ± 0,92 b

Media (n=3) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

Según los resultados obtenidos en nuestro estudio, podemos observar que la variedad Valencia late es la que menor valor de sólidos solubles presenta, difiriendo así del resto de variedades. Las variedades Chislett y Lane late presentan valores intermedios de sólidos solubles respecto de las cuatro variedades estudiadas, no presentando diferencias significativas entre ellas. La variedad Powell es la que mayor valor de sólidos solubles presenta.

En el estudio realizado por Hervalejo, et al. (2010), se estudian las variedades Chislett, Powell y Valencia late.

La variedad Chislett presenta un valor medio de sólidos solubles de 9,34 °Brix, Powell de 9,17, y por último la variedad Lane late de 9,48.

Comparando estos datos con los de nuestro estudio, observamos que las variedades de nuestro trabajo presentan mayor valor de sólidos solubles. Lo cual es lógico, pues nuestros frutos se encontraban en una etapa de maduración más avanzada, pues nuestros frutos fueron todos recolectados a mediados de abril, mientras que los del estudio realizado por Hervalejo, et al. (2010), la recolección data del 19 de enero, 10 de febrero y 4 de marzo.

Por otro lado, en un ensayo publicado por la Universidad de California (Roose and Williams, 2015), perteneciente a la colección de variedades cítricas, se muestran los valores de sólidos solubles totales, expresados en °Brix.

La variedad Valencia late presenta un valor medio de sólidos solubles de 12,52 °Brix, para los datos obtenidos en la campaña 2009. Chislett muestra una media de 13,56, para los datos tomados en los años 2006 2007. La variedad Powell 13,36 °Brix para los datos obtenidos en las campañas 2007 y 2008. Por último, la variedad Lane late presenta un valor medio de sólidos solubles de 13,10.

Comparando estos resultados con los de nuestro estudio, observamos que la variedad Chislett presenta valores de sólidos solubles prácticamente iguales en ambos ensayos. La variedad Powell de nuestro estudio presenta 0,64 °Brix más que la del ensayo publicado por la Universidad de California (Roose and Williams, 2015). Por último la variedad Lane late de nuestro estudio tiene un valor inferior de sólidos solubles, difiriendo en 1,1 °Brix.

4.1.2.6. Índice de madurez (IM)

En la tabla 19, se muestran los valores medios obtenidos del índice de madurez para cada variedad.

Tabla 19. Índice de madurez de fruto. Valores medios.

Variedad	Índice de madurez
Valencia late	6,86 ± 0,52 a
Chislett	24,51 ± 0,81 b
Powell	23,44 ± 2,98 b
Lane late	42,18 ± 2,74 c

Media (n=3) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

Según los resultados obtenidos en nuestro estudio, podemos observar que la variedad Valencia late presenta diferencias significativas respecto al resto de variedades, tiene un índice de madurez muy por debajo de las otras. Chislett y Powell presentan valores medios respecto a las otras variedades, no presentando diferencias significativas entre ellas. Por último, Lane late es la variedad con mayor índice de madurez, presentando así diferencias significativas respecto a las otras variedades.

En el estudio realizado por Hervalejo, et al. (2010), la variedad Chislett presenta una media de índice de madurez de 10,83, Powell 10,17 y por último Lane late con un índice de madurez de 9,34.

Si comparamos estos datos con los de nuestro trabajo podemos ver que en nuestro ensayo los índices de madurez son mayores. Hay que tener en cuenta que en el estudio realizado por Hervalejo, et al. (2010), las recolecciones datan del 19 de enero, 10 de febrero y 4 de marzo, mientras que nuestra recolección fue el 8 de abril, por tanto es lógico que se encuentren en una etapa de madurez más avanzada.

Por otro lado, en un ensayo publicado por la Universidad de California (Roose and Williams, 2015), perteneciente a la colección de variedades cítricas, vemos que Valencia late presenta una media de índice de madurez de 11,01, para los datos tomados en 2009. Chislett tiene una media de índice de madurez de 20,66 para los datos obtenidos en los años 2006 y 2007. Powell tiene 20,09 y Lane late 22,26, para los datos tomados en 2007 y 2008 para ambas variedades.

Comparando estos datos con los de nuestro trabajo, podemos observar que las variedades Chislett y Powell presentan valores semejantes de índice de madurez en ambos estudios. Por otro lado vemos que Valencia late presenta un valor muy inferior en nuestro estudio, lo que indica que tiene menor grado de maduración interna. Al contrario que ocurre con Lane late, que la variedad estudiada en nuestro trabajo tiene un grado de madurez interna muy alto.

4.1.2.7. Contenido de ácidos orgánicos y azúcares

En la tabla 20 se muestran los datos obtenidos de ácidos orgánicos, expresados en porcentaje, para las diferentes variedades.

Tabla 20. Contenido de ácidos en fruto. Valores medios.

Variedad	Cítrico (%)	Ascórbico (%)	Shikimico (%)
Valencia late	1,76 ± 0,06 c	Presenta trazas	Presenta trazas
Chislett	0,63 ± 0,20 ab	Presenta trazas	Presenta trazas
Powell	0,83 ± 0,09 b	Presenta trazas	Presenta trazas
Lane late	0,55 ± 0,04 a	Presenta trazas	Presenta trazas

Media (n=3) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

El ácido orgánico que predomina en las cuatro variedades es el ácido cítrico. Los ácidos ascórbico y shikimico presentan valores que se pueden catalogar como insignificantes.

La variedad Valencia late es la que mayor valor presenta, difiriendo así del resto de variedades. El contenido de ácido cítrico de la variedad Chislett se encuentra entre los valores de las variedades Lane late y Powell, no presentando diferencias significativas entre estas dos. Lane late sería la variedad con menor contenido de ácido cítrico (Tabla 20).

En el estudio realizado por Legua, et al. (2011), para el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), se estudia el comportamiento de la variedad Lane late en cuatro patrones distintos. Para el patrón Citrus macrophylla presenta un porcentaje de ácido cítrico del 0,97%, para el patrón Gou Tou Chen (híbrido de Citrus) de 1,09%, para el patrón Citrus volkameriana del 0,89% y por último para el patrón M.Cleopatra del 1,06%.

Si comparamos el contenido de ácido cítrico con estos valores observamos que la variedad Lane late de nuestro ensayo presenta menor contenido. Esto se debe a que la

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

variedad de nuestro ensayo se encuentra en una etapa de maduración más avanzada que la estudiada por Legua, et al. (2011).

En cuanto al contenido de ácido ascórbico, en el estudio realizado por Legua, et al. (2011), podemos observar que la variedad Lane late presenta un 0,047% para el patrón *Citrus macrophylla*, para el patrón Gou Tou Chen (híbrido de *Citrus*) de 0,058%, para el patrón *Citrus volkameriana* del 0,044% y por último para el patrón M.Cleopatra del 0,059%.

En nuestro ensayo se obtuvieron valores insignificantes, dando lugar a la presencia de trazas. Esto puede ser debido a que los análisis se realizaron en fresco sobre zumo directamente (Tabla 20).

A continuación, en la tabla 21 se muestra el contenido de azúcares de cada fruto, expresado en porcentaje, obtenido en nuestro trabajo.

Tabla 21. Contenido de azúcares en el fruto. Valores medios

Variedad	Sacarosa (%)	Glucosa (%)	Fructosa (%)
Valencia late	0,67 ± 1,10 a	1,76 ± 0,06 b	2,51 ± 0,18 b
Chislett	0,29 ± 0,07 a	1,68 ± 0,17 ab	2,43 ± 0,27 ab
Powell	0,41 ± 0,13 a	1,92 ± 0,19 b	2,71 ± 0,32 b
Lane late	4,83 ± 0,42 b	1,47 ± 0,12 a	1,97 ± 0,24 a

Media (n=3) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

El azúcar predominante en las cuatro variedades de naranjas es la fructosa. Aunque habría que destacar el contenido de sacarosa en la variedad Lane late, que es el azúcar predominante en esta variedad. Sin embargo el resto de variedades presentan el menor contenido de azúcares lo presentan de sacarosa (Tabla 21).

En cuanto a las diferencias de cada azúcar vemos que en la sacarosa, las variedades Valencia late, Chislett y Powell no presenta diferencias significativas entre ellas, presentando unos contenidos muy bajos. Como se ha dicho en el anterior párrafo la

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

variedad Lanelate tiene el mayor contenido de sacarosa, presentando por tanto diferencias significativas respecto al resto de variedades (Tabla 21).

En cuanto al contenido de glucosa y fructosa se da el mismo caso. Observamos que la variedad Lane late es la que menor porcentaje de estos azúcares presenta. Valencia late y Powell tienen los valores más altos de glucosa y fructosa, y presentan diferencias significativas respecto a Lane late. Por último, la variedad Chislett presenta un valor intermedio, encontrándose comprendida entre ambos grupos, por tanto no presenta diferencias significativas respecto al resto de variedades (Tabla 21).

En el estudio realizado por Legua, et al. (2011), para el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), se estudia el comportamiento de la variedad Lane late en cuatro patrones distintos.

Si nos centramos en el patrón *Citrus macrophylla*, que es el mismo que el utilizado en nuestro ensayo, vemos que en el estudio realizado por Legua, et al. (2011), la variedad Lane late presenta los siguientes porcentajes de azúcares: de sacarosa un 4,02%, de glucosa un 1,66% y de fructosa un 1,57%.

Comparando estos datos con lo de nuestro estudio vemos que los valores son similares. En ambos estudios el mayor contenido de azúcares es de sacarosa, en nuestro ensayo la variedad Valencia late presenta un 0,81 % más que en el estudio realizado por Legua, et al. (2011). La glucosa se encuentra ligeramente en menor proporción en nuestro ensayo. Por último, el contenido de fructosa es mayor en nuestro ensayo, difiriendo en un 0,4%.

4.1.2.8. Porcentaje de humedad

En la tabla 22, se muestran los valores medios referidos al porcentaje de humedad obtenido de cada variedad.

Tabla 22. Porcentaje de humedad de fruto. Valores medios.

Variedad	Humedad (%)
Valencia late	87,69 ± 0,48 b
Chislett	86,48 ± 0,73 b
Powell	84,06 ± 0,09 a
Lane late	85,09 ± 1,17 a

Media (n=3) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

Según los resultados obtenidos, podemos observar que las variedades Valencia late y Chislett presentan los porcentajes más altos de humedad, no presentando diferencias significativas entre ellas. Con porcentajes ligeramente inferiores estaría el otro grupo de variedades, Powell y Lane late, que no presentan diferencias significativas entre ellas (Tabla 22).

Los porcentajes de humedad obtenidos para las cuatro variedades son altos, lo que nos indica que el zumo tiene poca cantidad de pulpa.

4.1.2.9. Actividad antioxidante

4.1.2.9.1. Actividad antioxidante en pulpa.

En la tabla 23 se pueden ver los resultados medios obtenidos para la capacidad antioxidante en la pulpa, expresados en mM Trolox (referido a peso fresco), mediante los métodos ABTS, FRAP Y DPPH.

Tabla 23. Capacidad antioxidante (pulpa). Valores medios.

Variedad	ABTS (mM Trolox pf)	FRAP (mM Trolox pf)	DPPH (mM Trolox pf)
Valencia late	3,80 ± 0,66 b	10,41 ± 1,89 b	17,66 ± 2,51 b
Chislett	3,11 ± 0,31 b	7,51 ± 0,36 a	14,81 ± 0,88 ab
Powell	5,27 ± 0,22 c	10,52 ± 1,88 b	14,66 ± 1,14 ab
Lane late	2,17 ± 0,25 a	6,93 ± 0,87 a	13,57 ± 1,59 a

Media (n=3) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

Para el método ABTS, vemos que la variedad Powell es la que mayor valor de actividad antioxidante presenta, difiere del resto de variedades. La variedad Lane late también difiere del resto de variedades siendo la que menor valor presenta. Valencia late y Chislett presentan valores intermedios, no difiriendo entre ellas pero sí respecto al respecto a las otras dos variedades (Tabla 23).

Para el método FRAP, las variedades Chislett y Lane late no presentan diferencias significativas entre ellas, pero si difieren de Valencia late y Powell. Las variedades Valencia late y Powell no presentan diferencias significativas entre ellas (Tabla 23).

Para el método DPPH, observamos que la variedad Lane late es la que menor valor presenta y Valencia late la que mayor valor de actividad antioxidante presenta. Chislett y Powell se encuentran entre ambos grupos, por lo que no difieren de las otras variedades (Tabla 23).

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

En el estudio realizado por Cardeñosa, et al. (2015), para la revista *Molecules*, se estudia la actividad antioxidante por el método DPPH. Podemos ver que la variedad Chislett presenta un valor de 10 mM Trolox y Powell y Lane late de 9.

Los valores de nuestro estudio son más altos, Chislett difiere en 4,81 mM Trolox, Powell en 5,66 y Lane late en 4,57.

4.1.2.9.2. *Actividad antioxidante en zumo.*

En la tabla 24 se observan los valores medios obtenidos para la capacidad antioxidante en zumo expresados en mM Trolox /ml, mediante los métodos ABTS, FRAP Y DPPH.

Tabla 24. Capacidad antioxidante en Zumo. Valores medios.

Variedad	ABTS (mM Trolox pf)	FRAP (mM Trolox pf)	DPPH (mM Trolox pf)
Valencia late	2,16 ± 0,05 a	5,60 ± 0,73 b	5,66 ± 0,31 a
Chislett	1,90 ± 0,29 a	4,59 ± 0,91 ab	7,41 ± 0,58 b
Powell	1,90 ± 0,19 a	4,97 ± 0,41 ab	6,34 ± 1,03 ab
Lane late	1,66 ± 1,19 a	3,57 ± 1,56 a	5,89 ± 0,61 a

Media (n=3) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

Para el método ABTS no existen diferencias significativas entre las variedades estudiadas (Tabla 24).

Para el método FRAP, observamos que la variedad Lane late es la que menor valor presenta y Valencia late la que mayor valor de actividad antioxidante tiene. Chislett y Powell se encuentran entre ambos grupos, por lo que no difieren de las otras variedades (Tabla 24).

Por último en el método DPPH, las variedades Valencia late y Lane late no presentan diferencias entre ellas, mientras que la variedad Chislett difiere de las dos variedades anteriores. Por otro lado, la variedad Powell no presenta diferencias significativas respecto a ninguna variedad, pues presenta un valor que la sitúa entre ambos grupos.

4.1.2.10. Polifenoles totales

4.1.2.10.1. Polifenoles totales en pulpa.

En la tabla 25, se muestran los fenoles totales expresados en mg eq de Ac. Gálico/100 g de peso fresco de pulpa.

Tabla 25. Polifenoles totales en pulpa. Valores medios.

Variedad	Fenoles totales (mg eq de Ac. Gálico/100 g)
Valencia late	396,86 ± 67,73 b
Chislett	224,98 ± 54,14 a
Powell	433,78 ± 52,75 b
Lane late	232,95 ± 56,46 a

Media (n=3) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

A la vista de los resultados obtenidos podemos observar que las variedades Chislett y Lane late presenta el menor número de fenoles totales, no mostrando diferencias significativas entre ellas, pero si respecto a las otras dos variedades. Valencia late y Powell presentan el mayor valor de fenoles, no presentando diferencias significativas entre ellas (Tabla 25).

En el estudio realizado por Goulas, et al. (2012), para la revista Food Chemistry, se obtienen datos de fenoles para la variedad Valencia late, que presenta un valor de 108,5 mg eq de Ac. Gálico/100 g de pulpa.

Si compramos este dato con el obtenido en nuestro ensayo observamos que nuestro valor de fenoles para la variedad Valencia late es mucho mayor, pues nos da un valor de 396,86 mg eq de Ac. Gálico/100 g de pulpa. Por lo que la variedad de nuestro ensayo presenta mejores características sensoriales (sabor, dureza), antioxidantes y nutricionales.

4.1.2.10.2. Polifenoles totales en zumo.

En la tabla 26, se muestran los fenoles totales expresados en mg eq de Ac. Gálico/100 ml de zumo.

Tabla 26. Polifenoles totales en zumo. Valores medios.

Variedad	Fenoles totales (mg eq de Ac. Gálico/100 g)
Valencia late	120,47 ± 29,56 a
Chislett	88,08 ± 33,93 a
Powell	112,96 ± 23,27 a
Lane late	74,46 ± 54,14 a

Media (n=3) ± ES. Letras distintas indican diferencias significativas al 95% (LSD).

Podemos ver que, según los resultados obtenidos, no existen diferencias significativas entre las cuatro variedades (Tabla 26).

V. CONCLUSIONES

En vista de los resultados obtenidos en nuestro ensayo sobre la caracterización morfológica y físico-química de las cuatro variedades de naranjas tardías estudiadas, podemos concluir que:

- Habría que destacar las variedades Chislett y Powell, se presentan como variedades de gran tamaño (muy por encima de Valencia late y Lane late).
- Además, las variedades Chislett y Powell han sido las que mejor rendimiento de zumo han presentado, obteniéndose valores muy próximos entre ellas. Ambas poseen unas correctas propiedades organolépticas, lo que las hace ideales tanto para el consumo de zumo como para el consumo en fresco.
- La variedad Valencia late es la que menor tamaño presentaba entre las cuatro variedades estudiadas, y la que mayor acidez tenía. Además ha sido, con mucha diferencia, la que menor índice de madurez ha presentado. Esto ha podido deberse a que es la más tardía de todas las variedades de naranjo dulce, su recolección puede llegar a acabar a mediados de junio.
- La normativa de la Indicación Geográfica Protegida "Cítricos Valencianos" fija el mínimo comercial de índice de madurez en 7,0 para naranjas según datos del IVIA. Todas las variedades estudiadas en nuestro ensayo cumplirían con este mínimo comercial, excepto Valencia late.
- La variedad Chislett ha sido la que mayor espesor de corteza ha presentado, mostrando diferencias significativas respecto a las otras tres variedades estudiadas. Esto le confiere una mejor vida útil, mayor resistencia contra plagas y golpes.
- Las variedades estudiadas han presentado valores de índices de color muy superiores a 7, lo que indica que todas las variedades presentan una coloración naranja intensa. Esto es una característica muy atractiva desde el punto de vista comercial.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Agustí, M. 2000. Citricultura. Ediciones Mundi-Prensa.
- Aznar, J.A., Pérez, J.C., Galdeano, E. 2015. Análisis del sector cítrico español. Cátedra Cajamar de Economía y Agroalimentación de la Universidad de Almería. <http://www.besana.es/sites/default/files/analisis-del-sector-citricola-espanol-2.pdf>
- Bello, F., Eyman, L., Almirón, N., Cocco, A., Torres, F. 2015. Cartillas para determinar el índice de color de mandarinas y naranjas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Entre Ríos. Estación Experimental Agropecuaria Concordia.
- Bravo, J. 2014. Naranjas: Una alternativa de exportación. Ministerio de agricultura, Chile. http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1419372212Naranjas2014.pdf
- Cano, A., Arnao, M.B. 2004. Actividad antioxidante hidrofílica y lipofílica y contenido en vitamina c de zumos de naranja comerciales: relación con sus características organolépticas. Ciencia y Tecnología Alimentaria 4 (3): 185-189.
- Cardeñosa, V., Barreira, J., Barros, L., Arenas, F.J., Moreno, J.M., Ferreira, I. 2015. Variety and Harvesting Season Effects on Antioxidant Activity and Vitamins Content of Citrus sinensis Macfad. Molecules. 20 (5): 8287-8302.
- Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación. <http://www.agricultura.gva.es/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) <http://fao.org>
- García J.A, 2015. El limón Verna español dominará el mercado europeo con unas 300.000 toneladas. Freshplaza, España.
- González Silicia,E.1968. *El cultivo de los agrios*. Ed. Bello, Valencia, España.
- Goulas, V., Manganaris, G.A. 2012. Exploring the phytochemical content and the antioxidant potential of Citrusnfruits grown in Cyprus. Lemosos. 131 (2012) 39–47.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS

- Hervalejo, A., Salguero, A., Carmona, A., Reyes, M.C., Arenas, F.J. 2010. Resultados preliminares en la caracterización de variedades tardías y de media estación de cítricos en la Comarca del Andévalo de Huelva. *Vida Rural* 306: 32-37
- IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias).
<http://gipcitricos.ivia.es/citricultura-valenciana>
- Legua, P., Belver, R., Forner, J.B, Forner-Guiner, M.A. 2011. Plant growth, yield and fruit quality of 'Lane Late' navel orange on four citrus rootstocks. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 9(1): 271-279
- M.A.P.A. 2008. Anuario de Estadística Agraria.
- Maroto J.V, 1998. Historia de la agronomía Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Navarro L., 2013. La industria de los cítricos españoles, Tecnologías de Horticultura Mediterránea (THM), de Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), España.
- Pardo, J., Soler, G., Buj, A. 2011. Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural IVIA. Variedades de cítricos.
<http://www.ivia.gva.es/naranjos>
- Soler, J. 2006 Cítricos. Variedades y técnicas de cultivo. Ediciones Mundi-Prensa.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA RIVERSIDE. 2016. College of Natural and Agricultural Sciences. Citrus variety collection.
<http://www.citrusvariety.ucr.edu/citrus/alphabetical.html>
- Villalba, D. 2001. Patrones y variedades de cítricos. GENERALITAT VALENCIANA, Conselleria de agricultura, pesca y alimentación.
<http://www.ivia.gva.es/documents/161862582/161863614/Patrones+y+variedades+de+c%C3%ADtricos/ce05b440-e4f7-484c-947a-0fd153bff63d;jsessionid=98A90FD48B3E2A8323743B6E79ABD78E.node1>
- Zaragoza, S., Pina, J.A., Forner, M.A., Navarro, L., Medina, A., Soler, G., Chomé, P.M. 2011. Las variedades de cítricos. El material vegetal y el registro de variedades comerciales de España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino,

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y COMPUESTOS FUNCIONALES DE CUATRO
VARIEDADES DE NARANJAS TARDÍAS



España.

http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/Variedades_de_Citricos_primeras_p%C3%A1ginas_tcm7-212147.pdf

