

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



DESARROLLO DE SNACKS DE CAQUI DESHIDRATADO PARA LA VALORIZACIÓN DE DESTRÍOS POSTCOSECHA

TRABAJO FIN DE GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS
ALIMENTOS

PRESENTADO POR:

Ananái García Cases

DIRECTORAS ACADÉMICAS:

Dra. Isabel Hernando Hernando
Dra. Gemma Moraga Ballesteros

DIRECTORA EXPERIMENTAL
Dña. Cristina Martínez González

Curso académico: 2019-2020
Valencia, julio 2020



Autora: Dña. Ananái García Cases.

Directoras académicas: Dra. Isabel Hernando Hernando; Dra. Gemma Moraga Ballesteros.

Directora experimental: Dña. Cristina Martínez González.

Localidad y fecha: Valencia, junio 2020.

Título del TFG: Desarrollo de snacks deshidratados para la valorización de destríos postcosecha.

Resumen:

El cultivo de caqui "Rojo Brillante", ha sufrido una gran expansión en los últimos años. Al mismo tiempo, su producción está asociada con una larga cantidad de pérdidas postcosecha que en gran medida se corresponden con la producción de caqui que no cumple con las exigencias de comercialización para mantener el nombre de la Denominación de Origen. Por tanto, el desarrollo de productos que permitan su recuperación es de gran interés. Otro de los inconvenientes de esta variedad de caqui, es su alto grado de astringencia. Por ello existen diferentes técnicas, como tratamientos anaeróbicos (cámaras de CO₂), para la eliminación de la astringencia, provocando la insolubilización de los taninos, manteniendo sus propiedades y firmeza, sin dañar el producto. Esto también supone un coste extra a la hora de su comercialización.

El objetivo del presente trabajo fue explorar el uso del secado por aire caliente en caqui procedente de destrío, tanto astringente como no astringente. Las muestras fueron cortadas en rodajas de 0.5 cm y secadas en una estufa por aire caliente a 40 y 60°C durante 23 y 9 horas respectivamente, hasta alcanzar una humedad aproximada del 15%. Se analizó el efecto del proceso de deshidratación en las propiedades fisicoquímicas, mecánicas y ópticas de las muestras. A su vez, se realizó una cata sensorial para determinar la aceptabilidad de los productos por parte de los consumidores en la que se presentaron diferentes preguntas relacionadas con los productos. Además, se determinó el contenido en taninos solubles de las muestras, que está relacionado con la astringencia de las mismas. En general, el secado dio lugar a muestras más duras, con mayor traslucidez y un tono más anaranjado que las muestras frescas. El secado disminuyó el contenido en taninos solubles, lo que se relacionó con una menor astringencia detectada por los consumidores. Los snacks obtenidos fueron bien aceptados por los consumidores; sin embargo, el elaborado con caqui astringente y secado a 60°C presentó valores más bajos en los atributos de sabor y aceptabilidad global.

Palabras clave: propiedades físicas; propiedades ópticas; compuestos bioactivos; astringencia.

Abstract:

The cultivation of "Rojo Brillante" persimmon has undergone a great expansion in recent years. At the same time, its production is associated with a large amount of post-harvest losses that largely corresponds to the production of persimmon that does not meet the conversion requirements to maintain the Denomination of Origin name. Therefore, the development of products that can obtain their recovery is of great interest. Another disadvantage of this variety of persimmon is its high degree of astringency. Therefore, there are different techniques, such as anaerobic treatments (CO₂ chambers), for the elimination of astringency, causing the insolubilization of tannins, maintaining their properties and firmness, without damaging the product. This also supposes an extra cost at the time of its verification.

The objective of the present work was to explore the use of hot air drying in persimmon, both astringent and non-astringent. The samples were cut into 0.5 cm slices and dried in a stove with hot air at 40 and 60°C for 23 and 9 hours respectively, until reaching a humidity of approximately 15%. The effect of the dehydration process was analyzed on the physicochemical, mechanical and optical properties of the samples. At the same time, a sensory tasting was carried out to determine the acceptability of the products by consumers in which different questions related to the products were selected. In addition, the soluble tannin content of the samples was determined, which was related to the astringency of the samples. In general, drying resulted in harder samples, with greater translucency and a more orange tone than fresh samples. Drying decreased the soluble tannin content that resulted in a lower astringency detected by consumers. The snacks were well accepted by consumers; however, the one made with astringent persimmon and dried at 60°C had lower values in the attributes of flavor and global acceptability.

Keywords: mechanical properties; optical properties; bioactive compounds; astringency

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y familia por haberme apoyado siempre y por haber estado en las buenas y en las malas.

A las amigas maravillosas que me ha dado la carrera y que han hecho de estos cuatro años algo memorable.

A todo el equipo MiQuAli por la gran acogida desde el principio y, sobre todo, a mis directoras académicas, Isabel Hernado y Gemma Moraga por haberme dado la oportunidad de formar parte del equipo y toda la ayuda recibida.

Finalmente, a mi directora experimental Cristina Martínez, ha sido un placer haber trabajado contigo y haber podido compartir horas de laboratorio y análisis durante este proceso.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. CONSUMO DE FRUTAS	1
1.1.1. Beneficios y recomendaciones de su consumo	1
1.1.2. Situación actual del consumo de frutas y verduras	1
1.2. EL CULTIVO DE CAQUI	2
1.2.1. Origen	2
1.2.2. Evolución de la producción mundial	3
1.3. IMPORTANCIA DEL CONSUMO DEL CAQUI: COMPUESTOS BIOACTIVOS	5
1.3.1. Compuestos fenólicos	5
1.3.2. Capacidad antioxidante	6
1.4. SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DE CAQUI EN ESPAÑA Y EN LA COMUNIDAD VALENCIANA	6
1.5. DESTRÍOS DE CAQUI Y PROBLEMÁTICA	7
1.5.1. Valorización de los destríos de Caqui	8
1.6. SECADO POR AIRE CALIENTE	9
1.7. SNACKS Y PRODUCTOS DESHIDRATADOS	10
2. OBJETIVO	12
2.1. OBJETIVO GENERAL	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. MATERIAL Y MÉTODOS	13
3.1. MATERIA PRIMA	13
3.2. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	13
3.3. DETERMINACIONES ANALÍTICAS	14
3.3.1. Humedad, actividad del agua y ^a Brix	14
3.3.2. Textura	14
3.3.3. Propiedades ópticas	14
3.3.4. Contenido en taninos solubles	15
3.4. ANÁLISIS SENSORIAL	15
3.4.1. Test de aceptabilidad	16
3.4.2. Cuestionario CATA	16
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1. PROPIEDADES FÍSICAS	17
4.1.1. Caracterización de las muestras frescas	17
4.1.2. Caracterización de las muestras deshidratadas	18
4.1.3. Translucidez de las muestras	21
4.2. CONTENIDO EN TANINOS SOLUBLES	22
4.3. ANÁLISIS SENSORIAL	23
4.3.1. Test de aceptabilidad	23
4.3.2. Diferencias entre muestras descritas por el cuestionario CATA	24
5. CONCLUSIÓN	27
6. BIBLIOGRAFÍA	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución del consumo de frutas, verduras y hortalizas en hogares.	2
Figura 2: Imagen del árbol de caqui a la izquierda, imagen del fruto a la derecha.	2
Figura 3: Proporción de producción de caqui por región durante el año 2018.....	3
Figura 4: Evolución del área cultivada de caqui en la Comunidad Valenciana.	7
Figura 5: Logotipo de la marca registrada del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida "Kaki ribera del Xúquer".	7
Figura 6: Evolución de la producción total de Kaki Ribera del Xúquer frente a la producción con Denominación de Origen Protegida (D.O.P.).....	8
Figura 7: Representación esquemática de las muestras de persimmon analizadas. A= astringente; NA= no astringente. Las letras SAC se refieren al tratamiento de secado (por aire caliente) aplicado; los números 40 y 60, a la temperatura utilizada.	13
Figura 8: Gráfico de medias con los intervalos de Tukey HSD de las muestras astringentes (A) y no astringentes (NA) frescas. a) Valores medios para hab* de acuerdo con el tipo de muestra; b) valores medios para Cab* de acuerdo con el tipo de muestra.....	18
Figura 9: Imágenes de las rodajas pertenecientes a las muestras deshidratadas astringentes (A) y no astringentes (NA), secadas a 40° y 60°C.....	18
Figura 10: Gráfico de medias con los intervalos de Tukey HSD de las muestras astringentes (A) y no astringentes (NA) deshidratadas a 40 (SAC40) y 60°C (SAC60). a) Valores medios para F _{max} de acuerdo con el factor de tipo de muestra; b) Valores medios para el área de acuerdo con el factor de tratamiento de secado.	19
Figura 11: Gráfico de las medias con los intervalos de Tukey HSD de las muestras astringentes (A) y no astringentes (NA) deshidratadas a 40° (SAC40) y 60°C (SAC60). a) Valores medios para L* de acuerdo con el factor tipo de muestra; b) Valores medios para L* de acuerdo con el tratamiento de secado.	20
Figura 12: Interacción entre el tipo de muestra y el tratamiento de secado de las muestras astringentes (A) y no astringentes (NA) deshidratadas a 40 (SAC40) y 60°C (SAC60) para el parámetro de hab*.....	20
Figura 13: Interacción entre el tipo de muestra y el tratamiento de secado de las muestras astringentes (A) y no astringentes (NA) deshidratadas a 40° (SAC40) y 60°C (SAC60) para el parámetro Cab*.....	21
Figura 14: Distribución del espectro del índice de Kubelka-Munk (ratio K/S) de las muestras frescas y deshidratadas a 40° (SAC40) y 60°C (SAC60); a) muestras astringentes y b) muestras no astringentes.....	22
Figura 15: Aceptabilidad para apariencia, sabor, textura y global de las muestras deshidratadas a 40° y 60°. Las letras indican las diferencias significativas obtenidas mediante el test de Tukey HSD. A40: muestras astringentes deshidratadas a 40°C; A60: muestras astringentes deshidratadas a 60°C; NA40: muestras no astringentes deshidratadas a 40°C; NA60: muestras no astringentes deshidratadas a 60°C.	23
Figura 16: Correlación entre la frecuencia de mención del atributo astringente y el contenido de taninos solubles totales en las muestras deshidratadas astringentes y no astringentes.....	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos de la producción de caqui (toneladas) en los países productores, años 1998 y 2018.	4
Tabla 2: Resultados obtenidos para los parámetros físicos de las muestras astringentes y no astringentes frescas. A= astringente; NA= no astringente	17
Tabla 3: Contenido en taninos solubles totales para las muestras astringentes (A) y no astringentes (NA), frescas y deshidratadas a 40° (SAC40) y a 60°C (SAC60).....	22
Tabla 5: Frecuencia de mención de los términos CATA analizados y su p-valor en el test Q-Cochran para las diferencias entre las muestras deshidratadas a 40°C y 60°C. A40: muestras astringentes deshidratadas a 40°C; A60: muestras astringentes deshidratadas a 60°C; NA40: muestras no astringentes deshidratadas a 40°C; NA60: muestras no astringentes deshidratadas a 60°C.....	25

ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y NOMENCLATURAS

ANOVA: Análisis de varianza

A.O.A.C: Association of Official Analytical Chemists

a_w : actividad del agua

C_{ab}^* : croma

CATA: Check-All-That-Apply

cm: centímetros

cm²: centímetros cuadrados

CRDO: Consejo Regulador de la Denominación de Origen

CO²: Dióxido de carbono

DO: Denominación de Origen

FAO: Food and Agriculture Organization.

FAOSTAT: Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database.

FEN: Federación Española de Nutrición.

F_{max} : Fuerza máxima

g: gramos

GVA: Generalitat Valenciana

ha: Hectáreas

h_{ab}^* : tono

HCl: ácido clorhídrico

HSD: Honest Significant Difference

IVIA: Instituto Valenciano de investigaciones agrarias

L^* : luminosidad

MAPA: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

mg: miligramo

mm: milímetro

mmHg: milímetro de mercurio

N: nitrógeno

Na₂CO₃: carbonato de sodio

N·mm: Newton milimetro

Nm: nanometro

WHO: World Health Organization.

t: toneladas

v/v: porcentaje volumen/volumen

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CONSUMO DE FRUTAS

1.1.1. Beneficios y recomendaciones de su consumo

Desde un punto de vista nutricional, las frutas y verduras son componentes esenciales de una dieta saludable, y un consumo diario suficiente podría contribuir a la prevención de enfermedades importantes. Se calcula que la ingesta insuficiente de frutas y verduras causa en todo el mundo aproximadamente un 19% de los cánceres gastrointestinales, un 31% de las cardiopatías isquémicas y un 11% de los accidentes vasculares cerebrales (WHO, 2020), siendo las enfermedades cardiovasculares, la principal causa de mortalidad dentro de los países de la Unión Europea (Joffe & Robertson, 2001).

El consumo de frutas y verduras variadas garantiza una ingesta suficiente de la mayoría de los micronutrientes, de fibra dietética y de una serie de sustancias esenciales. Además, el aumento del consumo de frutas y verduras puede ayudar a desplazar el consumo de alimentos ricos en grasas saturadas, azúcares o sal. En general, se calcula que cada año podrían salvarse 1,7 millones de vidas si se aumentara lo suficiente el consumo de frutas y verduras (WHO, 2020).

Como parte de una dieta saludable baja en grasas, azúcares y sodio, la *World Health Organization* (WHO) y la *Food and Agriculture Organization* (FAO) recomiendan que al día se ingieran al menos 400g de frutas y verduras, aproximadamente 5 raciones al día (no incluyendo las patatas y otros tipos de tubérculos) para prevenir diversas enfermedades y carencias de micronutrientes (WHO, 2020).

La estrategia mundial que plantea la WHO sobre régimen alimentario, actividad física y salud hace hincapié en el aumento del consumo de frutas y verduras como una de las recomendaciones a tener en cuenta al elaborar las políticas y directrices dietéticas nacionales tanto para la población como para los individuos.

1.1.2. Situación actual del consumo de frutas y verduras

El consumo actual estimado de frutas y verduras es muy variable en todo el mundo, oscilando entre 100 g/día en los países menos desarrollados y aproximadamente 450 g/día en Europa Occidental (WHO, 2020).

En España, si analizamos la evolución del consumo de frutas que se muestra en la figura 1, podemos decir que el consumo de este grupo de alimentos ha aumentado notablemente con los años, especialmente si comparamos con la década de los 60. Sin embargo, su consumo va disminuyendo si lo evaluamos a corto plazo (Arroyo Uriarte et al., 2018).

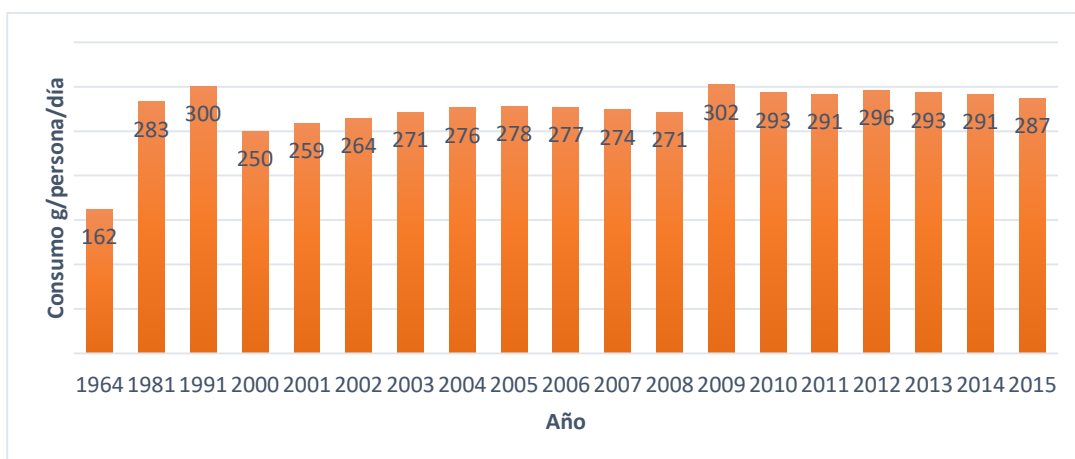


Figura 1: Evolución del consumo de frutas, verduras y hortalizas en hogares.

Fuente: Federación Española de Nutrición (FEN), 2018. Elaboración propia.

Se puede observar como la media nacional no llega a las recomendaciones estipuladas por las guías alimentarias. Actualmente la población española se encuentra en un consumo de 1,5 piezas para las frutas, lo que indica que se encuentra bastante por debajo de las recomendaciones de la FAO y la WHO (Arroyo Uriarte et al., 2018).

1.2. EL CULTIVO DE CAQUI

1.2.1. Origen

El caqui (*Diospyros kaki Thunb*) es un árbol frutal perteneciente a la familia *Ebanaceae*, género *Diospyros*. Este género, el cual comprende más de 400 especies, es originario de China donde su cultivo se inició siglos antes de Cristo. Posteriormente se introdujo en Japón en el siglo VII y en Corea en el siglo XIV. Sin embargo, no fue hasta el siglo XVII que se introdujo en Europa y un siglo después, en el XVIII, que se extendió a nivel mundial. En la antigüedad, el caqui fue considerado como “Comida de dioses” (Llácer & Badenes, 2002).



Figura 2: Imagen del árbol de caqui a la izquierda, imagen del fruto a la derecha.

Fuente: creación propia

El género *Diospyros* no fue comúnmente cultivado en Europa hasta el siglo XX y se calcula que el primer árbol fue plantado en la zona de Florencia. No obstante, no fue hasta finales del siglo XIX que este cultivo fue introducido en España.

En los países del área mediterránea, el caqui se difundió primero como árbol ornamental y también por la calidad de su madera. Sin embargo, la difusión como árbol de fruta se

llevó a cabo una vez se empezaron a descubrir las propiedades y características organolépticas del fruto (Llácer & Badenes, 2002).

1.2.2. Evolución de la producción mundial

Si bien es verdad que la producción de este cultivo a nivel mundial es de poca importancia respecto a otros cultivares frutales, se estima que, en los últimos 40 años, la superficie cultivada y la producción en el mundo se han multiplicado casi por 2,5. Según datos de la FAO, en el año 2018 la superficie cultivada se acercaba casi al millón de hectáreas y la producción mundial se situaba en 4,711,458 toneladas (FAO, 2020).

En la figura 3 se muestra la producción del cultivo de caqui en las principales regiones productoras. La producción de caqui en los países asiáticos tradicionales (China, Japón y Corea) ha representado siempre más del 90 % de los totales mundiales. La incidencia de los países productores no asiáticos es, por tanto, muy pequeña, razón por la cual en esos países el caqui se considera un frutal menor. Sin embargo, en estos últimos años, la producción de caqui ha ido aumentando (FAO, 2020).

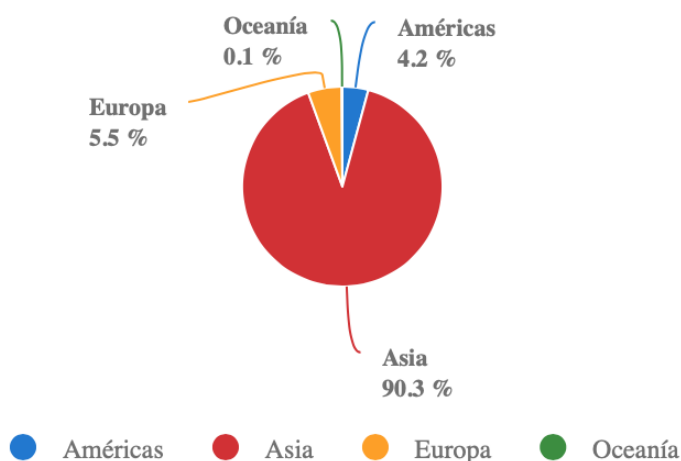


Figura 3: Proporción de producción de caqui por región durante el año 2018..

Fuente: FAOSTAT, 2020

El aumento de producción de caqui durante los últimos 20 años se puede observar en la tabla 1. El país con mayor producción a nivel mundial es China con más de cuatro millones de toneladas cosechadas. Actualmente, tras China se encuentran España y la República de Corea, a la cual sigue Japón, Brasil y Azerbaiyán.

Tabla 1: Datos de la producción de caqui (toneladas) en los países productores, años 1998 y 2018.

Fuente: FAOSTAT, 2020. Elaboración propia

País	1998	2018
China	1.333.098	3.168.759
República de Corea	260.671	346.679
Japón	260.100	208.000
Italia	62.000	47.615
Brasil	60.423	156.935
Azerbaiyán	47.423	160.092
España	19.279	492.320
Taiwán	18.962	84.301
Israel	17.400	28.000
Irán	6.853	22.474
Nueva Zelanda	1.944	2.384
Australia	641	719
México	440	54
Nepal	340	3.013
Chile	324	596
Eslovenia	0	2.604
Uzbekistán	0	71.214

Como se puede observar en la tabla 1, el continente asiático muestra una creciente y continua evolución de la producción de este cultivar lo que se debe a que existe una gran tradición de su consumo al igual que una gran variedad de este fruto (Llácer & Badenes, 2002).

En el hemisferio sur, Brasil; Australia y Nueva Zelanda son los países con mayor producción de caqui. Los dos últimos han experimentado una mayor producción debido a las posibilidades de exportación de sus frutos al mercado asiático mientras que Brasil, suma la posibilidad de exportar a países del hemisferio norte (Llácer & Badenes, 2002).

En los países del continente europeo, solo Italia tiene una gran tradición de cultivo de caqui. Sin embargo, en los últimos años ha disminuido considerablemente ya que su cultivo se ha visto afectado debido a numerosos factores como, por ejemplo, la aparición de la variedad "Rojo Brillante" en España, el aumento del coste de producción y la competitividad con otros cultivos frutales (Bellini & Giordani, 2005). Esto ha hecho que dicho país disminuya su producción considerablemente. Con el tiempo, otros países como Eslovenia o Uzbekistán se han incorporado a la producción comercial (Lopes Vieites, 2009).

1.3. IMPORTANCIA DEL CONSUMO DEL CAQUI: COMPUESTOS BIOACTIVOS

En la actualidad, los consumidores son cada vez más conscientes de los beneficios, más allá de la nutrición básica, que proporcionan ciertos tipos de alimentos. Entre estos, destacan los alimentos vegetales, incluidas las frutas y verduras que aportan nutrientes esenciales (vitaminas, hidratos de carbono, lípidos, proteínas...) y que, además poseen componentes biológicamente activos. Estas sustancias biológicamente activas son las que se encargan de proporcionar al alimento no solo aroma, color, sabor, sino también un efecto beneficioso para la salud. (Carbonell-Capella, Buniowska, Barba, Esteve, & Frígola, 2014; Yaqub et al., 2016). Recientemente, estudios epidemiológicos sugieren que el consumo de compuestos bioactivos con potencial antioxidante, como vitaminas, carotenoides, flavonoides y otros compuestos fenólicos tiene efectos protectores contra enfermedades cardiovasculares, renales, obesidad, ciertos tipos de cáncer como el de colon o recto y puede llegar a mitigar los efectos de la diabetes o el nivel de colesterol (Cárdenas Baquero, Arrazola Paternina, & Villalba Cadavid, 2016).

El caqui es una de las frutas consideradas como muy nutritivas y con altos niveles de compuestos bioactivos. Se caracteriza por su contenido en polifenoles, esteroides, flavonoides, carotenoides, minerales y fibra dietética (Yaqub et al., 2016). Por otra parte, el caqui también destaca por su contenido en taninos, compuestos fenólicos de carácter antioxidante. Gracias a sus componentes, el caqui ha sido utilizado para tratar ciertas enfermedades e incluso, se ha demostrado que tiene un efecto favorable contra trastornos cardiovasculares y algunos tipos de cáncer (Senica, Veberic, Grabnar, Stampar, & Jakopic, 2016). En la actualidad, se recomienda una ingesta diaria de 100-150g de esta fruta ya que gracias a su contenido en azúcares y vitamina C suple las recomendaciones diarias (Giordani, Doumet, Nin, & Del Bubba, 2011).

1.3.1. Compuestos fenólicos

Estas sustancias tienen su origen en el mundo vegetal. Son uno de los principales metabolitos secundarios de las plantas, poseen en su estructura un anillo aromático al que puede estar unido uno o más grupos hidroxilo. Se considera que influyen en la calidad, aceptabilidad y estabilidad de los alimentos, ya que pueden actuar como colorantes, antioxidantes y proporcionar sabor (Creus, 2004). Además de estas características, son sustancias biológicamente activas con propiedades antialérgicas, antiinflamatorias, antimicrobianas, pero sobre todo, antioxidantes con potencial antimutagénico (Hernández-Carrión, 2014).

Dentro de los compuestos fenólicos, los caquis son ricos en taninos, compuestos con un peso molecular relativamente alto. Se dividen en dos categorías basados en su estructura: taninos hidrolizables y no hidrolizables o condensados. El caqui es rico en taninos condensados, mayoritariamente proantocianidinas del grupo B, que tienen la propiedad de formar complejos estables con metales y proteínas dando así la típica astringencia de la fruta. Dicha propiedad, se caracteriza por producir una sensación de sequedad en la boca parecida a cuando consumimos un plátano verde. A medida que el fruto va madurando, esta propiedad va desapareciendo debido a que los taninos solubles (astringentes) pueden convertirse en insolubles (no astringentes). Sin embargo, a la hora de la recolección del fruto, si se quiere consumir duro, no se ha llegado a un suficiente grado de madurez que permita eliminar la astringencia, por lo que se pueden aplicar tratamientos de atmósferas modificadas o con etanol o CO₂ (Arnal & Del Rio, 2014; Hernández-Carrión, 2014).

1.3.2. Capacidad antioxidante

Muchos estudios demuestran que el oxígeno derivado de los radicales libres, podría ser dañino para la salud. Al aumentar la cantidad de oxígeno libre se puede producir un estrés oxidativo dentro de la célula que puede llevar a un cambio estructural o de funcionamiento de esta y por lo tanto al envejecimiento o muerte de la misma. La consecuencia de ello es que se produce un deterioro de los tejidos y favorece la aparición de diferentes patologías graves como enfermedades cardiovasculares o cáncer (Escorza & Salinas, 2009). Debido a esto se han buscado agentes (compuestos antioxidantes) capaces de proteger frente a la acción de los radicales libres. En términos alimentarios, se denomina antioxidante a cualquier sustancia que, estando presente en bajas concentraciones en comparación con los sustratos oxidables, retrasa o previene de forma importante la oxidación de dichos sustratos (Hernández-Carrión, 2014).

El caqui es rico en sustancias como vitamina C, carotenoides y polifenoles, todas ellas consideradas como potentes agentes antioxidantes que actúan frente a los radicales libres. Esto significa que el consumo de esta fruta está relacionado con la prevención de enfermedades relacionadas con el daño producido por la oxidación celular, como las enfermedades cardiovasculares o el cáncer. (Giordani et al., 2011; Pérez-Burillo, Oliveras, Quesada, Rufián-Henares, & Pastoriza, 2018). Se ha corroborado que cuanto mayor es la ingesta, menor es la incidencia de estas enfermedades (Hernández-Carrión, 2014).

1.4. SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DE CAQUI EN ESPAÑA Y EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

En los últimos años, el caqui se ha convertido en uno de los cultivos que mayor crecimiento ha experimentado en España. Esto ha estado ligado a la aparición de la variedad astringente “Rojo Brillante” con gran índice productivo y calidad. Posteriormente, gracias a la metodología postcosecha desarrollada por el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) para eliminar la astringencia de estos frutos, se observó un elevado aumento en la producción de esta variedad en la comarca de la Ribera Alta, en la provincia de Valencia. Esta región concentra casi el 90% de las plantaciones españolas, lo que la convierte en una de las zonas más fértiles y con mayor tradición agrícola de toda España (IVIA, 2020; Persimon, 2020).

En la actualidad, la distribución varietal del caqui en España se centra en la variedad ‘Rojo Brillante’, con más de 150.000t, y la variedad ‘Triumph’ con unas 12.000t procedentes fundamentalmente de Andalucía. Esta comunidad, junto con la Valenciana, son las principales Comunidades Autónomas españolas productoras de caqui. En menos de diez años la superficie de caqui, en la Comunidad Valenciana, se ha multiplicado por seis, pasando de algo más de 2.000ha a sobrepasar las 13.000ha (Figura 4).

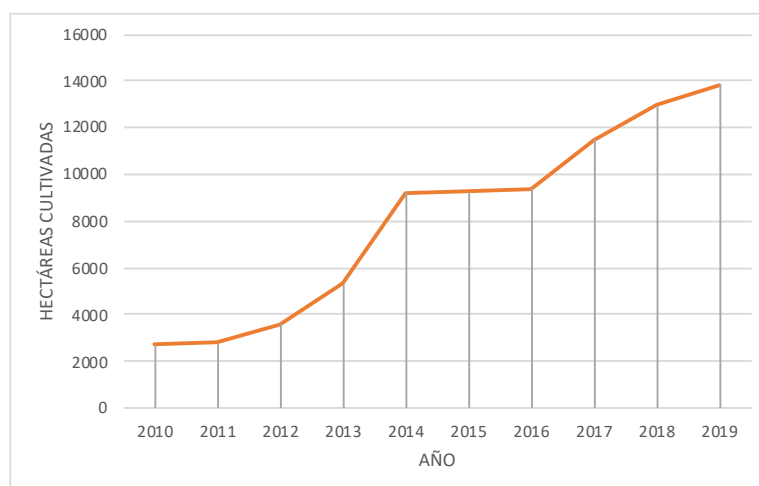


Figura 4: Evolución del área cultivada de caqui en la Comunidad Valenciana.

Fuente: CRDO,2019. Elaboración propia.

Debido a la gran expansión del caqui en la *Comunitat Valenciana* y a las características especiales y diferenciales de la variedad “Rojo Brillante”, se obtuvo la figura de calidad del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida (CRDO) “Kaki Ribera del Xúquer”. Este nombre se eligió porque la principal área de producción de este fruto se encuentra próxima a la ribera del Río Xúquer. El objetivo de esto fue garantizar la calidad y procedencia del caqui “Rojo Brillante” producido en dicha zona. Más tarde, en el año 2001 se reconoció la Denominación de Origen Protegida por parte de la Unión Europea (KAKIfruit, 2020).

Persimon® es la marca comercial registrada del CRDO bajo la que se comercializa la variedad “Rojo Brillante”, en su forma de consumo con una consistencia firme, de piel y carne anaranjada, pulpa crujiente y firme, y sobre todo dulce (Figura 5).



Figura 5: Logotipo de la marca registrada del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida “Kaki ribera del Xúquer”.

Fuente: KAKIfruit, 2020.

Debido a estas características y la zona en la que se cultiva, el “Kaki Ribera del Xúquer” es el único caqui reconocido y protegido con una denominación de origen en todo el mundo (Persimon, 2020).

1.5. DESTRÍOS DE CAQUI Y PROBLEMÁTICA

Los destríos o descartes se deben a una excesiva producción de caqui que no cumple con los requerimientos mínimos para tener el certificado “Kaki Ribera del Xúquer”. Para poder mantener la DO, las frutas deben tener una calidad excelente cuando lleguen al mercado: frutos enteros, provistos de cáliz y péndulo; sanos (sin alteraciones o podredumbres); limpios y prácticamente exentos de materia extraña; exentos de humedad exterior anormal y de olores y sabores extraños; frutos con calibre mínimo de 61 mm de diámetro; entre 1 cm² y 1,5 cm² para defectos estéticos alargados o redondeados respectivamente (MAPA, 2020).

La presencia de plagas y enfermedades en este cultivo eran poco importantes hasta que se produjo el gran incremento en superficie de cultivo y producción. En los últimos años las causas principales de que se hayan descartado muchos frutos son la aparición de plagas (mosca del Mediterráneo), enfermedades (podredumbre radicular) y accidentes (acción del viento, lluvias, daños por piedra, machas...). Debido a estas exigencias, casi la mitad de la cosecha es tirada al suelo (Martínez Las Heras, 2016).

En la campaña 2019/2020 se obtuvo un incremento de potencial productivo todavía importante, aunque un poco inferior al de la campaña anterior, con 12 887ha cultivadas y 429 678t producidas. A partir de esta cosecha, se calcula que habrá una estabilización tanto en la superficie como en la producción. Sin embargo, a medida que aumenta la producción de caqui, también aumenta la de destríos (Figura 6).

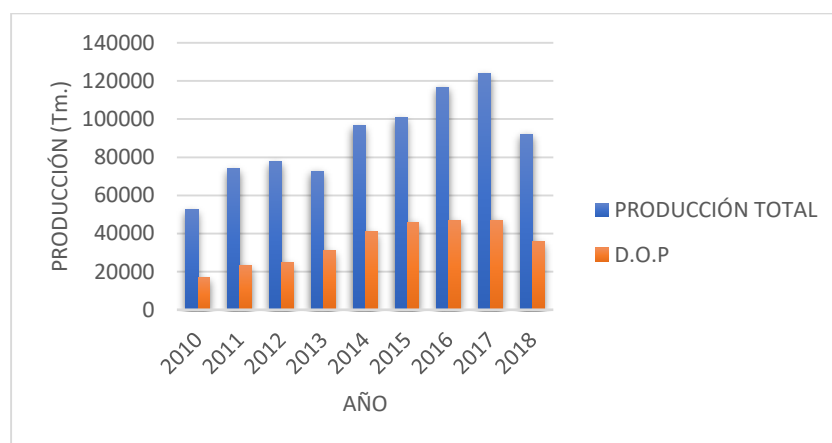


Figura 6: Evolución de la producción total de Kaki Ribera del Xúquer frente a la producción con Denominación de Origen Protegida (D.O.P.)

Fuente: Agroambient – GVA,2020. Elaboración propia

El cultivo del caqui genera una gran cantidad de destríos que pueden llegar fácilmente al 15-30%, y a esto hay que sumarle los excedentes en el mercado. A pesar de la gran cantidad de destríos producidos, estas frutas no pueden ser comercializadas ya que supondría una competencia directa al mercado del *Kaki Ribera del Xúquer* por el menor precio de mercado (Heras, 2016).

Por todo esto, se debe continuar investigando en nuevas técnicas que permitan controlar las plagas y la generación de destríos. Los agricultores deberán adaptarse a nuevas prácticas para poder reducir los costes y optimizar el cultivo, permitiendo que continúen obteniendo altos rendimientos en sus cultivos.

1.5.1. Valorización de los destríos de Caqui

Se calcula que un tercio de los alimentos para el consumo humano se pierde o desperdicia a nivel mundial, lo que equivale a 1.300 millones de toneladas por año. La pérdida y el desperdicio de alimentos se han convertido en un tema de gran preocupación para la opinión pública. Por esta razón, en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible se refleja una mayor consciencia sobre este problema y se proponen medidas a adoptar por las empresas para reducir estas cantidades. De aquí nace la iniciativa “Save Food” (FAO, 2020).

De manera similar a otras frutas, una de las salidas comerciales para los descartes y/o excedentes podría ser el procesamiento del caqui en productos tales como purés, néctares, zumos o mermeladas. Sin embargo, la industrialización del caqui no es siempre sencilla ya que se pueden ver afectadas sus propiedades organolépticas (Heras, 2016). Algunas empresas como “Genia Global” han planteado, con la aprobación de la Asociación Española del Kaki, la utilización de dichos destríos para la obtención de biocombustibles y así disminuir el coste de gestión. Por otro lado, en países como Japón o Estados Unidos el caqui también se está utilizando para elaborar helado, harina e incluso vino o cerveza.

Algunas experiencias aisladas llevadas a cabo, en la mayoría de los casos por alguna empresa de conservas o por productores un tanto emprendedores, son las únicas referencias de las que disponemos en Valencia en este momento para poder darle una oportunidad al caqui industrializado. Movidio por la necesidad de encontrar alguna salida al ingente destrío que ocasionó el pedrisco en su cosecha de 1997, José Escutia, comenzó a experimentar con caqui llegando a obtener caqui deshidratado en almíbar con buenas características (Heras, 2016).

En la actualidad, algunos científicos siguen abogando por desarrollar una línea de investigación para encontrar posibles salidas del caqui en la industrialización y utilizar técnicas tradicionales o basarse en las llevadas a cabo por países como Japón (Tarigan, 2013).

1.6. SECADO POR AIRE CALIENTE

El secado al sol de frutas, granos, vegetales, carnes y pescados es una práctica que ha sido usada desde la antigüedad por nuestros antepasados para preservar los alimentos. Sin embargo, el secado al sol depende del clima y horas de sol, lo que puede afectar a la homogeneidad y calidad del producto final. Además, los productos son propensos a las contaminaciones microbianas. Para superar estos problemas, se empezó a estudiar otras alternativas de secado como pueden ser el uso de secadores solares o convectivos (Doymaz, 2012).

La deshidratación o secado, es uno de los métodos más utilizados para la conservación de frutas y verduras. El objetivo principal es la eliminación de agua hasta un nivel en el que se minimizan las reacciones de deterioro lo que evita la contaminación microbiológica de los productos durante el almacenamiento y alarga su tiempo de vida útil (Giovagnoli-Vicuña, Moraga, Briones-Labarca, & Pacheco-Pérez, 2017). El proceso consiste en: primero, eliminar la humedad libre contenida en la superficie mediante vaporización. La velocidad de secado está limitada por la difusión del vapor a través de la interfaz humedad-aire y, por lo tanto, si la superficie de contacto permanece constante, la velocidad también se mantendrá constante. Debido a que esta interfaz se reduce, la velocidad de secado disminuye dando lugar al período de velocidad de caída. Cuando la superficie está totalmente seca, la humedad que queda debe difundirse a través del sólido hacia la superficie, siguiendo un gradiente de concentración. El proceso llega a su fin cuando la presión parcial del vapor en el sólido es igual a la presión parcial del vapor en el gas. Se calcula que el secado de frutas y verduras se puede llevar a cabo a presión atmosférica a temperaturas que pueden ir desde los 40° hasta los 80°C. Los tiempos típicos de secado varían de unas pocas horas a un día entero (Bourdoux, Li, Rajkovic, Devlieghere, & Uyttendaele, 2016).

Este proceso presenta numerosas ventajas por ser eficiente, productivo, económico y de fácil manejo gracias a las nuevas tecnologías. Aparte de esto, aumenta notablemente

la vida útil del producto, reduce costes de transporte y espacio de almacenaje y demuestra ventajas medioambientales (Daybelis, Valdés, Sahylin, Becerá, & I, 2015). Gracias a que el agua se evapora, existe una mayor concentración de los compuestos solubles lo que produce un mayor grado de dulzura y, en ocasiones, una textura con características crujientes. Sin embargo, debido a las altas temperaturas, el alimento puede experimentar cambios físicos, químicos, estructurales y nutricionales que pueden afectar a la calidad en cuanto a textura, color, sabor y valor nutricional (Giovagnoli-Vicuña et al., 2017; Lewicki, 2006).

1.7. SNACKS Y PRODUCTOS DESHIDRATADOS

La deshidratación es una de las técnicas más ampliamente utilizada para la conservación de alimentos lo que lleva a que hoy en día, la industria de alimentos deshidratados constituya un sector muy importante dentro de la industria alimentaria a nivel mundial.

La tendencia global es consumir productos ecológicos y saludables, como pueden ser los alimentos deshidratados, especialmente en Estados Unidos y Europa. El interés por los efectos beneficiosos de los alimentos deshidratados en la salud humana ha sido avalado por estudios epidemiológicos que relacionan el consumo frecuente de frutos secos y la reducción del riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares (Fraser, Sabate, Beeson, & Strahan, 1992; Sabaté, 1999; Vega Antonio, 2012).

En la actualidad se puede observar que existen ciertas tendencias de consumo a nivel mundial que ejercen gran influencia a la hora de elegir un producto alimenticio: conveniencia, salud y placer. Como consecuencia, se busca aquello que sea fácil de consumir, listo para calentar y preparar y si el envase es de una porción, es lo ideal. Esta tendencia da lugar a la aparición de un nuevo tipo de productos: los *snacks*, un tipo de alimento que generalmente se utiliza para satisfacer temporalmente el hambre, proporcionar una mínima cantidad de energía para el cuerpo o simplemente por placer (Viviant, 2007).

La demanda de alimentos tipo *snacks* (dulces o salados) va en aumento debido al estilo de vida que se está siguiendo. Sin embargo, el crecimiento de este tipo de alimento está siendo perjudicado por factores contrapuestos: la obesidad infantil y la tendencia a consumir productos saludables (bajos en grasa, en azúcar y sal). Esto obliga a las empresas productoras de dichos alimentos a buscar nuevas alternativas saludables para la elaboración de sus productos (Clementz & Delmoro, 2011).

La fruta es un alimento perecedero que suele madurar bastante rápido y, por lo tanto, debe ser ingerido a las pocas horas o días de su adquisición. Es en este contexto donde los *snacks* frutales adquieren mayor importancia. Estos productos sugieren una alternativa al consumo de frutas frescas y permiten que ciertas frutas de temporadas específicas puedan ser consumidas durante todo el año. Además, son considerados por los consumidores como un excelente complemento nutricional (Romero, Díaz, & Aguirre, 2016).

Si bien es verdad que existe poco conocimiento sobre el consumo de este tipo de alimentos debido a que es una tendencia relativamente nueva (Jesionkowska, Sijtsema, Simoneaux, Konopacka, & Plochanski, 2008), según información del *Global Industry Analysts, Inc. (2014)*, el consumo global de frutas deshidratadas podría alcanzar los 4 millones de toneladas a finales de 2020.

Europa es considerado como el mercado con más potencial para las exportaciones de *snacks* nutritivos con base en fruta deshidratada (Romero et al., 2016). Por estas razones, la investigación sobre obtención de este tipo de productos va en aumento cada año y supone una gran oportunidad de innovación para las industrias.

2. OBJETIVO

2.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de este trabajo consiste en la obtención de un producto deshidratado con alto valor nutritivo para valorizar el destrío postcosecha de caqui.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estudio del efecto de distintos tratamientos de secado por aire caliente en las propiedades mecánicas y ópticas de caqui astringente y no astringente.
2. Estudio del efecto de distintos tratamientos de secado por aire caliente en los taninos solubles de caqui astringente y no astringente.
3. Estudio sensorial de los productos deshidratados obtenidos.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. MATERIA PRIMA

Se utilizaron destríos de caqui (*Diospyros kaki* Thunb. cv. Rojo Brillante) astringente (A) y no astringente (NA; tratado con CO₂ al 95% durante 24h a 20°C) de la variedad “Rojo Brillante” con un estado de maduración intermedio (M5). El criterio utilizado para determinar el estado de maduración está basado en el color de la piel de los frutos. El color naranja se corresponde con una maduración de nivel 5 (Tessmer et al., 2016). Dichos destríos procedían de la comarca de la Ribera Alta (Valencia, España), zona que le otorga la denominación de origen protegida (Kaki de la Ribera del Júcar) y fueron cedidos a la Universitat Politècnica de València (UPV) por parte del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).

3.2. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Para la preparación de la muestra, se lavaron y cortaron los frutos frescos con piel en rodajas de 5 mm de espesor con una mandolina (OXO good grips mandolin slicer 2.0, USA). Con el objetivo de estudiar el efecto del secado sobre las muestras, parte de éstas fueron introducidas en una estufa (Binder modelo FED 260 standard, Alemania) con una velocidad de aire de secado de 2 m/s a 40°C durante 23h y otra parte se secó a 60°C durante 9h hasta alcanzar en ambos casos una humedad del 15 ± 3 g agua/100 g producto.

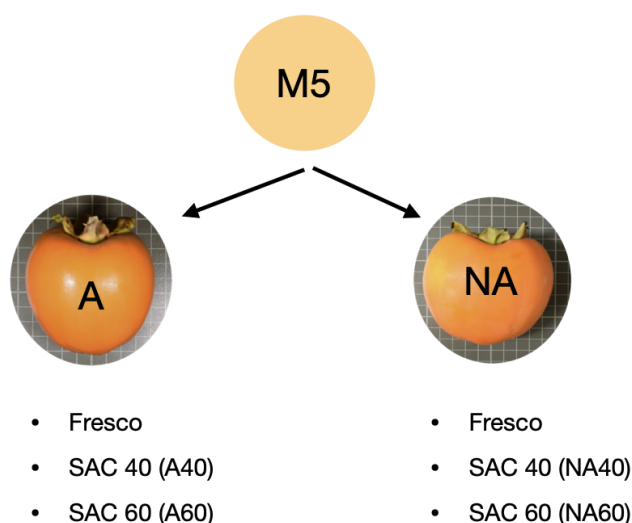


Figura 7: Representación esquemática de las muestras de persimmon analizadas. A= astringente; NA= no astringente. Las letras SAC se refieren al tratamiento de secado (por aire caliente) aplicado; los números 40 y 60, a la temperatura utilizada.

3.3. DETERMINACIONES ANALÍTICAS

3.3.1. Humedad, actividad del agua y °Brix.

La humedad se determinó para cada muestra deshidratada y la muestra fresca mediante el método oficial 934.06 de la A.O.A.C (2000) para alimentos ricos en azúcares. Este método consiste en la determinación de la pérdida de peso de la muestra mediante desecación de ésta en una estufa a vacío (Vacioterm, J.P. Selecta) a una temperatura de 60°C y a una presión de 100 mmHg, dejando secar hasta que las muestras alcanzaran un peso constante. Posteriormente y previo a cada pesada, las muestras fueron enfriadas en un desecador con una base de sílica gel. La variación de peso fue medida en una balanza analítica (AE 100 Mettler Toledo) de precisión 0,1mg. Respecto a la medición de la actividad del agua, tanto las muestras deshidratadas como las muestras frescas fueron trituradas para poder realizar la medición mediante un higrómetro de punto de rocío (Aqualab CX-2, Decagon Devices). Para la medición de los °Brix de las muestras frescas se utilizó un refractómetro (ATAGO ATC-1, Japón). Todos los parámetros se llevaron a cabo por triplicado.

3.3.2. Textura

La textura se evaluó en cada una de las muestras deshidratadas, así como en la muestra fresca, mediante la utilización de un texturómetro TA-XT Plus Texture Analyzer (Stable Micro System, Ltd., Godalming, Reino Unido) aplicando el método de punción. Se utilizó una sonda cilíndrica (P/4) de 2 mm de diámetro con una velocidad de 1mm/s, hasta alcanzar un porcentaje de deformación del 85%.

El ensayo se realizó por triplicado en cuatro puntos de cada rodaja (buscando siempre la zona más plana) a temperatura ambiente. Los parámetros analizados en el ensayo de punción fueron: el pico más alto de fuerza ($F_{m\acute{a}x}$) (N) y el área (N/mm) bajo la curva.

3.3.3. Propiedades ópticas

Las propiedades ópticas (translucidez y coordenadas CIE- $L^*a^*b^*$) de las muestras deshidratadas y las muestras frescas, se obtuvieron de los espectros de reflectancia de la superficie de éstas (entre 400 y 700 nm) al medir sobre fondo blanco y negro. El espectrocolorímetro Minolta CM-3600d (Minolta Co., Tokio, Japón) fue utilizado considerando como referencia el iluminante D65 y el observador 10°. La translucidez de las muestras se determinó aplicando la teoría de Kubelka-Munk para la dispersión múltiple de los espectros de reflexión. Esta teoría supone que el flujo de luz que pasa a través de la muestra está relacionado con la relación entre luz absorbida y luz dispersa (Ecuaciones (1) y (2)). La reflectancia de una capa infinitamente gruesa del material (R_{∞}) calculado utilizando la ecuación (2) se utilizó para obtener las coordenadas CIE $L^*a^*b^*$ (Talens, Martínez-Navarrete, Fito, & Chiralt, 2002).

$$\frac{K}{S} = \frac{(1 - R_{\infty})^2}{2R_{\infty}} \quad (1)$$

Donde: K: coeficiente de absorbancia; S: coeficiente de difusión; R_{∞} : reflectancia de la capa infinitamente gruesa de material (calculada con la ecuación 2).

$$R_{\infty} = 0,5 \left(R + \frac{R_0 - R + R_g}{R_0 R_g} \right) - \sqrt{\left(0,5 \left(R + \frac{R_0 - R + R_g}{R_0 R_g} \right) \right)^2 - 1} \quad (2)$$

Donde: R: reflectancia de la muestra sobre fondo blanco; R₀: reflectancia de la muestra sobre fondo negro; R_g: reflectancia del fondo blanco ideal

A partir de las coordenadas CIEL *a*b* se obtuvieron los valores de tono (h_{ab}*) y croma (C_{ab}*), aplicando las ecuaciones (3) y (4), respectivamente.

$$h_{ab}^* = \arctg (b^* / a^*) \quad (3)$$

$$C_{ab}^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (4)$$

3.3.4. Contenido en taninos solubles

El contenido en taninos solubles totales de las muestras deshidratadas y las muestras frescas, se evaluó utilizando un espectrofotómetro (CE 1021 1000 series, CECIL INSTRUMENTS Cambridge) siguiendo el método Folin-Denis descrito por Arnal & Del Río (2004).

Se homogeneizaron 5g de muestra previamente triturada con un ultraturax (IKA-Ultraturax T26 Basic), con 25 mL de una disolución de etanol en agua al 96%. El homogeneizado que se obtuvo, fue centrifugado a 14500 rpm durante 20 minutos a 4°C, y se filtró usando un papel de filtro. El sobrenadante se reservó a 4°C. La operación de homogenización, centrifugado y filtrado con el precipitado fue repetida. El nuevo sobrenadante se mezcló con el previamente reservado y dicha mezcla se aforó a 100 mL con etanol. A partir de 1 mL de esta disolución se realizó una dilución 1:7 en agua bidestilada y se añadieron 0.5 mL de reactivo Folin Ciocalteu, se agitó brevemente. Transcurridos 3 minutos se añadió 1 mL de Na₂CO₃ saturado (20%). Finalmente, se adicionaron 1.5 mL de agua bidestilada y se dejó reposar en oscuridad durante 90 minutos. Transcurrido este tiempo se midió la absorbancia de la muestra a 725nm para determinar los taninos solubles. La curva de calibrado se realizó utilizando diferentes concentraciones de ácido gálico en etanol al 96%. La concentración se expresó como gramos de ácido gálico por 100 g en base seca. La extracción se realizó por triplicado.

3.4. ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial fue llevado a cabo con 85 consumidores, estudiantes y personal docente de la Universitat Politècnica de València. Las muestras, astringentes (A) y las no astringentes (NA) secadas a 40°C y a 60°C, fueron analizadas por los consumidores en un laboratorio de análisis sensorial equipado con cabinas individuales. Cada consumidor probó las cuatro muestras que les fueron presentadas aleatoriamente con números de tres dígitos designados al azar. Se proporcionó agua y pan para poder matizar el sabor después de cada muestra.

3.4.1. Test de aceptabilidad

El test de aceptación de los consumidores fue evaluado utilizando una escala hedónica donde 1 equivalía a “no me gusta nada” y 9, “me gusta mucho”. Para cada muestra de caqui deshidratado, los consumidores evaluaron la apariencia, la textura, el sabor y la aceptabilidad global. Esta metodología se siguió de acuerdo con la norma *International Standard ISO / FDIS 11136:2014 (E)*.

3.4.2. Cuestionario CATA

Para cada muestra deshidratada, se pidió a los consumidores que contestaran a un cuestionario CATA (“Check All That Apply”) en el que se incluían 20 atributos a tener en cuenta: color intenso, color pardo, color apagado, sabor astringente, sabor desagradable, sabor intenso, sabor dulce, textura blanda, textura dura, textura gomosa, textura desagradable, fácil de masticar, se pega en dientes, nutritivo, calórico, saludable, lo tomaría como *snack*, lo tomaría en el desayuno o la merienda, lo compraría y no lo compraría. Dichos atributos fueron previamente seleccionados basándose en las investigaciones realizadas en productos con características similares (Borreani, Hernando, Salvador, & Quiles, 2017; Castelló, Heredia, Domínguez, Ortolá, & Tarrazó, 2011; Chen et al., 2016; Hernández-Carrión, Varela, Hernando, Fiszman, & Quiles, 2015; Jaeger et al., 2015; Molina, 2016). La instrucción que se le dio a los consumidores fue: marca todas las casillas que representen a la muestra.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de los datos obtenidos se realizó mediante el programa XLSTAT, software estadístico (Addinsoft, New York, NY, USA).

Para la caracterización de las muestras frescas se aplicó el análisis de varianza unidireccional (ANOVA simple) y para la caracterización de las muestras deshidratadas, se aplicó un análisis multifactorial con dos factores, tipo de muestra (A y NA) y tratamiento de secado (SAC40 y SAC60). Las diferencias significativas se calcularon mediante la prueba de Tukey (HSD) con un intervalo de confianza del 95% ($p < 0.05$)

En la determinación de taninos solubles se aplicó un análisis de varianza multifactorial con dos factores para estudiar las diferencias entre el tipo de muestra (A y NA) y tratamiento aplicado (Fresca, SAC40 y SAC60). Las diferencias significativas se calcularon mediante la prueba de Tukey (HSD) con un intervalo de confianza del 95% ($p < 0.05$).

En el test de aceptación del consumidor, se aplicó un análisis unidireccional de varianza (ANOVA). Las diferencias significativas fueron calculadas mediante la prueba de Tukey (HSD) con un intervalo de confianza del 95% ($p < 0.05$). Para evaluar la frecuencia de mención de cada atributo del cuestionario CATA se contó el número de consumidores que seleccionaron un atributo específico para describir cada muestra. La prueba Q de Cochran se llevó a cabo para identificar las diferencias significativas entre las muestras para cada uno de los términos sensoriales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PROPIEDADES FÍSICAS

4.1.1. Caracterización de las muestras frescas

Tras analizar la humedad, actividad del agua, °Brix, fuerza máxima ($F_{\text{máx}}$) y área de las muestras frescas, se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Resultados obtenidos para los parámetros físicoquímicos y mecánicos de las muestras frescas astringentes y no astringentes. A= astringente; NA= no astringente

	Humedad (g agua /100 g muestra)	a_w	°Brix	$F_{\text{máx}}$ (N)	Área (N/mm)
A	80,4 ^a (0,2)	0,978 ^a (0,005)	18 ^a (1)	1,3 ^a (0,3)	0,07 ^a (0,02)
NA	80,2 ^a (0,1)	0,977 ^a (0,001)	16 ^b (1)	0,9 ^b (0,2)	0,07 ^a (0,02)

Las letras ^a y ^b hacen referencia al análisis estadístico múltiple de acuerdo con Tukey HSD. Las columnas con valores distintos indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Se puede observar como los parámetros de humedad y actividad de agua no presentaron diferencias significativas respecto al tipo de muestra ($p > 0.05$). Sin embargo, en los °Brix sí que se observaron diferencias significativas entre las muestras astringentes y las no astringentes ($p < 0.05$). Existe una reducción de los sólidos solubles que está relacionada con la pérdida de astringencia ya que la medición de sólidos solubles totales incluye los taninos solubles causantes de esta característica (Arnal & Del Río, 2003).

En cuanto a las propiedades mecánicas, se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los dos tipos de muestra para $F_{\text{máx}}$. Las muestras astringentes presentaron mayor $F_{\text{máx}}$ que las muestras no astringentes. Esto puede relacionarse con el tratamiento de desastringencia que se le aplica a la muestra. Al aplicar el tratamiento con CO_2 , se pierde un poco de firmeza ya que la pulpa sufre un pequeño daño celular. Este efecto también ha sido observado en estudios llevados a cabo por otros autores (Harima et al., 2003; Mohammadi, Kheiralipour, & Ghasemi-Varnamkhasti, 2015; Salvador et al., 2007). Para el parámetro de área, relacionada con la energía necesaria para deformar la muestra, no se observaron diferencias significativas entre las muestras ($p > 0.05$).

En lo que respecta a los parámetros de color (Figura 8), no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la luminosidad (L^*) entre ambos tipos de muestra. Se obtuvieron valores de luminosidad de 61 ± 4 para las muestras astringentes y 62 ± 3 para las muestras no astringentes. Para los parámetros de tono (h_{ab}^*) y croma (C_{ab}^*) hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las muestras. En el caso del parámetro tono (h_{ab}^*), las muestras no astringentes mostraron un incremento del tono virando hacia colores menos anaranjados, mientras que las muestras astringentes presentaron tonalidades más anaranjadas (Figura 8a). Para el parámetro croma (C_{ab}^*), se pudo observar un incremento en las muestras astringentes con respecto a las no astringentes lo que indicó una mayor pureza de color en las muestras astringentes (Figura 8b).

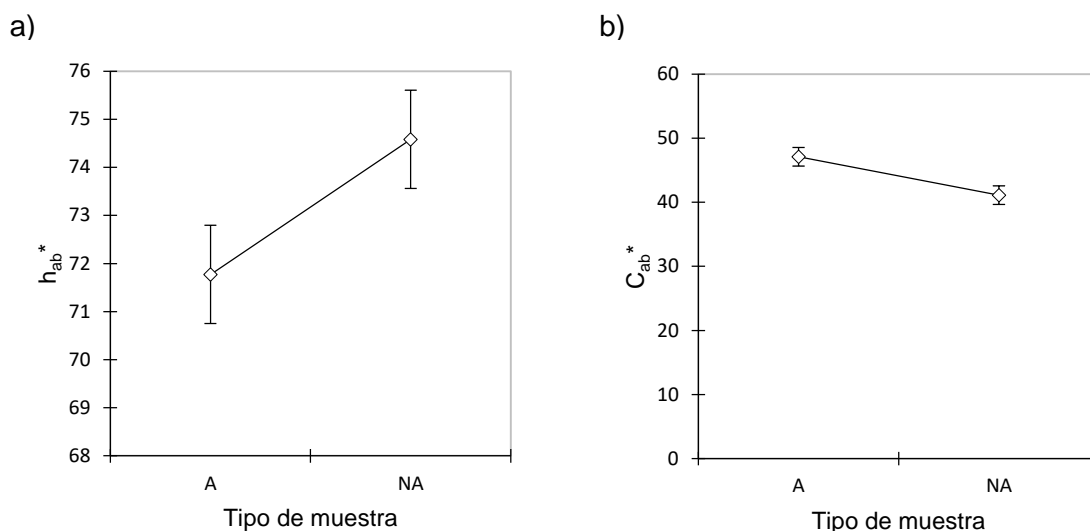


Figura 8: Gráfico de medias con los intervalos de Tukey HSD de las muestras astringentes (A) y no astringentes (NA) frescas. a) Valores medios para h_{ab}^* de acuerdo con el tipo de muestra; b) valores medios para C_{ab}^* de acuerdo con el tipo de muestra.

4.1.2. Caracterización de las muestras deshidratadas

En la figura 9, se observa la imagen de las muestras deshidratadas obtenidas tras los tratamientos de secado a 40° y 60°C. A partir de estas muestras se realizaron las determinaciones analíticas para su caracterización. Posteriormente, también fueron presentadas a los consumidores para el análisis sensorial.

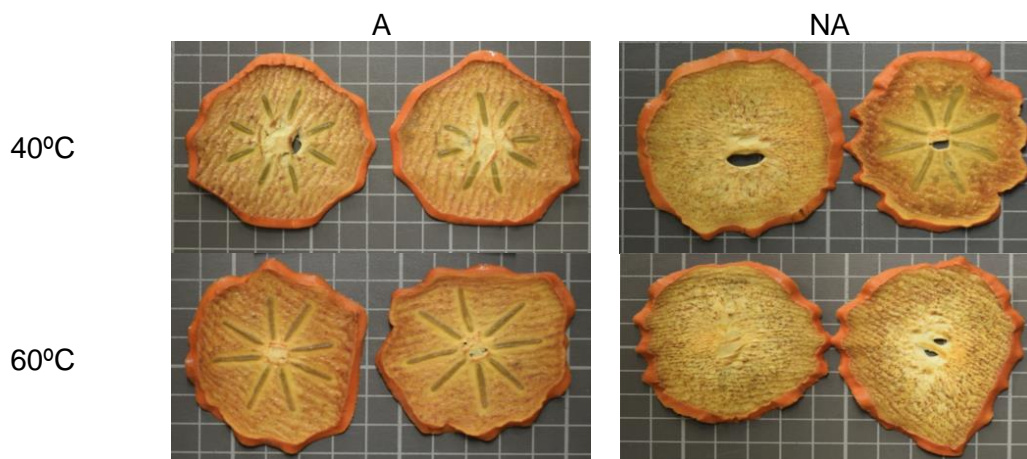


Figura 9: Imágenes de las rodajas pertenecientes a las muestras deshidratadas astringentes (A) y no astringentes (NA), secadas a 40° y 60°C.

Las muestras A y NA deshidratadas a 40 y 60° C durante 23 y 9 horas respectivamente, alcanzaron una humedad final de 15 ± 3 g de agua/100 g de producto y con una actividad de agua alrededor de 0.600. La baja actividad de agua inhibe el crecimiento de la mayoría de las bacterias, levaduras y mohos, la reducción de las reacciones de oxidación y enzimáticas, por lo tanto, favorece al aumento de la vida útil de los productos (Bourdoux et al., 2016).

En cuanto a los parámetros de textura obtenidos, no hubo interacciones entre los factores tipo de muestra y tratamiento de secado para el parámetro de F_{\max} , solo tuvo efecto significativo ($p < 0.05$) el factor tipo de muestra (Figura 10a). Tal y como ocurrió con las muestras frescas, las muestras deshidratadas astringentes presentaron mayor F_{\max} , ya que inicialmente las muestras frescas no astringentes presentaron una disminución de la F_{\max} causado por el tratamiento de desastringencia. Para el parámetro del área (Figura 10b), tampoco hubo interacción entre los factores tipo de muestra y tratamiento de secado, solo el factor del tratamiento de secado tuvo efecto significativo ($p < 0.05$). Las muestras deshidratadas sometidas al tratamiento a 60°C presentaron mayor área que las tratadas a 40°C .

Las muestras deshidratadas presentaron valores finales de F_{\max} entre 10,76 y 14,47 N y entre 0,14 y 0,23 N/mm para el área. En comparación con las muestras frescas, se observó que las muestras deshidratadas presentaron valores más altos en los parámetros de textura, que se atribuyen a la pérdida de agua causada por el tratamiento de secado (Chung et al., 2017).

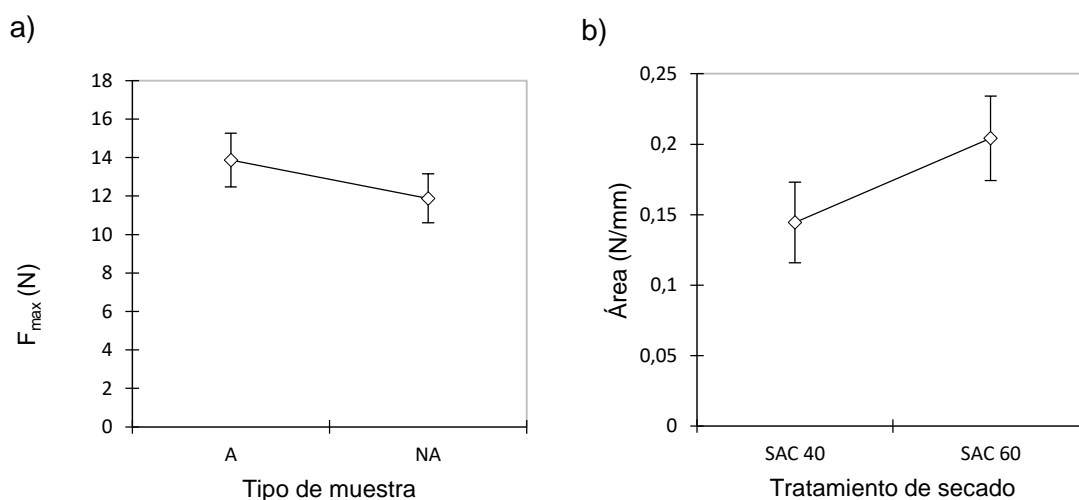


Figura 10: Gráfico de medias con los intervalos de Tukey HSD de las muestras astringentes (A) y no astringentes (NA) deshidratadas a 40°C (SAC40) y 60°C (SAC60). a) Valores medios para F_{\max} de acuerdo con el factor de tipo de muestra; b) Valores medios para el área de acuerdo con el factor de tratamiento de secado.

Con respecto a los parámetros de color, no hubo interacciones entre los factores tipo de muestra y tratamiento de secado para el parámetro de luminosidad (L^*) de las muestras deshidratadas, sin embargo, se observó un efecto significativo ($p < 0.05$) para el tipo de muestra y para el tratamiento de secado respectivamente (Figura 11a y 11b). En el caso de las muestras astringentes, presentaron mayor luminosidad (L^*) que las no astringentes. Las muestras deshidratadas a 60°C presentaron menor luminosidad (L^*) que las muestras deshidratadas a 40°C .

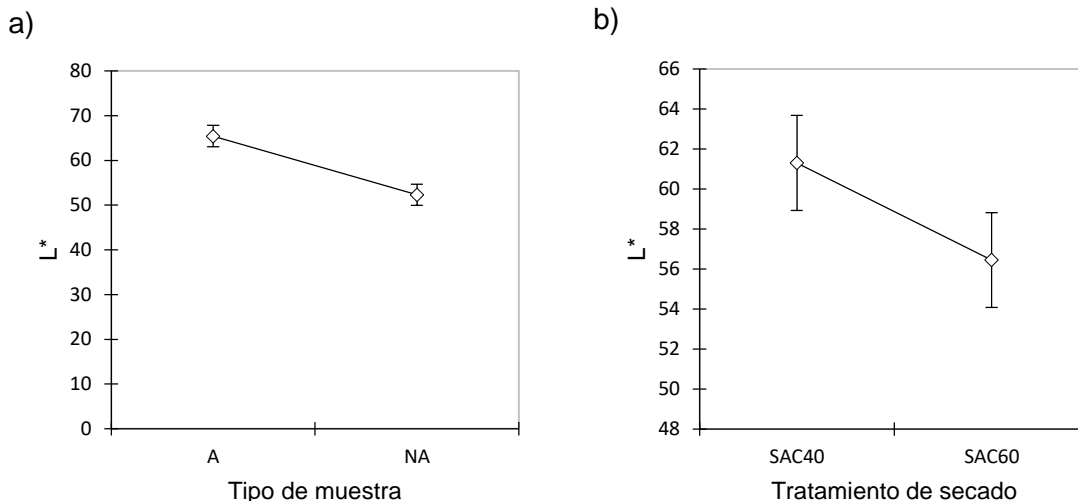


Figura 11: Gráfico de las medias con los intervalos de Tukey HSD de las muestras astringentes (A) y no astringentes (NA) deshidratadas a 40° (SAC40) y 60°C (SAC60). a) Valores medios para L^* de acuerdo con el factor tipo de muestra; b) Valores medios para L^* de acuerdo con el tratamiento de secado.

Por otra parte, los valores del tono (h_{ab}^*) no presentaron interacción entre los factores tipo de muestra y tratamiento de secado, y no se observaron diferencias significativas entre las muestras ($p > 0.05$) (Figura 12). Al comparar con las muestras frescas (Figura 8a), estas presentaron una mayor tonalidad respecto a las muestras deshidratadas (Figura 12). La disminución del tono para las muestras deshidratadas se asocia con el cambio de color que sufren las muestras al ser calentadas, virando a tonos más anaranjados.

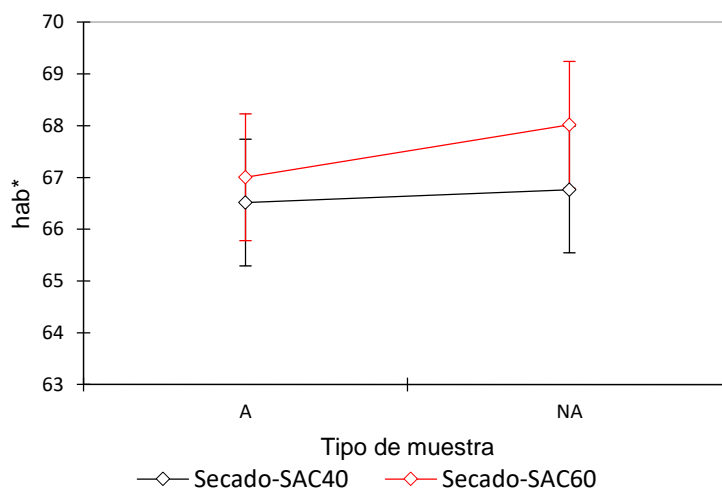


Figura 12: Interacción entre el tipo de muestra y el tratamiento de secado de las muestras astringentes (A) y no astringentes (NA) deshidratadas a 40 (SAC40) y 60°C (SAC60) para el parámetro de h_{ab}^* .

Finalmente, el parámetro de croma (C_{ab}^*) mostró interacción entre los factores tipo de muestra y tratamiento de secado, indicando diferencias significativas entre las muestras ($p < 0.05$). Se puede observar cómo las muestras no astringentes deshidratadas a 60°C presentaron una disminución del croma respecto a las muestras astringentes secadas a 40°C (Figura 13). Al compararlas con las muestras frescas (Figura 8b), se observó una disminución en los valores de C_{ab}^* lo que dio lugar a una disminución en la pureza del color.

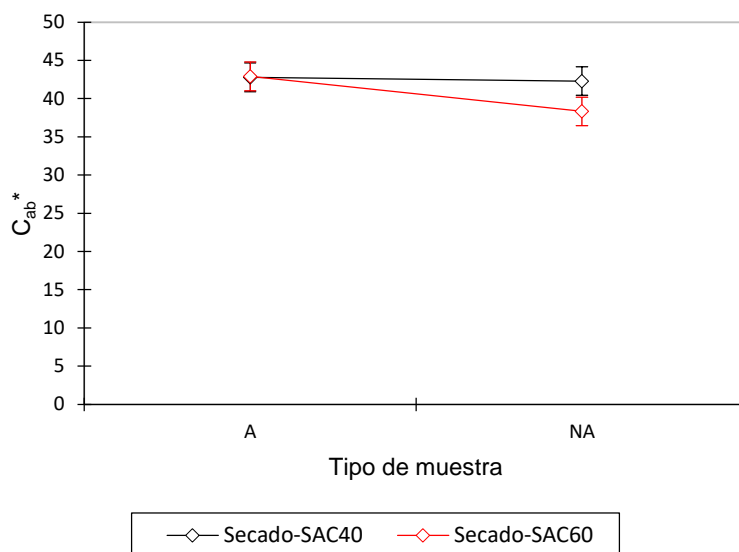


Figura 13: Interacción entre el tipo de muestra y el tratamiento de secado de las muestras astringentes (A) y no astringentes (NA) deshidratadas a 40° (SAC40) y 60°C (SAC60) para el parámetro C_{ab}^* .

Varios autores también han podido observar estos cambios de color en diferentes frutas, incluido el género persimmon (Akyildiz, Zorlugenc, Benli, Aksay, & Fenercioglu, 2008; Kim, Kim, Song, Seo, & Song, 2009). El desarrollo de estos cambios en el color podría ser resultado de las reacciones de pardeamiento no enzimático (Krokida, Maroulis, & Saravacos, 2001).

4.1.3. Translucidez de las muestras

La figura 14 muestra el espectro de distribución del índice de Kubelka-Munk (ratio K/S) para las muestras frescas y deshidratadas, astringentes y no astringentes. Cuanto mayor es el ratio, mayor es el valor de translucidez que presentan las muestras (Moraga, Talens, Moraga, & Martínez-Navarrete, 2011). Al comparar las muestras frescas astringentes con las no astringentes, no se observan diferencias, obteniendo valores de translucidez muy similares. Si comparamos las muestras frescas con las deshidratadas se observa que las secadas a 60°C presentaron mayor translucidez que las muestras deshidratadas a 40°C, por lo tanto, cuanto mayor es la temperatura de secado mayor es la translucidez de las muestras. A pesar de las diferencias encontradas entre las muestras deshidratadas y las muestras frescas se observó que los valores de K/S que se obtuvieron no fueron muy elevados. La teoría de Kubelka-Munk describe la habilidad de los materiales para transmitir la luz dependiendo de las propiedades de dispersión (S) y de absorción (K). Valores bajos de K/S implican que un mayor porcentaje de luz es dispersada por las muestras, indicando que las rodajas de persimmon tienen estructuras compactas y por lo tanto, presentan cierto grado de opacidad (Agudelo, Igual, Talens, & Martínez-Navarrete, 2015). Resultados similares fueron obtenidos por Agudelo et al., (2015) en chips de cocona.

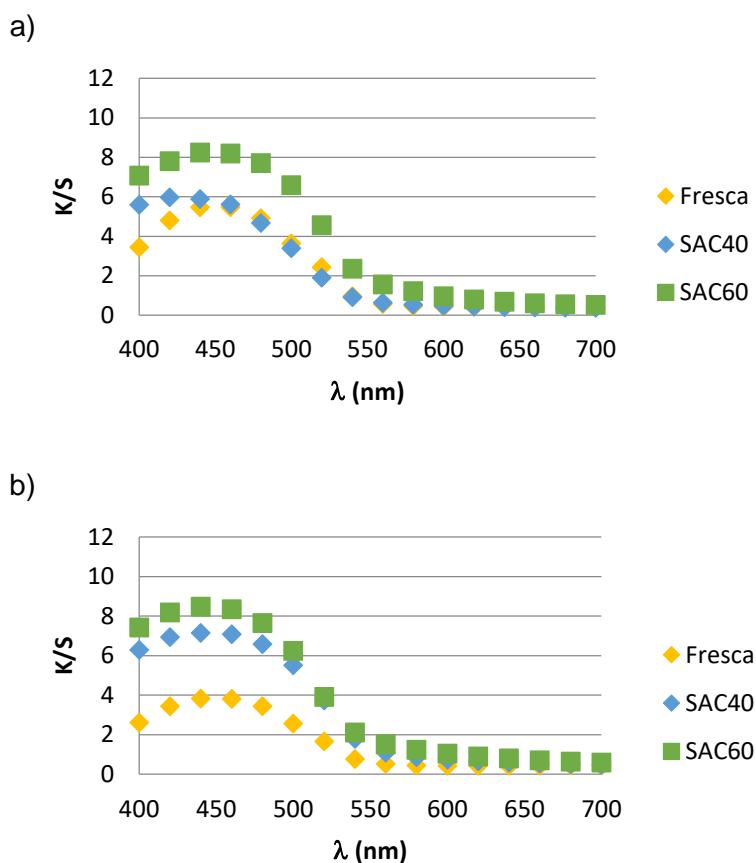


Figura 14: Distribución del espectro del índice de Kubelka-Munk (ratio K/S) de las muestras frescas y deshidratadas a 40° (SAC40) y 60°C (SAC60); a) muestras astringentes) y b) muestras no astringentes.

4.2. CONTENIDO EN TANINOS SOLUBLES

En la tabla 3 se muestra el contenido en taninos solubles totales obtenido para las muestras frescas y deshidratadas a 40 y 60 °C.

Tabla 3: Contenido en taninos solubles totales para las muestras astringentes (A) y no astringentes (NA), frescas y deshidratadas a 40° (SAC40) y a 60°C (SAC60).

	Tipo	Taninos solubles totales (g/100g b.s)
A	Fresca	0,71 ^a (0,06)
	SAC 40	0,35 ^b (0,07)
	SAC 60	0,33 ^b (0,02)
NA	Fresca	0,168 ^c (0,007)
	SAC 40	0,099 ^d (0,007)
	SAC 60	0,102 ^d (0,006)

*Las medias, en la misma columna, con la letra correspondiente a las diferencias significativas de acuerdo con el test de Tukey HSD. Los números entre paréntesis representan las desviaciones estándar.

En las muestras frescas, se observó una reducción en el contenido de taninos solubles de las muestras no astringentes si las comparamos con las astringentes. Esto es debido al tratamiento con CO₂ que es aplicado a dichas muestras para eliminar la astringencia, lo que causa una transformación de los taninos solubles a su forma insoluble (Pérez-Burillo et al., 2018).

Tras el tratamiento de secado a 40°C y 60°C se observó una disminución ($p < 0.05$) en el contenido de taninos solubles con respecto a las muestras frescas sin presentar diferencias significativas entre los tratamientos de secado ($p > 0.05$). Al igual que también ocurrió con las muestras frescas, las muestras deshidratadas no astringentes, presentaron un menor contenido de taninos solubles con respecto a las muestras deshidratadas que procedían de caqui astringente. Los resultados de numerosos estudios demuestran que existen pérdidas en compuestos bioactivos de las muestras al ser estas sometidas a tratamientos térmicos. Esta reducción o pérdida se puede relacionar con la degradación térmica de compuestos fitoquímicos (Karaman et al., 2014) o con la transformación de los taninos de su forma soluble a insoluble (Senica et al., 2016).

Por tanto, los tratamientos de secado utilizados en este estudio contribuyen a la disminución de la astringencia por la transformación de los taninos solubles a su forma insoluble.

4.3. ANÁLISIS SENSORIAL

4.3.1. Test de aceptabilidad

La figura 15 representa los resultados obtenidos en el test de aceptabilidad por parte de los consumidores para las muestras A y NA, deshidratadas a 40° y 60°. Los atributos estudiados fueron apariencia, sabor, textura y aceptabilidad global.

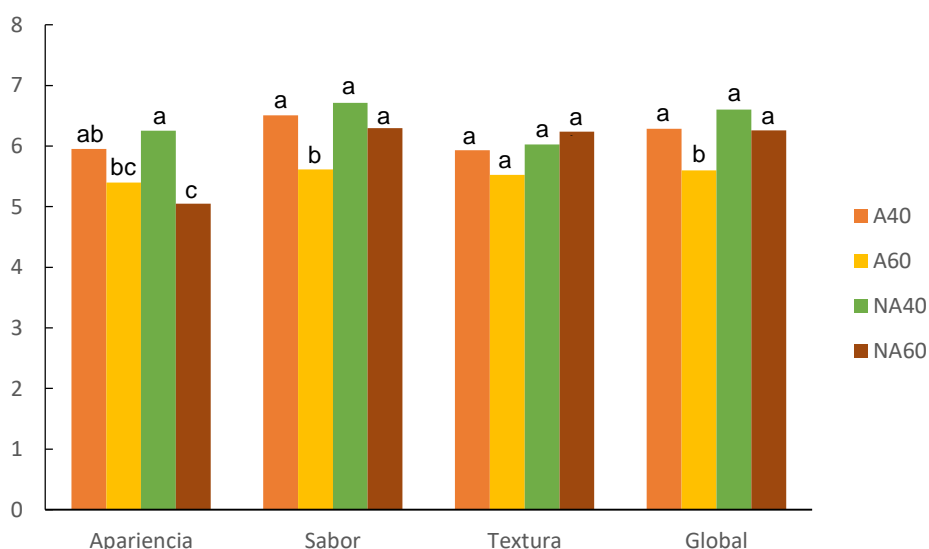


Figura 15: Aceptabilidad para apariencia, sabor, textura y global de las muestras deshidratadas a 40° y 60°. Las letras indican las diferencias significativas obtenidas mediante el test de Tukey HSD. A40: muestras astringentes deshidratadas a 40°C; A60: muestras astringentes deshidratadas a 60°C; NA40: muestras no astringentes deshidratadas a 40°C; NA60: muestras no astringentes deshidratadas a 60°C.

Para el atributo apariencia, se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en las muestras analizadas. Se observó una mayor aceptabilidad en la apariencia de las muestras A40 y NA40 y una aceptabilidad menor en las muestras A60 y NA60. La percepción de la apariencia por parte de los consumidores podría estar relacionada con los valores de L^* y translucidez obtenidos en las muestras deshidratadas (Figura 11 y Figura 14), ya que las muestras deshidratadas a 40°C presentaron mayor L^* y menor translucidez que las muestras deshidratadas a 60°C.

Para el atributo de sabor solo las muestras A60 presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) con menor aceptabilidad en comparación con el resto de las muestras. Respecto al atributo de textura, todas las muestras fueron aceptadas por igual. Al relacionar estos datos con los parámetros mecánicos obtenidos a partir del análisis instrumental de las muestras (Figura 10), se observó que a pesar de existir diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las muestras, los consumidores no detectaron estas diferencias.

La aceptabilidad global siguió la misma tendencia que la percepción de sabor de las muestras, presentando únicamente diferencias significativas ($p < 0.05$) las muestras A60, que fueron las que menos gustaron al consumidor.

4.3.2. Diferencias entre muestras descritas por el cuestionario CATA

La prueba no paramétrica de Cochran encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) en 3 de los 20 atributos CATA que fueron analizados (Tabla 5). Esto demostró que los consumidores no encontraron grandes diferencias entre las muestras presentadas, pero la frecuencia de mención de los distintos atributos presentados dio información acerca de las muestras.

Tabla 4: Frecuencia de mención de los términos CATA analizados y su p-valor en el test Q-Cochran para las diferencias entre las muestras deshidratadas a 40°C y 60°C. A40: muestras astringentes deshidratadas a 40°C; A60: muestras astringentes deshidratadas a 60°C; NA40: muestras no astringentes deshidratadas a 40°C; NA60: muestras no astringentes deshidratadas a 60°C

*Atributos que presentan diferencias significativas de acuerdo con el test de Cochran.

Atributos	p-value (Cochran)	Frecuencia de mención			
		A40	A60	NA40	NA60
Color intenso	0,120	27	19	23	15
Color pardo	0,384	23	25	27	32
Color apagado	0,124	18	20	16	28
Astringente	< 0,0001*	23	19	6	6
Sabor desagradable	0,195	6	9	5	2
Sabor intenso	0,997	17	16	17	18
Dulce	0,070	50	43	59	50
Blando	0,127	37	34	39	27
Duro	0,028*	10	13	7	20
Gomoso	0,749	27	33	28	30
Fácil de masticar	0,081	44	34	50	44
Pega en dientes	0,509	30	29	22	25
Textura desagradable	0,199	16	11	13	7
Nutritivo	0,678	34	38	37	33
Calórico	0,816	4	5	6	4
Saludable	0,393	41	42	49	46
Snack	0,127	39	42	51	39
Desayu/merien	0,530	20	21	25	26
Compra si	0,045*	40	35	51	47
Compra no	0,067	42	46	31	35

En los atributos de color se observó mayor frecuencia de mención para los atributos de “color pardo” y “color apagado” en las muestras secadas a 60°C. Esto pudo estar relacionado con los parámetros de color en los que las muestras deshidratadas a 60°C presentaron menor L^* (Figura 11).

En relación con los atributos relacionados con el sabor, “dulce” fue el atributo que más frecuencia de mención recibió mientras que el atributo de “sabor desagradable” tuvo una baja frecuencia de mención. Por el contrario, para el atributo “astringente” se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las muestras. Los consumidores detectaron menor astringencia en las muestras no astringentes deshidratadas a 40° y 60° que, en las muestras astringentes, aunque se observó que la frecuencia de mención no fue muy elevada. Los consumidores notaron menos la astringencia en las muestras astringentes que habían sido deshidratadas a mayor temperatura (60°C). Estos resultados están relacionados con el contenido en taninos solubles y su transformación a forma insoluble durante el proceso de secado donde las muestras no astringentes mostraron menor contenido.

La figura 16 muestra la relación existente entre la frecuencia de mención de “astringente” y el contenido en taninos solubles. El coeficiente de correlación (R^2) que se obtuvo fue de 0,980 lo que indica que existe una correlación positiva y por lo tanto una dependencia entre el contenido de taninos solubles y la frecuencia de mención del atributo astringencia determinada por los consumidores.

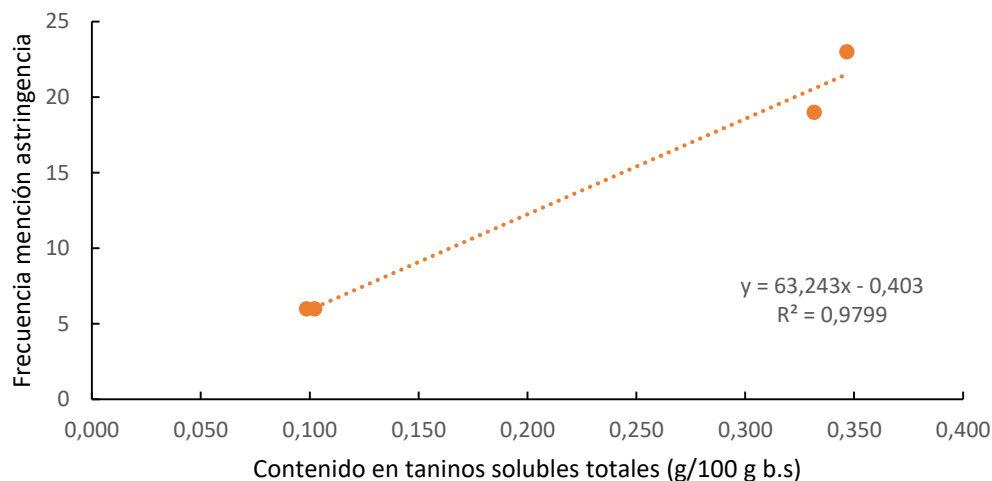


Figura 16: Correlación entre la frecuencia de mención del atributo astringente y el contenido de taninos solubles totales en las muestras deshidratadas astringentes y no astringentes.

Para los atributos relacionados con la textura de las muestras deshidratadas, “blando” y “fácil de masticar” fueron los atributos con más frecuencia de mención en todas las muestras. Por otro lado, alrededor de un 35% de los consumidores consideraron que las muestras presentaban carácter “gomoso” mientras que un 31% consideraron que las muestras se “pegaban en los dientes”. Al igual que ocurrió con el atributo “sabor desagradable”, no se vio una frecuencia de mención elevada para el atributo “textura desagradable”. En cuanto al atributo “duro” se pudo observar que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) ya que la frecuencia de mención en las muestras deshidratadas a 60°C fue más elevada.

En general, los consumidores consideraron las muestras como “nutritivas” y “saludables” al mostrar una alta frecuencia de mención. También se observó que un 50% los consumidores considerarían consumir este producto como “snack” y que aproximadamente un 27% de los consumidores lo consumiría como “desayuno o merienda”. Finalmente, se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en para el atributo “compra sí” indicando que los consumidores sí comprarían este tipo de productos, siendo la muestra NA40 y NA60 las que más frecuencia de mención presentaron.

5. CONCLUSIÓN

El tratamiento de secado con aire caliente aplicado en este estudio es una alternativa útil para desarrollar un *snack* de caqui deshidratado listo para su consumo. El secado por aire caliente dio lugar a un tono más anaranjado y un aumento en la translucidez de las muestras, más intenso al emplear mayor temperatura. Además, redujo el contenido en taninos solubles causantes de la sensación de astringencia.

Desde el punto de vista de los consumidores, las muestras fueron descritas como nutritivas y como un producto saludable que estarían dispuestos a comprar. A pesar de que existe una disminución en el contenido de taninos solubles gracias al tratamiento de secado, las muestras no astringentes tuvieron más aceptación por parte de los consumidores y las muestras secadas a 40°C obtuvieron mejores resultados. Por lo tanto, las rodajas de caqui deshidratadas utilizadas a partir de los destríos de caqui podrían ofrecerse como una alternativa más saludable. En definitiva, el tratamiento de secado a 40°C podría ser una alternativa para producir un *snack*. Esto permitiría el consumo de caqui durante el resto del año, reduciendo las pérdidas post-cosecha.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, C., Igual, M., Talens, P., & Martínez-Navarrete, N. (2015). Optical and mechanical properties of cocona chips as affected by the drying process. *Food and Bioproducts Processing*, 95, 192–199. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.05.009>
- AGROAMBIENT - GVA, 2020. Visto el 17 de enero de 2020 (http://www.agroambient.gva.es/es/informes-sector-agrario-anos-anteriores/-/asset_publisher/ue94sFDi22TF/content/informe-del-sector-agrario-valenciano-2019?redirect=http%3A%2F%2Fwww.agroambient.gva.es%2Fes%2Finformes-sector-agrario-anos-anteriores%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_ue94sFDi22TF%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)
- Akyildiz, A., Zorlugenc, F. K., Benli, H., Aksay, S., & Fenercioglu, H. (2008). Changes in color and total phenolic content of different cultivars of persimmon during dehydration. *International Journal of Food Engineering*, 4(7). <https://doi.org/10.2202/1556-3758.1199>
- Arnal, L., & Del Río, M. A. (2014). Quality of persimmon fruit cv. Rojo brillante during storage at different temperatures. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2(2), 243. <https://doi.org/10.5424/sjar/2004022-78>
- Arnal, L., & Del Río, M. A. (2003). Removing astringency by carbon dioxide and nitrogen-enriched atmospheres in persimmon fruit cv. “Rojo brillante.” *Journal of Food Science*, 68(4), 1516–1518. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb09676.x>
- Arnal, L., & Del Río, M. A. (2004). Effect of cold storage and removal astringency on quality of persimmon fruit (*Diospyros kaki*, L.) cv. Rojo brillante. *Food Science and Technology International*, 10(3), 179–185. <https://doi.org/10.1177/1082013204044824>
- Arroyo Uriarte, P., Mazquiaran Bergera, L., Rodríguez Alonso, P., Valero Gaspar, T., Ruiz Moreno, E., Ávila Torres, J. M., & Varela Moreiras, G. (2018). Informe del Estado de la Situación sobre “Frutas y Hortalizas: Nutrición y Salud en la España del S. XXI.” *Fundación Española de Nutrición (FEN)*, (1), 183.
- Bellini, E., & Giordani, E. (2005). Germplasm and breeding of persimmon in Europe. *Acta Horticulturae*, 685, 65–76.
- Borreani, J., Hernando, I., Salvador, A., & Quiles, A. (2017). New hydrocolloid-based emulsions for replacing fat in panna cottas: a structural and sensory study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(14), 4961–4968. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8373>
- Bourdoux, S., Li, D., Rajkovic, A., Devlieghere, F., & Uyttendaele, M. (2016). Performance of Drying Technologies to Ensure Microbial Safety of Dried Fruits and Vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(6), 1056–1066. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12224>
- Carbonell-Capella, J. M., Buniowska, M., Barba, F. J., Esteve, M. J., & Frígola, A. (2014). Analytical methods for determining bioavailability and bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(2), 155–171. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12049>
- Cárdenas Baquero, G. D., Arrazola Paternina, G., & Villalba Cadavid, M. (2016). Frutas tropicales: fuente de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos. *Ingenium Revista de La Facultad de Ingeniería*, 17(33), 29. <https://doi.org/10.21500/01247492.2152>
- Castelló, M. L., Heredia, A., Domínguez, E., Ortolá, M. D., & Tarrazó, J. (2011). Influence of thermal treatment and storage on astringency and quality of a

- spreadable product from persimmon fruit. *Food Chemistry*, 128(2), 323–329. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.023>
- Chen, J., Du, J., Ge, Z. zhen, Zhu, W., Nie, R., & Li, C. mei. (2016). Comparison of sensory and compositions of five selected persimmon cultivars (*Diospyros kaki* L.) and correlations between chemical components and processing characteristics. *Journal of Food Science and Technology*, 53(3), 1597–1607. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2102-y>
- Chung, H. S., Kim, D. H., Kim, H. S., Lee, Y. G., Seong, J. H., Youn, K. S., & Moon, K. D. (2017). Quality comparison of dried slices processed from whole persimmons treated with different destringency methods. *Food Science and Biotechnology*, 26(2), 401–407. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0055-9>
- Clementz, A., & Delmoro, J. (2011). Snacks Frutales. *Invenio: Revista de Investigación Académica*, (27), 153–163.
- Creus, E. V. A. G. (2004). *Compuestos fenólicos*. 23, 80–84.
- Daybelis, I., Valdés, F., Sahylin, M. S., Becerá, M., & I, C. A. G. P. (2015). Cinética de secado de fruta bomba (*Carica papaya* L., cv. Maradol Roja) mediante los métodos de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(1), 22–28.
- Doymaz, I. (2012). Evaluation of some thin-layer drying models of persimmon slices (*Diospyros kaki* L.). *Energy Conversion and Management*, 56, 199–205. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2011.11.027>
- Escorza, M. A. Q., & Salinas, J. V. C. (2009). La Capacidad Antioxidante Total. Bases Y Aplicaciones. *Revista de Educación Bioquímica*, 28(3), 89–101. Retrieved from <https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2009/reb093d.pdf>
- FAO, 2020. Visto el 17 de febrero de 2020 (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>)
- FAO, 2020. Visito el 25 de marzo de 2020 (<http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/es/>)
- FEN, 2018. Visito el 10 de enero de 2020
- Fraser, G. E., Sabate, J., Beeson, W. L., & Strahan, T. M. (1992). A Possible Protective Effect of Nut Consumption on Risk of Coronary Heart Disease: The Adventist Health Study. *Archives of Internal Medicine*, 152(7), 1416–1424. <https://doi.org/10.1001/archinte.1992.00400190054010>
- Giordani, E., Doumet, S., Nin, S., & Del Bubba, M. (2011). Selected primary and secondary metabolites in fresh persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.): A review of analytical methods and current knowledge of fruit composition and health benefits. *Food Research International*, 44(7), 1752–1767. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.036>
- Giovagnoli-Vicuña, C., Moraga, N. O., Briones-Labarca, V., & Pacheco-Pérez, P. (2017). Quality Assessment and Mathematical Modeling of Hot-Air Convective Drying of Persimmon (*Diospyros kaki* L.) Fruit. *International Journal of Food Engineering*, 13(7). <https://doi.org/10.1515/ijfe-2016-0333>
- Harima, S., Nakano, R., Yamauchi, S., Kitano, Y., Yamamoto, Y., Inaba, A., & Kubo, Y. (2003). Extending shelf-life of astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit by 1-MCP. *Postharvest Biology and Technology*, 29(3), 319–324. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(03\)00058-9](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(03)00058-9)
- Heras, R. M. Las. (2016). *Valorización del cultivo del caqui*. 221.
- Hernández-Carrión, M. (2014). Obtención de ingredientes funcionales para la formulación de alimentos enriquecidos con extractos vegetales. Influencia del tratamiento de conservación sobre algunos compuestos bioactivos. *Tesis Doctoral*.
- Hernández-Carrión, M., Varela, P., Hernando, I., Fiszman, S. M., & Quiles, A. (2015). Persimmon milkshakes with enhanced functionality: Understanding consumers' perception of the concept and sensory experience of a functional food. *LWT* -

- Food Science and Technology*, 62(1), 384–392.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.10.063>
- IVIA, 2020. Visitado el 23 de marzo de 2020 (<http://gipcaqui.ivia.es/citricultura-valenciana>)
- Jaeger, S. R., Beresford, M. K., Paisley, A. G., Antúnez, L., Vidal, L., Cadena, R. S., ... Ares, G. (2015). Check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization by consumers: Investigations into the number of terms used in CATA questions. *Food Quality and Preference*, 42, 154–164.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.02.003>
- Jesionkowska, K., Sijtsma, S., Simoneaux, R., Konopacka, D., & Plochanski, W. (2008). Preferences and consumption of dried fruit and dried fruit products among Dutch, French and Polish consumers. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 16, 261–274. Retrieved from <http://www.insad.pl/jofaop.html>
- Joffe, M., & Robertson, A. (2001). The potential contribution of increased vegetable and fruit consumption to health gain in the European Union. *Public Health Nutrition*, 4(4), 893–901. <https://doi.org/10.1079/phn2001126>
- KAKIfruit, 2020. Visitado el 23 de marzo de 2020 (<https://kakifruit.com>)
- Karaman, S., Toker, O. S., Çam, M., Hayta, M., Doğan, M., & Kayacier, A. (2014). Bioactive and Physicochemical Properties of Persimmon as Affected by Drying Methods. *Drying Technology*, 32(3), 258–267.
<https://doi.org/10.1080/07373937.2013.821480>
- Kim, M. H., Kim, K. S., Song, Y. B., Seo, W. J., & Song, K. Bin. (2009). Characteristics of apple, persimmon, and strawberry slices dried with maltodextrin. *Journal of Food Science and Nutrition*, 14(4), 367–372.
<https://doi.org/10.3746/jfn.2009.14.4.367>
- Krokida, M. K., Maroulis, Z. B., & Saravacos, G. D. (2001). The effect of the method of drying on the colour of dehydrated products. *International Journal of Food Science and Technology*, 36(1), 53–59. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2001.00426.x>
- Lewicki, P. P. (2006). Design of hot air drying for better foods. *Trends in Food Science and Technology*, 17(4), 153–163. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.10.012>
- Llácer, G., & Badenes, M. (2002). Persimmon production and market. *Options Mediterraneennes*, 51, 9–21.
- MAPA, 2020. Visitado el 25 de marzo de 2020 (https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-agroalimentaria/calidad-diferenciada/dop/frutas/DOP_Kaki.aspx)
- Lopes Vieites, R. (2009). Persimmon Tree. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34(3), 653–955.
- Mohammadi, V., Kheiralipour, K., & Ghasemi-Varnamkhasti, M. (2015). Detecting maturity of persimmon fruit based on image processing technique. *Scientia Horticulturae*, 184, 123–128. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.12.037>
- Molina, E. (2016). Análisis sensorial. 2011, 79.
- Moraga, G., Talens, P., Moraga, M. J., & Martínez-Navarrete, N. (2011). Implication of water activity and glass transition on the mechanical and optical properties of freeze-dried apple and banana slices. *Journal of Food Engineering*, 106(3), 212–219. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.05.009>
- Pérez-Burillo, S., Oliveras, M. J., Quesada, J., Rufián-Henares, J. A., & Pastoriza, S. (2018). Relationship between composition and bioactivity of persimmon and kiwifruit. *Food Research International*, 105(September 2017), 461–472.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.022>
- Persimmon, 2020. Visitado el 23 de marzo de 2020 (<https://persimmon.eu>)
- Romero, I., Díaz, V., & Aguirre, A. (2016). Fortalecimiento de la cadena de valor de los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada en El Salvador. *Cepal*, 1–114.
- Sabaté, J. (1999). Nut consumption, vegetarian diets, ischemic heart disease risk, and all- cause mortality: Evidence from epidemiologic studies. *American Journal of*

- Clinical Nutrition*, 70(3 SUPPL.), 500–503. <https://doi.org/10.1093/ajcn/70.3.500s>
- Salvador, A., Arnal, L., Besada, C., Larrea, V., Quiles, A., & Pérez-Munuera, I. (2007). Physiological and structural changes during ripening and deastringency treatment of persimmon fruit cv. “Rojo Brillante.” *Postharvest Biology and Technology*, 46(2), 181–188. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.05.003>
- Senica, M., Veberic, R., Grabnar, J. J., Stampar, F., & Jakopic, J. (2016). Selected chemical compounds in firm and mellow persimmon fruit before and after the drying process. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(9), 3140–3147. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7492>
- Talens, P., Martínez-Navarrete, N., Fito, P., & Chiralt, A. (2002). Changes in optical and mechanical properties during osmodehydrofreezing of kiwi fruit. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3(2), 191–199. [https://doi.org/10.1016/S1466-8564\(02\)00027-9](https://doi.org/10.1016/S1466-8564(02)00027-9)
- Tarigan, P. B. (2013). Incremento en la Producción de Caqui. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Tessmer, M. A., Besada, C., Hernando, I., Appezzato-da-Glória, B., Quiles, A., & Salvador, A. (2016). Microstructural changes while persimmon fruits mature and ripen. Comparison between astringent and non-astringent cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 120, 52–60. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.05.014>
- Vega Antonio. (2012). Deshidratados Y La Importancia Del Proceso. *Departamento de Ingeniería En Alimentos. Universidad de La Serena*, (January), 1.
- Viviant, V. (2007). Snacks saludables: una novedosa tendencia. *La Alimentación Latinoamericana*, 268, 58–61. Retrieved from www.nutricionyvidasana.com.ar
- WHO,2020. Visto el 15 de enero de 2020 (<https://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/index1.html>)
- WHO,2020. Visto el 15 de enero de 2020 (<https://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/>)
- Yaqub, S., Farooq, U., Shafi, A., Akram, K., Murtaza, M. A., Kausar, T., & Siddique, F. (2016). Chemistry and Functionality of Bioactive Compounds Present in Persimmon. *Journal of Chemistry*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/3424025>