



**Universitat de les
Illes Balears**

Facultad de Ciencias

Memoria del Trabajo de Final de Grado

Estudio de las características diferenciales de los albaricoques secos de Porreres

Laura Llull Maria

Grado de Química

Año académico 2018-19

Trabajo tutelado por María Carmen Rosselló Matas
Departamento de Química

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	X		X	

Palabras clave del trabajo: Albaricoque seco, variedad Canino, variedad Galta Vermella, caracterización físico-química

RESUMEN

España es el primer país de la cuenca mediterránea donde se inició el cultivo del albaricoquero y en Mallorca su producción se extendió al albaricoque seco. La Cooperativa Agrícola de Porreres es la zona con mayor producción de albaricoques secos de Baleares, siendo Canino y Galta Vermella las principales variedades de frutos que se deshidratan.

El objetivo del presente trabajo es realizar la caracterización físico-química de 13 muestras de albaricoque seco de Porreres, 8 de la variedad Canino y 5 de Galta Vermella, cultivadas y elaboradas por la Cooperativa Agrícola de Porreres. Asimismo, se utilizaron 7 muestras comerciales de otras zonas de elaboración para investigar la existencia de características diferenciales con las primeras; y poder apoyar una solicitud de una Indicación Geográfica Protegida (IGP).

Los parámetros fisicoquímicos seleccionados son: medidas dimensionales; parámetros colorimétricos; actividad del agua; humedad; pH; acidez; sólidos solubles; contenidos en carotenos, fibra y sulfitos.

Los resultados obtenidos se analizaron mediante métodos estadísticos univariados y multivariados, aplicando el Análisis de Componentes Principales (ACP).

Los albaricoques secos de Porreres difieren significativamente ($p < 0,05$) de los comerciales en la mayoría de los parámetros analizados, excepto en la distancia desde el pedúnculo, el espesor y el contenido en sólidos solubles. Cabe destacar que las mayores diferencias se observan en los parámetros colorimétricos, el contenido en carotenos y la acidez. Las muestras de Porreres son más luminosas ($L = 43 \pm 4$), con un color más saturado ($C = 39 \pm 6$) y un tono anaranjado más intenso ($H = 33 \pm 5$) que las comerciales ($L = 35 \pm 3$; $C = 22 \pm 2$ y $H = 22 \pm 2$, respectivamente). Además tienen una mayor acidez (8 ± 1 g ácido cítrico/100 g bs) y contenido en carotenos (16 ± 2 mg β -carotenos/100 g bs) que las comerciales ($2,4 \pm 0,6$ g ácido cítrico/100 g bs; 5 ± 1 mg β -carotenos/100 g bs, respectivamente).

Las muestras de Porreres presentan un valor medio de 784 ± 360 mg SO_2/Kg bh no superando el límite legal.

La aplicación del ACP sintetiza y reduce los datos obtenidos a un conjunto de componentes que son una combinación lineal de las variables originales. Realizado el análisis, el ACP muestra una diferenciación según la zona geográfica de procedencia de las muestras. El primer componente principal (CP1) diferencia las muestras de Porreres por su mayor acidez, contenido en carotenos, fibra alimentaria y tono anaranjado; y menor anchura.

ÍNDICE

Resumen.....	3
1. Introducción.....	5
1.1. El concepto de terroir.....	5
1.2. Productos de calidad diferenciada.....	5
1.3. Frutas, hortalizas y cereales frescos o transformados.....	6
1.3.1. Albaricoque seco de Porreres.....	6
1.3.1.1. Variedades.....	6
1.3.1.2. Elaboración.....	7
1.4. Análisis estadístico multivariante aplicado al análisis de datos experimentales.....	7
2. Objetivo.....	8
3. Materiales y métodos.....	9
3.1. Muestras.....	9
3.2. Nomenclatura.....	9
3.3. Caracterización morfológica.....	10
3.4. Caracterización física.....	10
3.4.1. Color.....	10
3.4.2. Actividad de agua.....	11
3.5. Caracterización química.....	11
3.5.1. Contenido en humedad.....	11
3.5.2. Acidez.....	11
3.5.3. pH.....	11
3.5.4. Contenido en sólidos solubles.....	12
3.5.5. Contenido en carotenoides totales.....	12
3.5.6. Contenido en dióxido de azufre.....	12
3.5.7. Residuo insoluble en alcohol.....	13
3.6. Tratamiento estadístico.....	13
3.6.1. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas.....	13
3.6.2. Análisis univariable.....	14
3.6.3. Análisis multivariable.....	14
3.7. Diseño experimental.....	14
3.7.1. Caracterización morfológica y físico-química del albaricoque seco de Porreres.....	14
3.7.2. Estudio de la diferenciación del albaricoque seco de Porreres.....	15
4. Resultados y discusión.....	15
4.1. Nomenclatura.....	15
4.2. Caracterización morfológica y físico-química del albaricoque seco de Porreres.....	16
4.3. Caracterización morfológica y físico-química del albaricoque seco de las muestras comerciales.....	17
4.4. Análisis estadístico.....	18
4.4.1. Estudio de la caracterización morfológica y físico-química del albaricoque seco de Porreres.....	18
4.4.2. Estudio de la diferenciación del albaricoque seco de Porreres.....	19
5. Conclusiones.....	29
6. Bibliografía.....	30

1. INTRODUCCIÓN

Prunus armeniaca L. más comúnmente conocido como albaricoque, es originario de las zonas templadas de Asia, Corea del Norte o Manchuria; aunque las primeras referencias sobre su cultivo se remontan al año 3.000 a.C. en China. Actualmente se produce en países como Turquía, Suiza, Grecia, Francia, Estados Unidos, Sudáfrica, Nueva Zelanda y España, siendo este último un importante productor. El albaricoquero tiene una importancia considerable en España, siendo la cuenca mediterránea donde se inició su cultivo (Fundación Española de Nutrición, FEN).

1.1. El concepto de terroir

El terroir ha sido reconocido como un factor importante de calidad y estilo del vino, especialmente en los viñedos europeos. Puede definirse como un ecosistema interactivo, vinculado a un lugar determinado, incluyendo el clima, el suelo y el método de cultivo (Van Leeuwen et al., 2004).

El albaricoque es una fruta que se cultiva en climas con estaciones bien diferenciadas. Las especies que crecen en estas condiciones han desarrollado mecanismos contra el impacto de bajas temperaturas y daños por heladas (Ruiz et al., 2007).

En cuanto al suelo, se cultiva en terrenos cálidos, secos, permeables, ligeros, profundos y arenosos, con suficiente aireación e insolación, no adaptándose a los suelos fuertes, fríos y húmedos. En éstos se producen frutos extraños, casi nulos y los pocos que se conservan son insípidos y se pudren con mayor rapidez (Estelrich, 1909). El pH óptimo de los suelos oscila entre 7,5 y 8,7 para este cultivo.

1.2. Productos de calidad diferenciada

Los alimentos con calidad diferenciada forman parte de la riqueza alimentaria balear y constituyen un patrimonio gastronómico que se encuentra ligado íntimamente a las islas, puesto que son el resultado de la combinación de historia, tradición y vinculación con el medio geográfico en el cual se producen o elaboran.

La calidad diferenciada se define como el conjunto de características peculiares y específicas de un alimento debidas al origen de las materias primas utilizadas y/o a los procedimientos de elaboración. Estos productos están regulados por la normativa de la Unión Europea (UE), que garantiza el cumplimiento de unos requisitos de calidad adicionales a los exigidos para el resto de productos convencionales. A los productos que cumplen con esos requisitos están inscritos en un registro de la UE y protegidos por derechos de propiedad intelectual (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). El Reglamento (CE) 1151/2012 del Parlamento y del Consejo, de 21 de noviembre de 2012, establece las definiciones de Denominación de Origen Protegida (DOP) y de Indicación Geográfica Protegida (IGP). Estas son las dos figuras de protección que se aplican a los productos agrícolas y alimenticios diferentes del vino y de las bebidas espirituosas.

Los productos de Denominación de Origen Protegida (DOP) son aquéllos cuya calidad o características se deben al medio geográfico con sus factores naturales y humanos, y cuya producción, transformación y elaboración se realizan siempre en esa zona geográfica. Los productos con una Indicación Geográfica Protegida (IGP) poseen alguna cualidad determinada o reputación u otra característica que pueda atribuirse a un origen geográfico y cuya producción, transformación o elaboración se realiza en la zona geográfica delimitada de la que toma su nombre.

1.3. Frutas, hortalizas y cereales frescos o transformados

Actualmente, la Comisión Europea (DOOR “Database Of Origin & Registration”, 2018) en la categoría “Frutas, hortalizas y cereales frescos o transformados” reconoce con distintivos de calidad los alimentos deshidratados mostrados en la Tabla 1. Se han incluido las características diferenciales de calidad (físico químicas y/o sensoriales) en los que se ha basado el reconocimiento de su calidad.

Tabla 1. Parámetros característicos de alimentos deshidratados amparados con IGP/DOP (Base de datos: DOOR)

Nombre	Año	Origen	Variiedad	Parámetro 1	Parámetro 2
Lenticchia di Altamura	2017	Italia	Lentejas Laird y Eston	Humedad menor o igual a 13%	Contenido en proteínas mayor a 23%
Malatya Kayisisi	2017	Turquía	Albaricoques Hacihaliloglu	Humedad de 25% como mínimo	Forma ovalada y con pulpa muy gruesa
Ail violet de Cadours	2017	Francia	Ajos Germidouy y Valdour	Calibre superior o igual a 45 mm	Bulbo con forma regular y redonda
Aydin Inciri	2016	Turquía	Higos Sarilop	Piel amarilla tirando del blanco, fina y flexible	Contenido mínimo de calcio de 120 mg
Latvijas Lielie Pelekie Zirni	2015	Letonia	Guisantes maculatum	Contenido en agua de menos de 14%	Contenido en lípidos entre 1,5 – 2%
Pöllauer Hirschbirne	2015	Austria	Peras Perry Hirschbirne	Piel café oscuro, cubierta con una característica floración azul grisácea pálida	Superficie muy arrugada y deformada irregularmente

1.3.1. Albaricoque seco de Porreres

El albaricoquero se introdujo en Mallorca hace más de 200 años y hasta el siglo XIX se cultivaba en régimen de secado y para consumo doméstico. En 1920 se extendió la elaboración de albaricoques secos, especialmente en la zona de Porreres (Rosselló et al., 2003).

1.3.1.1. Variedades

Las variedades de albaricoque son, normalmente, resultado de injertos. Se diferencian entre sí por su tamaño, forma y aroma, así como por su procedencia.

Entre las principales variedades que se deshidratan en Baleares cabe destacar (Rosselló et al., 2003):

- Galta vermella: fruto de tamaño entre mediano y grande. Su nombre se debe a que en el lado que le da el sol es de color rojo.
- Canino: forma ovalada, tamaño grande i piel anaranjada.

1.3.1.2. Elaboración

El proceso de elaboración tradicional se lleva a cabo en distintas etapas que incluye el secado al sol y una serie de pretratamientos encaminados a la obtención de un producto final de elevada calidad desde el punto de vista organoléptico y nutricional (Rosselló et al., 2003).

El proceso de elaboración consta de las siguientes etapas:

- Selección de la fruta a deshidratar, desechando así el albaricoque golpeado o de baja calidad. Una vez seleccionado el albaricoque, se lava el producto, se corta en dos mitades y se deshuesa.
- Pretratamiento. El pretratamiento realizado consiste en un proceso de sulfitación. Se colocan las muestras sobre un cañizo/bandeja de madera y se realiza el sulfitado por combustión.
- Secado por radiación solar directa (entre 3 y 6 días).
- Almacenamiento. El producto se envasa en film y se almacena a una temperatura controlada de 10°C.

1.4. **Análisis estadístico multivariante aplicado al análisis de datos experimentales**

El análisis estadístico multivariante se ha convertido en una poderosa herramienta para la investigación científica debido a que permite analizar conjuntamente un número elevado de variables. El método de análisis de componentes principales (ACP) es una técnica de reducción de la información disponible de un conjunto de elementos en los cuales se han valorado distintas variables.

Es una técnica estadística que permite transformar un conjunto de variables intercorrelacionadas con otro conjunto de variables no correlacionadas, denominados componentes principales o factores. El primer componente principal que se extrae es el que resume mejor la información contenida en la matriz de los datos original. El segundo es el que resume mejor la información restante, es decir el que, siendo independiente del primero, explica un porcentaje elevado de la varianza residual resultante. La secuencia puede continuar extrayendo factores hasta explicar la varianza total.

Mediante el análisis de componentes principales se pueden describir sintéticamente grandes masas de datos cuantitativos y comprender la estructura e interrelaciones existentes entre variables. También se pueden obtener indicios sintéticos de un fenómeno que se ha medido a través de múltiples variables o indicadores parciales.

Tabla 2. Estudios bibliográficos que utilizan ACP en Química de Alimentos

Estudio	Referencia
Caracterización fenotípica de cereza ácida	(Ganopoulos et al., 2016)
Caracterización fenotípica de <i>Elaeagnus Angustifolia</i>	(Ali Khadivi, 2018)
Variabilidad espacial del suelo y el árbol en un huerto de melocotones	(Oldoni et al., 2019)
Análisis de volátiles en los purés de papaya de cuatro cultivares costarricenses	(Lieb et al., 2018)
Evaluación de ácidos grasos y elementos inorgánicos de las alcaparras	(Mottese et al., 2018)
Caracterización del níspero común	(Khadivi et al., 2019)
Variabilidad morfológica entre tres especies del género <i>Ziziphus</i>	(Norouzi et al., 2017)
Desarrollo de modelos para la determinación no destructiva de las propiedades bioquímicas de la cáscara de la naranja Marsh	(Omoniyi Olarewaju et al., 2019)
Diferenciación genética de la calabaza de botella	(Mashilo et al., 2017)
Estimación de la vida útil de la lechuga fresca	(Derossi et al., 2016)

2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es el análisis de las características físicas y químicas de dos variedades de albaricoques secos (Canino y Galta Vermella) cultivados en Porreres y, si es posible, demostrar su diferenciación de otros semejantes y servir de base científica para una futura solicitud de denominación de calidad.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Muestras

Se han analizado dos tipos de muestras de albaricoques deshidratados: el albaricoque seco de Porreres (muestras autóctonas, cultivadas y elaboradas en el municipio de Porreres, Mallorca) y albaricoques deshidratados adquiridos en diferentes supermercados de Mallorca (muestras comerciales). Todas ellas se mantuvieron en sus respectivos envases plásticos de aproximadamente 200 g a 4°C para su conservación hasta su análisis, un máximo de 15 días.

La cooperativa Agrícola de Porreres seleccionó y suministró directamente a los laboratorios de la UIB, las muestras de albaricoque seco de Porreres de dos variedades: Canino y Galta Vermella, representativas de su producción. En total, entre las campañas de 2017 y 2018, se analizaron:

- 8 muestras de albaricoque deshidratado de la variedad Canino
- 5 muestras de albaricoque deshidratado de la variedad Galta Vermella.

Con el objetivo de evaluar la existencia de posibles diferencias físico-químicas entre el albaricoque seco de Porreres y albaricoque seco elaborado en otras zonas geográficas, se analizaron también 7 muestras de albaricoque seco de otras regiones, 5 de ellas provenientes de Turquía, primer productor de albaricoques deshidratados del mundo y único país que dispone de una IGP para este producto.

3.2. Nomenclatura

En la Tabla 3 se presenta la nomenclatura utilizada en el estudio para describir las muestras y su variedad. Asimismo, en la Tabla 4 se presenta la nomenclatura utilizada para identificar las muestras comerciales, y su procedencia si dicha información estaba incluida en la etiqueta.

Tabla 3. Nomenclatura utilizada para las muestras de Porreres.

Nomenclatura	Variedad
C1	Canino
C2	Canino
C3	Canino
C4	Canino
C5	Canino
C6	Canino
C7	Canino
C8	Canino
G1	Galta Vermella
G2	Galta Vermella
G3	Galta Vermella
G4	Galta Vermella
G5	Galta Vermella

Tabla 4. Nomenclatura utilizada y origen de las muestras comerciales.

Nomenclatura	Origen
CT1	Turquía
CT2	Turquía
CT3	Turquía
CT4	Turquía
CT5	Turquía
CT6	Sin especificar
CT7	Sin especificar

3.3. Caracterización morfológica

Con el objeto de caracterizar morfológicamente las muestras, se midieron las dimensiones de los albaricoques secos con un pie de rey sobre la superficie plana asimilando esta superficie a un círculo o elipse. Se determinaron dos distancias, D1, desde el pedúnculo dividiendo la pieza en dos mitades simétricas y D2, distancia máxima perpendicular a D1 (ver Figura 1). Asimismo, se determinó el espesor de la pieza. Las medidas se llevaron a cabo sobre unos 100 g de muestra (12-28 piezas diferentes de cada muestra).

El resultado se expresa como el valor medio \pm su desviación estándar.

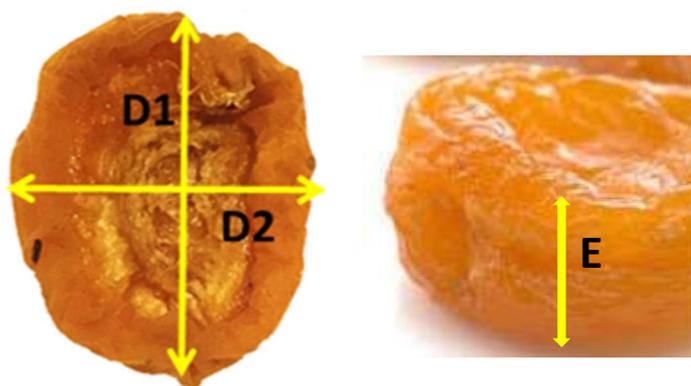


Figura 1. Medidas morfológicas. Dimensiones D1, D2 y E.

3.4. Caracterización física

Los resultados de todas las determinaciones se expresan como el valor medio \pm desviación estándar.

3.4.1. Color

Las medidas de colorimetría se realizaron sobre 100 g de fruto seco (12-28 piezas por muestra). En las muestras de albaricoque seco de Porreres, que corresponden a la mitad del fruto deshuesado, el color se midió en la cara externa (piel del fruto) y en la cara interna. En cambio, en los albaricoques secos comerciales, al ser frutos deshuesados y deshidratados enteros, ambas caras resultan equivalentes, por lo que la determinación del color se llevó a cabo como media entre las dos caras.

La determinación física del color se realizó en el punto central de la superficie, utilizando un Espectrofotómetro (Konica Minolta, CM-5, Japón) con componente especular excluido, iluminante D65, una apertura de 8 mm y un observador de 10°.

Se utilizaron las coordenadas del sistema CIELab* (Palonen, 2019); determinándose los valores de L*(luminosidad), a* (coordenadas rojo/verde (a* > 0 indica rojo, a* < 0 indica verde), y b* (coordenadas amarillo/azul (b* > 0 indica amarillo, b* < 0 indica azul).

A partir de las coordenadas L*, a* y b* y las ecuaciones 3.1 y 3.2 se han determinado el valor de los parámetros croma (grado de saturación, C*) y Hue (tono, H*).

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (\text{ec. 3.1})$$

$$H^* = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (\text{ec. 3.2})$$

3.4.2. Actividad del agua

Se midió la actividad del agua a 25°C de los albaricoques secos triturados con un higrómetro (Novasina Lab MASTER-a_w, Novasina, Suiza) (Juarez-Enriquez et. al. 2018). Las muestras se trituraron hasta obtener una granulometría de 4 mm aproximadamente y se colocaron en las cápsulas hasta un 80% de su capacidad (3-4 g de albaricoque seco triturado). Las determinaciones se realizaron por triplicado.

3.5. Caracterización química

3.5.1. Contenido en humedad

La determinación del contenido en humedad se basó en la pérdida de masa de aproximadamente, 5 g de albaricoque deshidratado triturado (AOAC 934.06) mediante una estufa de vacío a una temperatura de 70°C hasta peso constante. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

3.5.2. Acidez total

Se determinó la acidez total realizando una valoración de acuerdo al método descrito por la AOAC. Se pesaron 10 g de albaricoque deshidratado triturado y se rehidrataron con 90 mL de agua destilada, dejando reposar la disolución a 4°C durante 24 h. Transcurrido el tiempo indicado, se filtró con un tamiz y se valoró el extracto acuoso con una disolución de NaOH 0,1 M preparada y estandarizada previamente. Como indicador se usó fenolftaleína (AOAC 935.57). Se realizaron tres réplicas de cada muestra, y de cada una de ellas se hicieron dos valoraciones.

3.5.3. pH

La determinación del pH se realizó a 25°C usando un pH-metro digital (pH25, Crison, España) previamente calibrado. Se determinó el pH del extracto acuoso obtenido en la determinación de la acidez antes de realizar la valoración (Türkyilmaz et al., 2013). Las determinaciones se llevaron a cabo por triplicado.

3.5.4. Contenido en sólidos solubles

El contenido en sólidos solubles se determinó por refractometría (AOAC 932.14) utilizando un refractómetro de mano (Zuzi, Auxilab, España) sobre el extracto acuoso obtenido en la determinación de la acidez. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

Los resultados se expresan de acuerdo a la fórmula descrita en AOAC 932.14C en la cual el % de sólidos solubles se calcula según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ sólidos solubles} = \frac{W \cdot S}{w} \quad (\text{ec. 3.3})$$

donde S es el % de sólidos solubles en el material diluido (°Brix), W (g) es el peso del material diluido y w (g) es el peso inicial de muestra.

3.5.5. Contenido en carotenoides totales

El contenido en carotenoides totales se determinó mediante la metodología descrita por Alasvar en 2005 con pequeñas modificaciones. Se pesó 1 g de muestra triturada y se añadieron 30 – 40 mL de una disolución de acetona al 10% en dimetilsulfóxido (DMSO). Seguidamente se homogenizó la mezcla con el ultra-turrax (T25 Digital IKA, Staufen Germany) hasta que la muestra tomó coloración blanca. Una vez homogeneizado, se conservó en ausencia de luz y a 4°C durante 24 h.

Transcurrido el tiempo, se filtró con papel de filtro Whatman Nº 4 y se lavó con la anterior disolución de acetona al 10% en DMSO para posteriormente enrasar en un matraz de 50 mL con la misma. Finalmente se midió la absorbancia a 450 nm mediante un espectrofotómetro UV-Vis (2401PC, Shimadzu Corporation, Japón) (Akin et al., 2007).

Las medidas se realizaron por triplicado para cada muestra.

3.5.6. Contenido en dióxido de azufre

Para determinar el contenido de SO₂ se siguió la metodología propuesta por Devries et al., 1986. Se pesaron aproximadamente 10 g de muestra previamente triturada y se transfirieron a un matraz redondo juntamente con 100 mL de agua. En un vaso de precipitados se añadieron 75 mL de agua, 1 mL de disolución indicadora de almidón, 4 – 5 gotas de disolución de yoduro potásico y 3 – 4 gotas de disolución estándar de yodo previamente estandarizada con una disolución de tiosulfato de sodio y usando la disolución de almidón como indicador. Dicha mezcla presentaba una coloración azulada. A continuación, se añadieron 200 mL de disolución de HCl al 16% al matraz redondo y se inició la valoración del contenido del vaso de precipitados con la disolución de yodo estándar a medida que iba cayendo en él el destilado (anhídrido sulfuroso). La valoración prosiguió hasta que el color azul de la mezcla del vaso de precipitados se mantuvo.

El contenido en SO₂ de la muestra se obtuvo a partir de la siguiente expresión:

$$SO_2 \text{ (ppm)} = V \cdot N \cdot 32 \cdot 1000 \quad (\text{ec. 3.4})$$

Donde V es el volumen (mL) de la disolución estándar de yodo consumido y N es la normalidad de la disolución de la disolución estándar de yodo (Devries et al., 1986).

3.5.7. Residuo insoluble en alcohol (AIR)

Para la determinación del residuo insoluble en alcohol (AIR) se siguió la metodología propuesta por González-Centeno en 2010.

Se pesó aproximadamente 1 g (P0) de albaricoque triturado. A continuación, se añadieron 25 mL de una disolución de etanol/agua al 85%, previamente preparada, y se homogeneizó con el ultra-turrax (T25 Digital IKA, Staufen, Germany) durante 1 minuto a 13.000 rpm. Seguidamente se llevó a ebullición la muestra durante 5 min. Una vez finalizado el tiempo, se volvió a homogeneizar con el ultraturrax durante 2 min y se volvió a hervir 1 min. Posteriormente se filtró al vacío utilizando filtros Whatman GF/C (filtro de microfibras de vidrio, libre de celulosa). El filtrado se descartó y el residuo sólido se suspendió nuevamente en etanol 85%, repitiéndose, después, los pasos de homogeneización, ebullición y filtración.

Esta operación se repitió con etanol absoluto y acetona. El residuo sólido resultante se dejó a temperatura ambiente durante aproximadamente 24 h para la evaporación del disolvente, obteniendo, así, el AIR o concentrado de fibra formado mayoritariamente por los componentes de las paredes celulares de la muestra.

Las determinaciones se realizaron por triplicado.

$$\%Air \left(\frac{g}{100 g \text{ muestra}} \right) = \frac{P1 \cdot 100}{P0} \quad (\text{ec. 3.5})$$

donde P1 (g) es el peso del residuo sólido obtenido.

3.6. Tratamiento estadístico

El análisis estadístico de los resultados experimentales obtenidos se realizó con el programa estadístico R (versión 3.4.3). Se realizaron los siguientes análisis:

3.6.1. Estadística Descriptiva. Diagrama de cajas.

Este tipo de representación se utilizó para obtener una visión general de la distribución de los datos.

Se trata de un gráfico que consiste en una caja rectangular dividida por un segmento vertical, donde se posiciona la mediana y dos brazos. Las dos partes segmentadas de la caja se conocen como cuartiles (Q) donde se identifica el Q1 (25% de los datos), Q2 o mediana (50% de los datos) y Q3 (75% de los datos).

Las líneas que se extienden desde la caja se calculan mediante los límites superior e inferior, Ls y Li, a partir de los cuales se identifican los valores anómalos mediante el intervalo intercuantil (IQR), variable que indica la dispersión de las medidas. Los valores anómalos inferiores corresponden a los variables $Q1 - 1.5 \cdot IQR$ y los superiores a $Q3 + 1.5 \cdot IQR$.

3.6.2. *Análisis univariable*

Se llevó a cabo un análisis univariable para evaluar el comportamiento individual de las variables. Para cada muestra se verificó la normalidad y para cada variable la homocedasticidad con el test de Shapiro-Wilk y el test de Levene, respectivamente. Si los datos siguieron una distribución normal y presentaron homogeneidad de varianzas, se usaron los test paramétricos para estudiar la existencia de diferencias significativas con la ANOVA y el grado de diferencias significativas entre muestras con el test de Tukey.

En el caso de que no siguieran una distribución normal y/o hubiera heterogeneidad de varianzas, se emplearon los test no paramétricos: test de Kruskal-Wallis y el test de Pairwise-Wilcoxon con el ajuste de Bonferroni. En este caso el estadístico F de ANOVA es sustituido por el estadístico χ^2 , y el valor de p mide la significación estadística de χ^2 . Las muestras son significativamente diferentes, en relación al parámetro objeto de estudio, si se obtiene un valor elevado de F ó χ^2 y bajo de p.

Para evaluar la existencia de correlaciones entre las variables, se procesó a determinar la matriz de correlaciones. La matriz de correlaciones es una tabla de doble entrada, que muestra el coeficiente de correlación entre cada pareja de variables (valor comprendido entre 0 y 1). Cuanto más cercano a la unidad (en valor absoluto) sea el coeficiente de correlación, mayor es la correlación existente entre ambas variables.

3.6.3. *Análisis multivariable*

Como técnica de análisis multivariable, se empleó el ACP. En un conjunto de datos, determinadas variables pueden estar relacionadas entre ellas puesto que más de una variable puede estar midiendo el mismo efecto o comportamiento del sistema. Esta redundancia de información se puede simplificar mediante el ACP, técnica utilizada para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos. Sirve para hallar las causas de la variabilidad de un conjunto de datos y ordenarlas por importancia.

Por su aplicación se genera un nuevo grupo de variables (componentes principales) cada una de las cuales es combinación lineal de las variables originales y que son capaces de explicar la varianza del conjunto de datos.

3.7. Diseño experimental

3.7.1. *Caracterización morfológica y física-química del albaricoque seco de Porreres.*

Para la realización de este estudio se han utilizado 8 muestras de albaricoque seco de la variedad de Canino y 5 muestras de la variedad Galta Vermella.

Todas las muestras fueron sometidas a pruebas analíticas para su caracterización morfológica y físico-química (descritas en los apartados 3.4 y 3.5). Asimismo, se ha llevado a cabo un análisis estadístico de los resultados obtenidos mediante la aplicación de técnicas estadísticas univariadas (descritas en el apartado 3.6) para establecer los valores medios e intervalos de tolerancia para cada parámetro físico-químico de las muestras de albaricoque seco de Porreres de cada variedad.

3.7.2. Estudio de la diferenciación del albaricoque seco de Porreres.

Se compararon los resultados obtenidos sobre las medidas de los parámetros morfológicos y físico-químicos en el conjunto de muestras de albaricoque seco de Porreres con los correspondientes a las muestras comerciales.

Para la realización de este estudio se han utilizado las 13 muestras de albaricoque seco de Porreres y .7 muestras comerciales de albaricoque seco de origen geográfico distinto a Porreres. Se aplicaron técnicas estadísticas univariadas y multivariadas (descritas en el apartado 3.6) para evaluar la existencia de diferencias significativas entre ambos conjuntos de muestras.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se presentan los resultados experimentales obtenidos. En primer lugar, se especifican los valores obtenidos para los distintos parámetros físico-químicos tanto para las dos variedades de albaricoque seco de Porreres como las muestras comerciales.

4.1. Nomenclatura

Tabla 5. Nomenclatura y unidades utilizadas en la presentación de resultados para designar a las variables morfológicas y físico-químicas (bh: base húmeda y bs: base seca).

Parámetro físico-químico	Nomenclatura
Distancia desde el pedúnculo (cm)	D1
Distancia máxima perpendicular a D1 (cm)	D2
Espesor (cm)	E
Coordenada de color L*	L
Coordenada de color a*	a
Coordenada de color b*	b
Croma	C
Hue	H
Actividad del agua a 25°C	aw
Humedad (% bh)	M
pH	pH
Acidez (g ácido cítrico/100 g bs)	Aci
Sólidos solubles (% bh)	SS
Carotenos (mg β -carotenos/100 g bs)	Caro
Fibra (% bs)	Fibra
Sulfitos (mg SO ₂ /Kg bh)	SO2

4.2. Caracterización morfológica y físico-química del albaricoque seco de Porreres
 En las Tablas 6, 7 y 8 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 6. Dimensiones. Muestras de Porreres.

	D1	D2	E
C1	3,0 ± 0,3	2,1 ± 0,5	0,54 ± 0,09
C2	3,4 ± 0,3	2,8 ± 0,3	0,53 ± 0,10
C3	3,2 ± 0,4	2,8 ± 0,3	0,55 ± 0,11
C4	3,5 ± 0,3	2,9 ± 0,6	0,51 ± 0,07
C5	3,2 ± 0,3	2,8 ± 0,4	0,55 ± 0,07
C6	3,2 ± 0,3	2,8 ± 0,3	0,62 ± 0,09
C7	3,2 ± 0,4	3,1 ± 0,5	0,80 ± 0,20
C8	3,0 ± 0,4	2,7 ± 0,5	0,90 ± 0,10
G1	3,3 ± 0,3	3,1 ± 0,4	0,50 ± 0,08
G2	3,8 ± 0,3	3,3 ± 0,3	0,48 ± 0,07
G3	3,4 ± 0,4	2,9 ± 0,3	0,50 ± 0,06
G4	3,2 ± 0,5	3,1 ± 0,4	0,47 ± 0,07
G5	3,1 ± 0,4	2,6 ± 0,6	0,90 ± 0,20

Tabla 7. Parámetros colorimétricos. Cara externa e interna. Muestras de Porreres.

	Cara externa					Cara interna				
	L	a	b	C	H	L	a	b	C	H
C1	41 ± 3	18 ± 2	30 ± 3	35 ± 4	59 ± 2	39 ± 5	15 ± 2	33 ± 4	36 ± 5	66 ± 2
C2	41 ± 4	23 ± 4	32 ± 7	40 ± 8	55 ± 5	39 ± 6	15 ± 3	31 ± 6	35 ± 7	64 ± 2
C3	41 ± 4	21 ± 5	30 ± 6	37 ± 8	55 ± 3	34 ± 7	15 ± 3	28 ± 6	32 ± 6	62 ± 4
C4	36 ± 4	19 ± 3	26 ± 5	32 ± 6	55 ± 2	35 ± 6	13 ± 3	26 ± 6	29 ± 6	63 ± 5
C5	43 ± 5	24 ± 5	34 ± 8	42 ± 10	55 ± 3	40 ± 8	15 ± 3	31 ± 6	34 ± 6	64 ± 4
C6	48 ± 3	26 ± 4	42 ± 5	49 ± 6	58 ± 3	41 ± 6	16 ± 3	32 ± 3	36 ± 3	64 ± 3
C7	45 ± 4	23 ± 3	35 ± 6	42 ± 7	56 ± 3	33 ± 4	18 ± 2	31 ± 5	36 ± 5	60 ± 4
C8	45 ± 7	16 ± 3	35 ± 3	39 ± 4	65 ± 3	47 ± 4	28 ± 5	41 ± 6	50 ± 7	56 ± 4
G1	41 ± 5	20 ± 2	29 ± 4	36 ± 4	56 ± 2	35 ± 6	19 ± 2	31 ± 5	37 ± 5	58 ± 2
G2	42 ± 5	20 ± 3	30 ± 6	36 ± 7	56 ± 3	31 ± 5	17 ± 2	26 ± 5	31 ± 5	57 ± 2
G3	44 ± 4	21 ± 4	32 ± 6	38 ± 7	56 ± 2	30 ± 5	17 ± 2	27 ± 5	32 ± 5	58 ± 2
G4	42 ± 5	21 ± 3	30 ± 7	37 ± 7	56 ± 3	29 ± 7	17 ± 3	24 ± 6	30 ± 7	55 ± 3
G5	43 ± 4	23 ± 4	36 ± 7	43 ± 7	57 ± 2	38 ± 7	16 ± 2	31 ± 6	35 ± 6	62 ± 5

Tabla 8. Parámetros físico-químicos. Muestras de Porreres. Actividad del agua, humedad, acidez, pH, carotenos, sólidos solubles, fibra y sulfitos.

	aw	M	Aci	pH	Caro	SO ₂	Fibra	SS
C1	0,772 ± 0,001	30,9 ± 0,1	11,11 ± 0,02	2,7 ± 0,0	14,6 ± 1,0	652 ± 29	6,4 ± 0,2	45 ± 3
C2	0,757 ± 0,001	30,2 ± 0,1	6,56 ± 0,11	2,9 ± 0,0	17,3 ± 0,9	1620 ± 26	5,2 ± 0,3	61 ± 1
C3	0,729 ± 0,000	27,8 ± 0,2	8,37 ± 0,12	2,9 ± 0,0	15,6 ± 1,4	821 ± 17	5,8 ± 0,3	55 ± 1
C4	0,711 ± 0,001	25,5 ± 1,0	7,19 ± 0,20	3,1 ± 0,0	14,9 ± 0,0	779 ± 24	5,7 ± 0,2	50 ± 2
C5	0,517 ± 0,001	13,0 ± 0,1	7,04 ± 0,03	2,7 ± 0,0	11,4 ± 0,1	3497 ± 53	4,4 ± 0,3	71 ± 5
C6	0,725 ± 0,005	26,7 ± 0,4	5,32 ± 0,77	3,2 ± 0,0	19,7 ± 1,3	707 ± 56	5,6 ± 0,4	61 ± 1
C7	0,643 ± 0,002	22,0 ± 0,3	7,58 ± 0,05	2,6 ± 0,0	15,9 ± 1,3	1410 ± 59	6,1 ± 0,3	69 ± 3
C8	0,712 ± 0,001	25,7 ± 0,1	7,79 ± 0,02	2,8 ± 0,0	18,4 ± 0,3	432 ± 35	6,2 ± 0,1	67 ± 1
G1	0,738 ± 0,001	28,9 ± 0,1	8,40 ± 0,00	2,7 ± 0,0	14,2 ± 0,9	299 ± 22	6,8 ± 0,2	49 ± 2
G2	0,661 ± 0,004	21,5 ± 0,8	9,53 ± 0,14	2,7 ± 0,0	11,8 ± 0,2	418 ± 24	6,2 ± 0,4	63 ± 3
G3	0,595 ± 0,001	17,6 ± 0,1	10,36 ± 0,01	2,4 ± 0,0	13,6 ± 0,6	2097 ± 26	6,0 ± 0,1	66 ± 2
G4	0,624 ± 0,004	19,2 ± 0,0	7,42 ± 0,11	2,7 ± 0,0	14,0 ± 0,9	856 ± 30	6,1 ± 0,2	67 ± 2
G5	0,756 ± 0,001	28,6 ± 0,1	5,65 ± 0,02	3,1 ± 0,0	18,5 ± 1,2	679 ± 24	6,3 ± 0,5	65 ± 1

4.3. Caracterización morfológica y físico-química del albaricoque seco de las muestras comerciales

Asimismo, en las Tablas 9, 10 y 11 se presentan los resultados experimentales obtenidos para las muestras comerciales.

Tabla 9. Dimensiones. Muestras comerciales.

	D1	D2	E
CT1	3,2 ± 0,2	2,5 ± 0,3	0,60 ± 0,17
CT2	3,1 ± 0,2	2,5 ± 0,2	0,67 ± 0,17
CT3	3,4 ± 0,4	2,8 ± 0,2	0,54 ± 0,15
CT4	3,1 ± 0,3	2,5 ± 0,2	0,59 ± 0,13
CT5	3,5 ± 0,6	2,8 ± 0,3	0,57 ± 0,13
CT6	3,4 ± 0,3	2,7 ± 0,3	0,49 ± 0,17
CT7	3,0 ± 0,3	2,2 ± 0,3	0,42 ± 0,12

Tabla 10. Parámetros colorimétricos. Caras externas de las muestras comerciales.

	Caras externas				
	L	a	b	C	H
CT1	33 ± 5	8 ± 3	20 ± 4	22 ± 4	70 ± 6
CT2	44 ± 4	10 ± 3	33 ± 4	35 ± 4	74 ± 4
CT3	33 ± 4	8 ± 4	20 ± 4	21 ± 5	69 ± 8
CT4	35 ± 3	8 ± 2	20 ± 4	22 ± 2	68 ± 6
CT5	35 ± 4	8 ± 2	21 ± 4	23 ± 4	68 ± 5
CT6	35 ± 3	9 ± 3	20 ± 4	22 ± 4	67 ± 5
CT7	42 ± 4	9 ± 2	21 ± 3	23 ± 3	66 ± 4

Tabla 11. Parámetros físico-químicos. Muestras comerciales. Actividad del agua, humedad, acidez, pH, carotenos, sólidos solubles, fibra y sulfitos.

	aw	M	Aci	pH	Caro	SO ₂	Fibra	SS
CT1	0,603 ± 0,001	22,3 ± 0,4	2,06 ± 0,12	3,88 ± 0,09	4,7 ± 0,0	2534 ± 172	5,6 ± 0,5	64 ± 3,7
CT2	0,858 ± 0,005	17,6 ± 0,6	1,19 ± 0,02	4,12 ± 0,00	4,3 ± 0,3	1807 ± 42	3,8 ± 0,1	43,3 ± 0,7
CT3	0,625 ± 0,004	23,1 ± 0,2	2,03 ± 0,04	4,07 ± 0,01	3,9 ± 0,2	2527 ± 23	3,7 ± 0,1	61,3 ± 0,7
CT4	0,625 ± 0,003	42,3 ± 1,6	2,54 ± 0,02	4,00 ± 0,03	5,9 ± 0,6	1677 ± 59	3,2 ± 0,1	59,3 ± 1,2
CT5	0,601 ± 0,002	21,6 ± 0,2	1,80 ± 0,03	4,16 ± 0,01	3,6 ± 0,1	1749 ± 61	5,9 ± 0,3	61,3 ± 1,2
CT6	0,604 ± 0,001	20,4 ± 0,3	3,66 ± 0,20	4,06 ± 0,12	5,8 ± 0,3	2005 ± 36	6,0 ± 0,5	62,0 ± 1,8
CT7	0,670 ± 0,001	27,3 ± 0,4	2,12 ± 0,11	4,08 ± 0,01	6,7 ± 0,2	1525 ± 92	5,1 ± 0,5	58,4 ± 3,7

4.4. Análisis estadístico

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del análisis estadístico realizado con el paquete estadístico R.

4.4.1. Estudio de la caracterización morfológica y físico-química del albaricoque seco de Porreres

Las Tablas 12 y 13 muestran los resultados de las determinaciones químicas realizadas sobre las muestras de albaricoque seco de Porreres en forma de valor medio, desviación estándar e intervalo de tolerancia. Los resultados corresponden a las analíticas realizadas sobre las dos variedades de albaricoque seco de Porreres.

Variedad Canino

Tabla 12. Parámetros químicos. Valor medio, desviación estándar e intervalo de tolerancia para la variedad Canino de las muestras de albaricoque seco de Porreres.

Variable	Valor medio	Valor mínimo	Valor máximo	Intervalo de tolerancia
D1	3,2 ± 0,3	2,59	3,85	[2,3 – 4,1]
D2	2,7 ± 0,4	1,64	3,59	[1,2 – 3,9]
E	1,2 ± 0,2	0,89	1,82	[0,6 – 1,8]
L	43 ± 4	32,7	50	[31 – 54]
a	21 ± 4	15,4	28,3	[11 – 32]
b	33 ± 5	23,3	45,5	[19 – 47]
C	39 ± 6	28,6	53,5	[23 – 56]
H	57 ± 4	53,5	65,5	[48 – 67]
aw	0,73 ± 0,04	0,641	0,772	[0,62 – 0,83]
M	27 ± 3	21,75	31,02	[20 – 35]
pH	3,0 ± 0,2	2,62	3,23	[2,5 – 3,5]
Aci	7 ± 1	5,28	9,59	[4 – 11]
SS	60 ± 9	42,25	75,68	[35 – 84]
Caro	17 ± 2	13,62	20,98	[11 – 22]
Fibra	8 ± 1	4,68	9,6	[4 – 11]
SO ₂	897 ± 387	397	1646	[0 – 1927]

Variedad Galta Vermella

Tabla 13. Parámetros químicos. Valor medio, desviación estándar e intervalo de tolerancia para la variedad Galta Vermella de las muestras de albaricoque seco de Porreres.

Variable	Valor medio	Valor mínimo	Valor máximo	Intervalo de tolerancia
D1	3,4 ± 0,4	2,68	4,03	[2,2 – 4,5]
D2	3,0 ± 0,4	1,95	3,63	[1,7 – 4,3]
E	1,2 ± 0,4	0,46	2,29	[0,0 – 2,3]
L	43 ± 3	38,10	47,03	[35 – 51]
a	21 ± 2	18,23	26,69	[14 – 28[
b	32 ± 4	26,05	41,05	[19 – 44]
C	38 ± 5	32,10	48,88	[24 – 52]
H	56 ± 1	53,67	58,13	[53 – 60]
aw	0,67 ± 0,07	0,59	0,76	[0,48 – 0,87]
M	23 ± 5	17,49	29,01	[9 – 38]
pH	2,7 ± 0,3	2,35	3,15	[2,0 – 3,5]
Aci	8 ± 2	5,63	10,38	[3 – 13]
SS	61 ± 8	45,81	68,59	[39 – 84]
Caro	14 ± 2	11,58	19,75	[7 – 22]
Fibra	8,2 ± 0,9	7,08	9,85	[5 – 11]
SO2	604 ± 223	277,09	886,32	[0 – 1266]

4.4.2. Estudio de la diferenciación del albaricoque seco de Porreres

La Tabla 14 muestra los resultados de las determinaciones químicas realizadas sobre las muestras de albaricoque seco de Porreres en forma de valor medio, desviación estándar e intervalo de tolerancia. Los resultados corresponden a las analíticas realizadas sobre las muestras autóctonas.

Tabla 14. Parámetros químicos. Valor medio, desviación estándar e intervalo de tolerancia para las muestras de Porreres.

Variable	Albaricoque seco de Porreres	
	Valor medio	Intervalo de tolerancia
D1	3,3 ± 0,4	[2,4 – 4,2]
D2	2,8 ± 0,5	[1,7 – 4,0]
E	1,2 ± 0,3	[0,5 – 1,]
L	43 ± 4	[34 – 52]
a	21 ± 4	[13 – 30]
b	33 ± 5	[21 – 45]
C	39 ± 6	[25 – 53]
H	57 ± 3	[50 – 64]
aw	0,71 ± 0,06	[0,57 – 0,84]
M	26 ± 4	[15 – 36]
pH	2,9 ± 0,2	[2,3 – 3,5]
Aci	8 ± 1	[4 – 11]
SS	60 ± 9	[39 – 81]
Caro	16 ± 2	[10 – 21]
Fibra	8 ± 1	[5 – 11]
SO2	784 ± 360	[0– 1670]

En las figuras 2 a 17 se han representado, para cada variable, los diagramas de caja (box plots) que permiten visualizar y compara los resultados obtenidos.

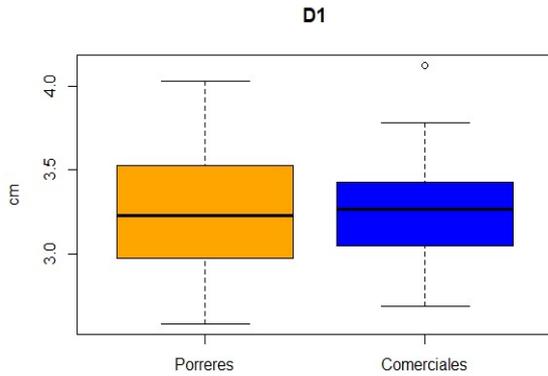


Figura 2. Diagrama de cajas. Variable D1, Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

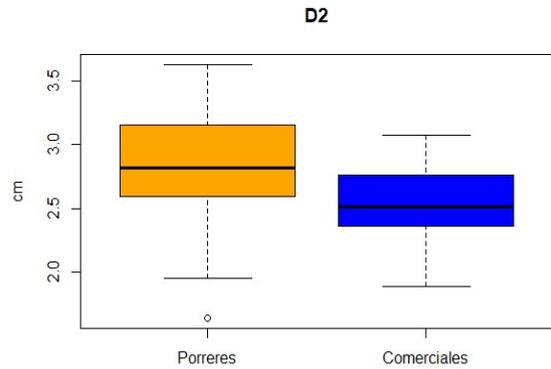


Figura 3. Diagrama de cajas. Variable D2. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

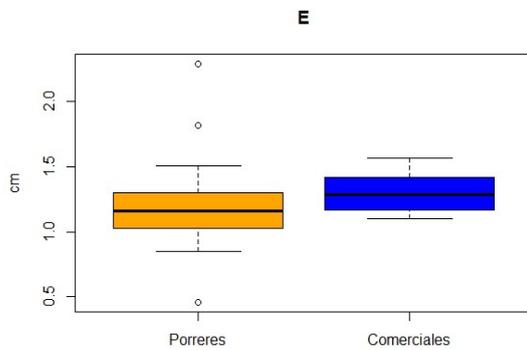


Figura 4. Diagrama de cajas. Variable E. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

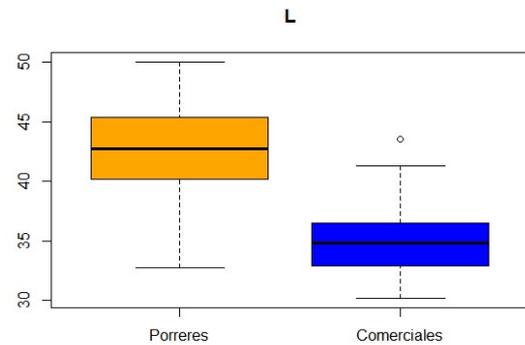


Figura 5. Diagrama de cajas. Parámetro de color L. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

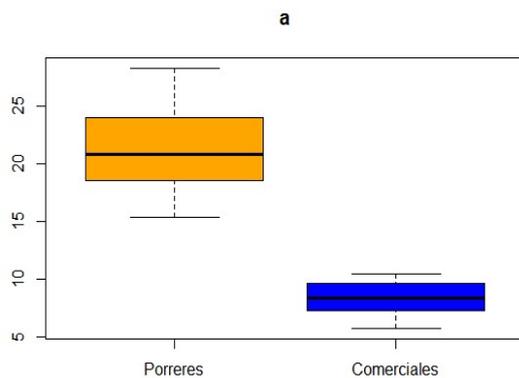


Figura 6. Diagrama de cajas. Parámetro de color a. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales

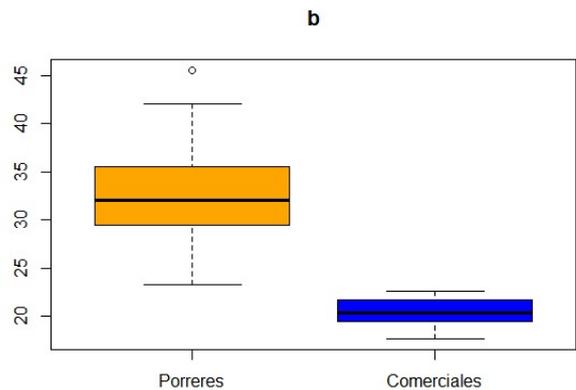


Figura 7. Diagrama de cajas. Parámetro de color b. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

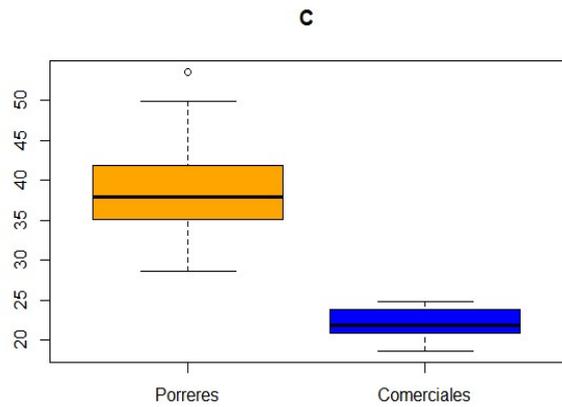


Figura 8. Diagrama de cajas. Parámetro de color C. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

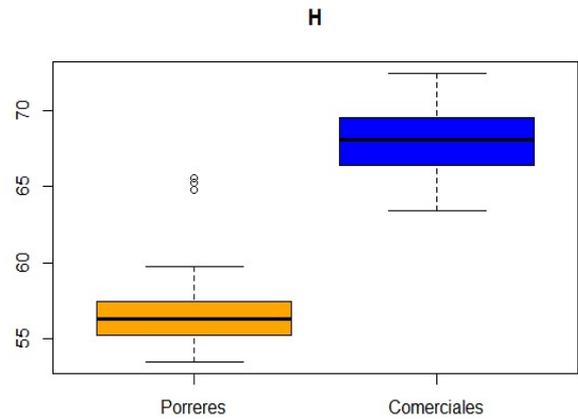


Figura 9. Diagrama de cajas. Parámetro de color H. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

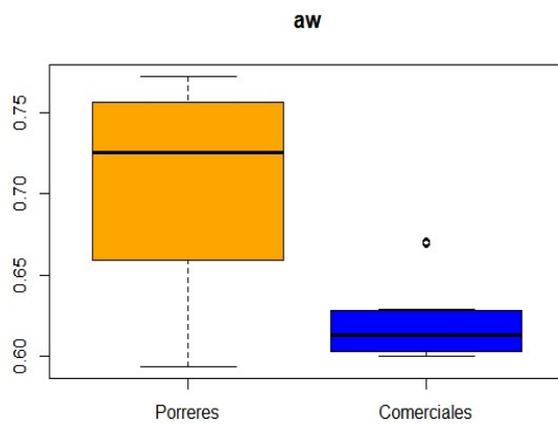


Figura 10. Diagrama de cajas. Variable aw. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

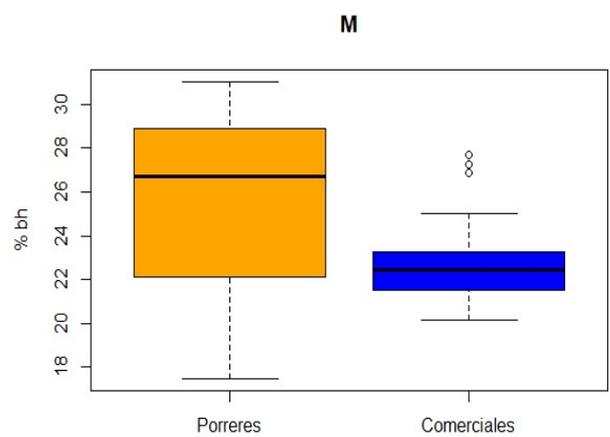


Figura 11. Diagrama de cajas. Variable M. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

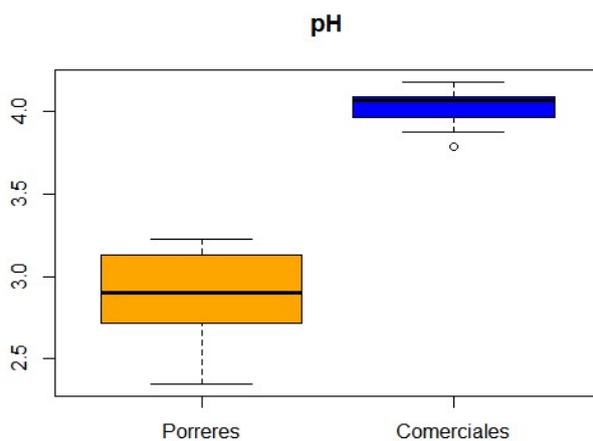


Figura 12. Diagrama de cajas. Variable pH. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

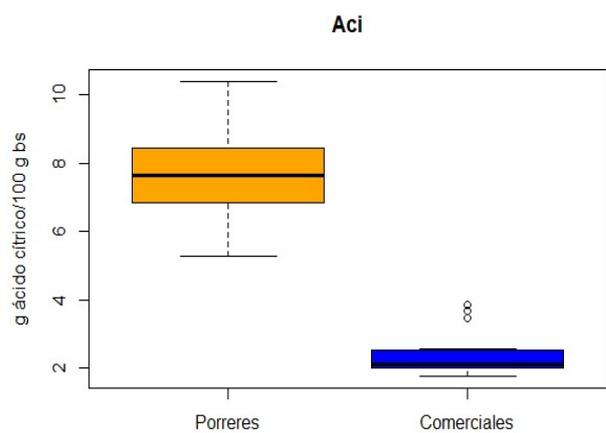


Figura 13. Diagrama de cajas. Variable Aci. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

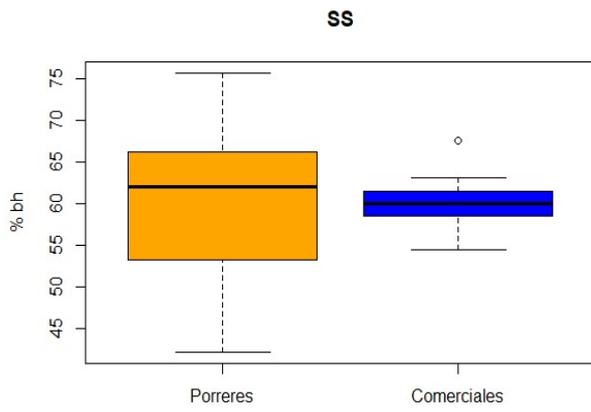


Figura 14. Diagrama de cajas. Variable SS. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

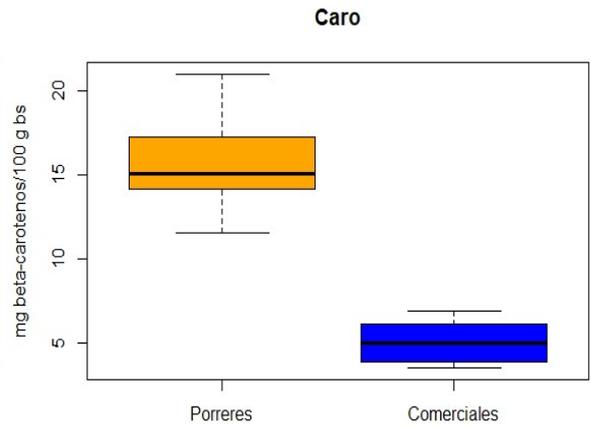


Figura 15. Diagrama de cajas. Variable Caro. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

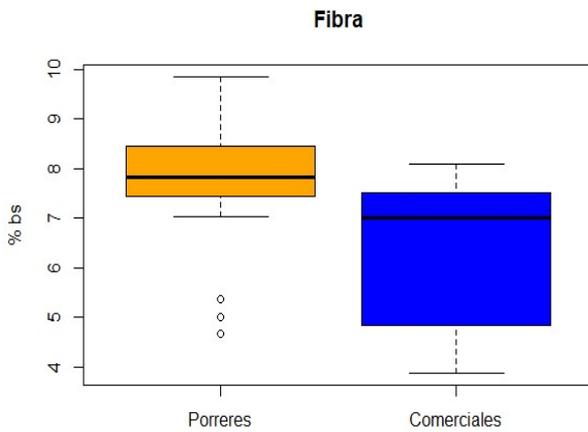


Figura 16. Diagrama de cajas. Variable Fibra. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

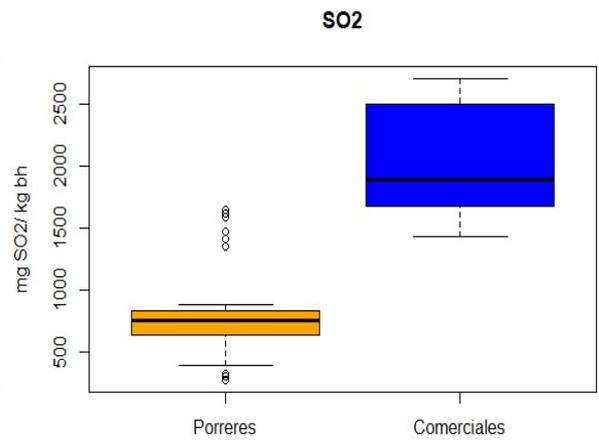


Figura 17. Diagrama de cajas. Variable SO2. Muestras de albaricoque seco de Porreres y Comerciales.

Tabla 15. Resultados de la aplicación de ANOVA/Kruskal-Wallis para las muestras de Porreres y comerciales.

Variables físicas	Distribución normal	F ó chi ²	p ^a
D1	No	0,038	ns
D2	No	6,363	''
E	No	2,42	ns
L	Si	52,27	*
a	Si	238,9	*
b	No	106,6	*
C	No	154	*
H	Si	203,5	*
aw	No	37,83	*
Variables químicas	Distribución normal	F ó chi ²	p ^a
M	No	6,489	''
pH	No	364,4	*
Aci	No	221,2	*
SS	Si	0,002	ns
Caro	No	331,8	*
Fibra	Si	17,8	*
SO ₂	Si	127,4	*

^a Para el grado de significación se aceptan diferencias significativas en las varianzas de los grupos: 0 < '****' < 0,001 '**' < 0,01 '*' < 0,05 '.' < 0,1 ''

A partir de los resultados obtenidos para las muestras comerciales y las de Porreres, y observando los diagramas de cajas correspondientes a los parámetros morfológicos (Figuras 2,3 y 4), se puede concluir que ambas muestras presentando diferencias significativas ($p < 0,1$) en la distancia perpendicular a la distancia que divide en dos mitades iguales el fruto (**D2**) ya que el valor medio de dicha variable es superior en las muestras de Porreres ($2,8 \pm 0,5$ cm) que en las muestras comerciales ($2,6 \pm 0,3$ cm).

En los parámetros colorimétricos se ha observado la existencia de diferencias significativas ($p < 0,01$) entre ambas muestras, tanto en las Figuras 6, 7, 8 y 9 como en la Tabla 15. Las muestras de Porreres tienen tonalidades más rojas ($a = 21 \pm 4$) y bastante más amarillas ($b = 33 \pm 5$) que las muestras comerciales ($a = 8 \pm 1$ y $b = 20 \pm 2$). Como consecuencia, las muestras comerciales son más oscuras ($L = 35 \pm 3$) que las de Porreres ($L = 43 \pm 4$). Akin, et al., realizaron un estudio sobre las características de las principales variedades de albaricoques frescos Malatya (Akin et al., 2007). En dicho estudio, los valores de luminosidad variaron desde 52,5 – 62,2; los de **a** desde 10,7 – 21,1; los de **b** desde 20,4 – 28,9; los de **C** desde 23,4 – 34,8 y los de **H** desde 53,0 – 68,7. Comparando este estudio con los valores del presente trabajo, los albaricoques frescos presentan valores colorimétricos superiores al de los albaricoques secos.

Bolin, en 1989 comparó la composición entre los albaricoques secos procedentes de Turquía y de Estados Unidos (Bolin, 1989). En este estudio, se obtuvieron los siguientes resultados para los albaricoques secos de Turquía: **L** de $42 \pm 4,5$; **a** de $5,5 \pm 0,86$ y **b** de $28 \pm 7,8$. En cambio los de Estados Unidos presentaron un valor medio de **L** de $41 \pm 4,2$; **a** de $11,8 \pm 0,425$ y **b** de $28 \pm 5,6$. Dichos resultados son concordantes con los obtenidos para los albaricoques secos de Porreres como para las muestras comerciales.

Las muestras comerciales presentan un valor medio de actividad de agua inferior ($0,62 \pm 0,02$) que para las muestras de Porreres ($0,71 \pm 0,06$) y para la humedad, las muestras comerciales presentan un valor medio inferior ($23 \pm 2,3 \%$) con respecto a las muestras de Porreres ($26 \pm 4 \%$). Hay que destacar que la muestra CT2 ($0,858 \pm 0,005 \%$) y la CT4 ($42,3 \%$) presentan valores de actividad de agua y humedad superiores, respectivamente. En el estudio de Akin et al. (2007), se obtuvieron valores de actividad de agua para los albaricoques frescos con variaciones desde 0,977 hasta 0,988.

Wei et al. (2014), llevaron a cabo un estudio sobre la irradiación con haz de electrones de albaricoques secados al sol para conseguir mejorar su vida útil. En este estudio se utilizó como materia prima albaricoque seco con un contenido de humedad de $14,87 \pm 0,09 \%$, valor que se encuentra en el intervalo de tolerancia propuesta en el presente trabajo.

El pH está relacionado con la cantidad de ácido cítrico presente en la muestra. Las muestras comerciales presentan un valor medio de pH de $4,0 \pm 0,1$ y una acidez de $2,4 \pm 0,6$ g ácido cítrico/100 g bs; mientras que las de Porreres presentan un menor valor medio de pH ($2,9 \pm 0,2$) y como consecuencia, son más ácidos (8 ± 1 g ácido cítrico/100 g bs). Como se observa en la Figuras 10 y 11, presentan diferencias significativas ambas variables.

Salur-Can et al., realizaron un estudio sobre la influencia de la concentración de dióxido de azufre en la calidad de los albaricoques secos durante el almacenamiento (Salur-Can et al., 2016). Se comprobó que al principio del almacenamiento las muestras presentaban un pH y una acidez que variaba de 5,37 a 3,95 y de 0,96 a 3,03 g ácido cítrico/100 g bs, respectivamente. Asimismo, en la investigación realizado por Bolin en 1989, los albaricoques secos de Turquía presentaron un valor medio de pH de $4,2 \pm 0,16$ y los de Estados Unidos de $3,7 \pm 0,13$. Además, en el estudio de Wei et al. (2014), se obtuvo un valor medio de acidez de los albaricoques secos antes de la irradiación del haz de electrones de $1,09 \pm 0,03$ g ácido cítrico/100 g bs.

Comparando estos resultados de la bibliografía con los obtenidos en este trabajo, se observa que los valores de pH se encuentran dentro del mismo rango. En cuanto a los valores de acidez, los obtenidos en las muestras comerciales sí que se asemejan a los bibliográficos, mientras que los de Porreres son mucho más elevados, es decir los albaricoques son más ácidos.

En la Figura 15 se pueden observar las diferencias significativas existentes entre las muestras de Porreres y las comerciales del contenido en carotenos, siendo el valor medio de las muestras comerciales (5 ± 1 mg β -carotenos/100 g bs) inferior al de las muestras de Porreres (16 ± 2 mg β -carotenos/100 g bs). Uno de los principales carotenos presentes en los albaricoques es el β -caroteno.

Ali et al., llevaron a cabo un análisis sobre la características fisicoquímicas de albaricoques frescos cultivados en las áreas del norte de Pakistán (Ali et al., 2011). Se obtuvieron unos valores de contenido en carotenos entre 10,12 – 18,13 mg β -carotenos/100 g bh. Asimismo, en el trabajo de Wei et al., se obtuvo para los albaricoques secos un valor medio de $10,21 \pm 0,248$ mg β -carotenos/100 g bs.

En relación a los valores de contenido de SO_2 , se observa que las muestras comerciales, presentan un valor medio más elevado (2003 ± 418 mg SO_2 /Kg bh) y superior al límite legal. Entre las muestras comerciales y las de Porreres existen diferencias significativas ($p < 0,01$) (Figura 17). Hay que destacar el elevado valor de las desviaciones para ambas muestras debidas a la gran desigualdad de valores en la concentración de SO_2 . A su vez, también hay que señalar que diversas muestras de Porreres (G3,C5) y comerciales (CT1, CT3 y CT6) superan el límite legal

establecido por el Diario Oficial de la Unión Europea (DOEU) en el reglamento nº 1129/2011 sobre la lista de aditivos alimentarios. En dicho reglamento se limita el valor máximo de 2000 mg SO₂/kg bs.

En el estudio de Salur-Can et al. (2016), el contenido en SO₂ de los albaricoques secos varió desde 451 hasta 3241 mg SO₂/kg bs. De igual modo, en el estudio de Bolin (1989), se obtuvo un valor medio de 2200 mg SO₂/kg bs para los albaricoques de Turquía y 1170 mg SO₂/kg bs para los de Estados Unidos. Se puede observar que los resultados publicados para este parámetro obtenidos en los estudios mencionados son similares a los del presente trabajo.

A partir de los resultados, mostrados en la Tabla 15, se puede observar que se han encontrado diferencias en determinadas variables entre las muestras en función de su procedencia. Concretamente, los resultados obtenidos indican:

- De las 16 variables analizadas, únicamente en tres de ellas no se encontraron diferencias significativas entre las muestras de albaricoque seco de Porreres, y los albaricoques secos comerciales: en la distancia desde el pedúnculo, espesor y en el contenido de los sólidos solubles.
- En la mayoría de las variables estudiadas, se obtuvieron elevados valores de F o chi², y bajos de p. En conjunto, puede afirmarse que las muestras de albaricoque seco de Porreres son significativamente diferentes a las de otros albaricoques secos comerciales. Los albaricoques secos de Porreres presentan:
 - Valores de **D2** ligeramente superiores (más anchos)
 - Valores superiores en las coordenadas de color **L** (más luminosos), **a** (mayor contribución de color rojo) y **b** (mayor contribución de color amarillo)
 - Valores de actividad del agua superiores
 - Humedades mayores
 - Valores de **pH** más bajos, por lo que son más ácidos
 - Mayor contenido en carotenos totales y en fibra alimentaria
 - Menor contenido en **SO₂**

De acuerdo con la bibliografía, algunas variables podrían estar correlacionadas entre ellas. Para evaluar la existencia de correlaciones entre las variables, se ha procedido a determinar la matriz de correlaciones, que se muestra en la Tabla 16. Las correlaciones superiores a 0.7 se han resaltado con letras en negrita de color rojo, y las inferiores a -0.7, en negrita de color amarillo. Como puede observarse en dicha tabla, por un lado, la variable **Fibra** no se correlaciona especialmente con el resto. Por otro lado, se han obtenido numerosas correlaciones elevadas (en valor absoluto) entre el resto de variables, de acuerdo a los siguientes grupos (algunas variables se encuentran en más de un grupo):

- Parámetros cromáticos: correlaciones positivas entre **L**, **a**, **b** y **C**, y negativas con **H**
- Parámetros dimensionales: correlación positiva entre **D1** y **D2**, y negativa con **E**
- Correlaciones positivas de **Caro** con las variables de color **L**, **a**, **b** y **C**, y negativas con **H**
- Correlaciones negativas de **pH** con las variables de color **L**, **a**, **b**, y **C**, y positivas con **H**
- Correlaciones negativas de **SO₂** con **a** y **C**, y positivas con **H**
- Correlación positiva entre **Aci** y **a**, y negativa con **H** y **pH**
- Correlaciones positivas de **aw** con **Caro** y **M**
- Correlación positiva de **pH** con **SO₂** y negativa con **Caro**
- Correlación negativa de **Aci** con **SO₂**, y positiva con **Caro**

Tabla 16. Tabla de correlaciones entre variables.

Variables	D1	D2	E	L	a	b	C	H	aw	M	pH	Aci	SS	Caro	Fibra
SO ₂	0,08	-0,20	0,14	-0,68	-0,71	-0,68	-0,70	0,70	-0,59	-0,31	0,76	-0,81	0,12	-0,76	-0,50
Fibra	0,13	0,23	-0,10	0,25	0,29	0,27	0,28	-0,40	0,38	0,24	-0,42	0,50	-0,39	0,48	
Caro	-0,07	0,26	-0,22	0,71	0,87	0,84	0,86	-0,80	0,73	0,46	-0,80	0,72	0,05		
SS	-0,21	0,01	-0,04	0,37	0,20	0,33	0,29	0,09	-0,34	-0,43	-0,15	-0,11			
Aci	0,05	0,34	-0,24	0,58	0,71	0,60	0,65	-0,79	0,44	0,14	-0,91				
pH	0,02	-0,39	0,26	-0,70	-0,83	-0,74	-0,79	0,81	-0,38	-0,06					
M	-0,16	-0,19	0,12	0,19	0,30	0,27	0,29	-0,30	0,92						
aw	-0,15	-0,06	0,06	0,42	0,58	0,54	0,57	-0,56							
H	-0,23	-0,47	0,32	-0,49	-0,83	-0,61	-0,70								
C	-0,32	-0,05	0,03	0,88	0,97	0,99									
b	-0,38	-0,01	0,07	0,91	0,93										
a	-0,21	0,15	-0,03	0,81											
L	-0,48	-0,11	0,11												
E	-0,66	-0,81													
D2	0,80														

A partir de las 16 variables estudiadas, se ha llevado a cabo un análisis de componentes principales (ACP) en el que se descartaron a priori las variables **D1**, **E** y **SS** ya que no presentaron diferencias significativas entre ambos conjuntos de muestras (albaricoque seco de Porreres y albaricoques secos comerciales). Asimismo, a partir del análisis de la matriz de correlaciones, se descartaron 8 variables por presentar elevadas correlaciones con las restantes 5. Así, el ACP se ha realizado utilizando las variables **Fibra**, **a**, **D2**, **Caro** y **pH**.

Dicho análisis se llevó a cabo con las variables previamente estandarizadas. En las siguientes tablas (Tabla 17 y 18) se muestran los coeficientes de los tres primeros componentes principales, así como el porcentaje de la varianza explicada por cada uno de los componentes.

Tabla 17. ACP. Coeficientes de los tres primeros componentes principales.

	CP1	CP2	CP3
D2	0,2440	-0,8648	0,3885
a	0,5087	0,3678	0,2111
pH	-0,5326	-0,0385	-0,1700
Caro	0,5343	0,1851	0,0048
Fibra	0,3353	-0,2849	-0,8807

Tabla 18. ACP. Porcentaje de varianza explicada por cada uno de los componentes principales.

	Varianza	% Varianza explicada	% Varianza explicada acumulada
CP1	1,7452	60,91	60,91
CP2	0,9676	18,73	79,64
CP3	0,8636	14,92	94,56
CP4	0,42520	3,62	98,17
CP5	0,30220	1,83	100,0

En la figura 18 se representa las variables en el espacio CP2-CP1.

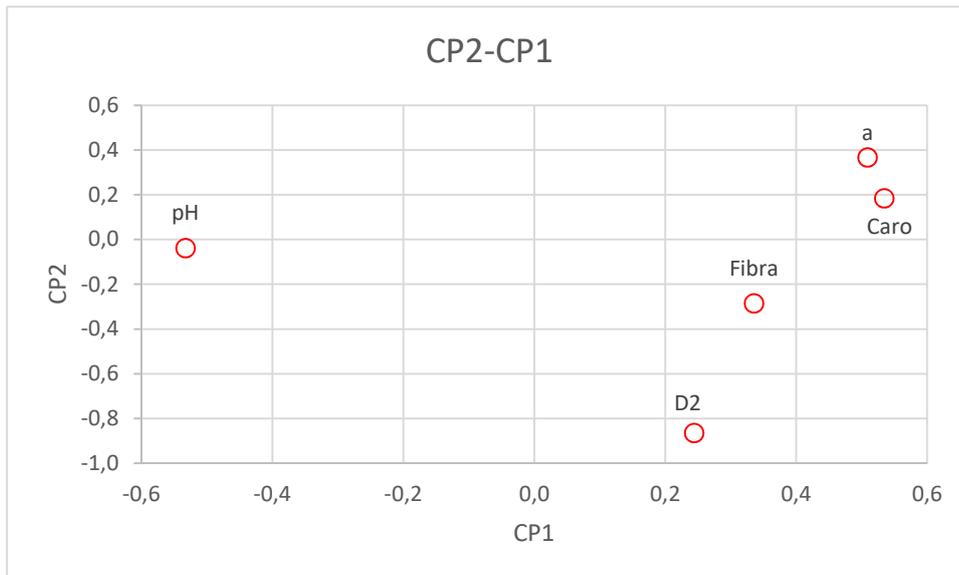


Figura 18. ACP. Representación de las variables en las coordenadas CP2 vs CP1.

Se observa como el primer componente principal tiene coeficientes elevados en **a** y **Caro** (valores positivos), y la variable **pH** (valores negativos), mientras que el componente CP2 presenta un valor negativo elevado en la variable **D2**.

En la figura 19 se representa las muestras en el nuevo sistema de coordenadas CP2-CP1. En la figura se puede observar que cuando se representan las muestras de albaricoque en el espacio formado por el primer (CP1) y segundo (CP2) componente principal, éstas se agrupan en diferentes zonas según su origen.

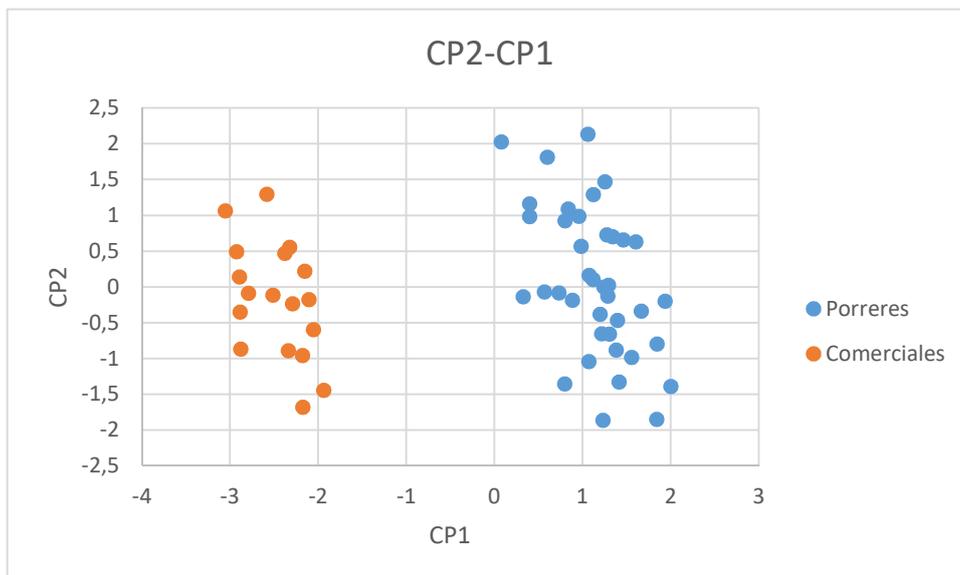


Figura 19. ACP. Representación de las muestras en las coordenadas CP2 vs CP1.

Las muestras de origen comercial se agrupan en la parte derecha de las gráficas con valores positivos de CP1. Por el contrario, las muestras de Porreres se distribuyen en la parte izquierda con valores negativos de CP1.

Por lo tanto, mediante el ACP se puede concluir que el mayor porcentaje de varianza explicada entre ambos grupos de muestras explicada corresponde al primer componente principal (CP1), y que éste permite diferenciar entre muestras de Porreres y comerciales. Si bien la contribución de diferentes variables a este componente principal es alta, destacan las variables **pH** (valor negativo) y las variables **a** y **Caro** (valores positivos).

5. CONCLUSIONES

En el presente estudio se ha realizado una caracterización fisicoquímica de dos variedades de albaricoque seco (Canino y Galta Vermella) de Porreres. Asimismo por comparación de las muestras de albaricoque seco de Porreres y comerciales, se han podido extraer las siguientes conclusiones:

- I. Los albaricoques secos de Porreres difirieron significativamente ($P < 0,05$) de los comerciales en la mayoría de los parámetros analizados, excepto en la distancia desde el pedúnculo (D1), el espesor (E) y el contenido en sólidos solubles (SS).
- II. Los albaricoques secos de Porreres presentan una acidez (8 ± 1 g ácido cítrico/100 g bs), contenido en carotenos (16 ± 2 mg β -carotenos/100 g bs) y actividad del agua ($0,71 \pm 0,06$) superior a los albaricoques secos comerciales ($2,4 \pm 0,6$ g ácido cítrico/100 g bs; 5 ± 1 mg β -carotenos/100 g bs y $0,62 \pm 0,02$, respectivamente). De igual modo, son más luminosos (43 ± 4), con un color más saturado ($C = 39 \pm 6$) y tono anaranjado más intenso ($H = 39 \pm 6$) que los comerciales (35 ± 3 ; $C = 22 \pm 2$ y $H = 22 \pm 2$, respectivamente).
- III. Los albaricoques secos de Porreres presentan un contenido en SO_2 menor (784 ± 360 mg SO_2 /Kg bh) que las muestras comerciales (2003 ± 418 mg SO_2 /Kg bh). Algunas de estas últimas muestras superan el límite legal.
- IV. Según el análisis de componentes principales, existe una clara diferenciación de las muestras de albaricoque deshidratado, dependiendo de la zona de cultivo de Porreres respecto a las comerciales. Los autóctonos presentan elevada acidez, contenido en carotenos y fibra alimentaria; mayor anchura, luminosidad, saturación e intenso color anaranjado; y bajo contenido en sulfitos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Ali, S., Masud, T., Abbasi K.S. (2011). Physico-chemical characteristics of apricot (*Prunus armeniaca* L.) grown in Northern Areas of Pakistan. *Scientia Horticulturae*, 130, 386-392.
- AOAC Official Method 932.14 Solids in Syrups.
- AOAC Official Method 934.06 Moisture in Dried Fruits.
- AOAC Official Method 935.57 Acidity Total of Food Dressings.
- Betul Alin, E., Karabulut, I., Topcu, A. (2008). Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Food Chemistry* 107, 939-948.
- Comisión Europea, DOOR (“Database Of Origin & Registration”, 2018).
- Derossi, A., Mastrandrea, L. Amodio, M.L, de Chiara, M.L.V., Colelli, G. (2016). Application of multivariate accelerated test the shelflife estimation of fresh-cut lettuce. *Journal of Food Engineering* 169, 122-130.
- Estelrich, P. (1909). Frutales de hueso. Albaricoquero, cerezo y ciruelo.
- Fernández Valdés, D., Becerá Mecerá, S., García Pereira, A., Cervantes Beyra, R., Fernández Valdés, D. (2015). Cinética de secado de fruta bomba (Carga papaya., cv Maradol Roja) mediante los métodos de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente. *Revista Ciencia Técnicas Agropecuarias* 24, 22-28.
- Fundación Española de Nutrición, FEN.
- Ganopoulos, I., Moysiadis, T., Xanthopoulou, A., Osathanunkul, M., Madesis, P., Zambounis, A., Avramidou, E., Aravanopoulos, F.A., Tsaftaris, A., Sotiropoulos, T., Chatzicharisis, I., Kazantzis, K. (2016). Morpho-physiological diversity in the collection of sour cherry (*Prunus cerasus*) cultivars of the Fruit Genebank in Naoussa, Greece using multivariate analysis. *Scientia Horticulturae* 207, 225-232.
- Kafkaletou, M., Kalantzis, I., Karantzi, A., Christopoulos, M.V. (2019). Phytochemical characterization in traditional and modern apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars – Nutritional value and its relation to origin. *Scientia Horticulturae* 253, 195-202.
- Khadivi, A. (2018). Phenotypic characterization of *Eleagnus angustifolia* using multivariate analysis. *Industrial Crops & Products* 120, 155-161.
- Khadivi, A., Rezaei, M., Heidari, P., Safari-Khuzani, A., Sahebi, M. (2019). Morphological and fruit characterizations of common medlar (*Mespilus germanica* L.) germplasm. *Scientia Horticulturae* 252, 38-47.
- Lieb, V.M., Esquivel, P., Cubero Castillo, E., Carle, R., Steingass, C.B. (2018). GC-MS profiling, descriptive sensory analysis, and consumer acceptance of Costa Rican papaya (*Carica papaya* L.) fruit purees. *Food Chemistry* 248, 238-246.
- Mashilo, J., Shimelis, H.A., Odindo, A.O., Amelework, B.A. (2017). Genetic differentiation of bottle gourd [*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl.] landraces assessed by fruit qualitative traits and simple sequence repeat markers. *Scientia Horticulturae* 216, 1-11.

- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Mottese, A.F., Albergamo, A., Bartolomeo, G., Bua, G.D., Rando, R., De Pasquale, P., Saija, E., Donato, D., Dugo, G. (2018). Evaluation of fatty acids and inorganic elements by multivariate statistics for the traceability of the Sicilian Capparis spinose L. *Journal and Food Composition and Analysis* 72, 66-74.
- Norouzi, E., Erfani-Moghadam, J., Fazeli, A., Khadivi, A. (2017). Morphological variability within and among three species of Ziziphus genus using multivariate analysis. *Scientia Horticulturae* 222, 180-186.
- Olarewaju, O.O., Magwaza, L.S., Nieuwoudt, H., Poblete-Echavarría, C., Fawole, O.A., Tesfay, S.Z., Opara, U.L. (2019). Model development for non-destructive determination of rind biochemical properties of “Marsh” grapefruit using visible to near-infrared spectroscopy and chemometrics. *Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 209, 62-69.
- Oldoni, H., Santos Silva Terra, V., Timm, L.C., Reisser Júnior, C., Becker Monteiro, A. (2019). Delineation of management zones in a peach orchards using multivariate and geostatistical analyses. *Soil & Tillage Research* 191, 1-10.
- Reglamento (UE) n° 1129/2011 de la Comisión de 11 de Noviembre de 2011.
- Rodrigo, J., Hormaza, J.I. (2005). El albaricoquero. Diversidad genética y situación actual del cultivo. *ITEA* 101, 333-342.
- Rosselló, C., Besatad, I., Cañellas, J., Femenia, A., Simal, S. (2003). Conèixer i gaudir els aliments de les Illes Balears.
- Ruíz, D., Campoy, J.A., Egea, J. (2007). Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. *Environmental and Experimental Botany* 61, 254-263.
- Ruiz, L., Castro, L., Quicazán, M. (2019). Influencia de las condiciones de secado en el color de fresas variedad Chandler. *Food Chemistry* 270, 236-242.
- Salur-Can, A., Türkyilmaz, M., Özkan, M. (2017). Effects of sulfur dioxide concentration on organic acids and β -carotene in dried apricots during storage. *Food Chemistry* 221, 412-421.
- Van Leeuwen, C., Friant, P., Choné, X., Tregoat, O., Koundouras, S., Dubourdieu, D. (2004). Influence of Climate, Soil and Cultivar on Terroir.
- Wei, M., Zhou, L., Song, H., Yi, Y., Wu, B., Li, Y., Zhang, L., Che, F., Wang, Z., Gao, M., Li, S. (2014). Electron beam irradiation of sun-dried apricots for quality maintenance. *Radiation Physics and Chemistry* 97, 126-133.
- Yengle Ruiz, C. (2012). Aplicación del análisis de componentes principales como técnica para obtener índices sintéticos de calidad ambiental. *UCV – Scientia* 4.