

REUTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA EXTRACCIÓN DE ACEITE DE OLIVA EN PRODUCTOS DE PANADERÍA

Use of alperujo as an ingredient in the formulation of bread

Ortuño Mercader, J., Saura Martínez, J, Taboada Rodríguez, A., Marín Iniesta, F.

Grupo de Biotecnología de Alimentos-BTA, Facultad de Veterinaria - Universidad de Murcia

Autor para correspondencia: Fulgencio Marín Iniesta, fmarin@um.es

Tipo de artículo: Trabajo Fin de Grado (Ciencia y Tecnología de los Alimentos)

Enviado: 12/01/2023

Aceptado: 27/03/2023

RESUMEN

Actualmente España es el principal país productor mundial de aceite de oliva y la gran cantidad de subproductos líquidos y sólidos que produce esta industria en nuestro país constituyen un importante problema medioambiental. Uno de los principales subproductos sólidos de la industria del aceite de oliva es el alperujo (AP) En este trabajo se ha utilizado este subproducto, que podría ser considerado un subproducto, como ingrediente en la formulación de panes a diferentes concentraciones: pan control (sin AP), AP5 (5%), AP10 (10%) y AP15 (15%). A estos panes se les han realizado medidas de colorimetría, firmeza, pérdidas de peso por cocción, determinación de fenoles totales, pérdidas de peso y altura a lo largo del tiempo y un análisis sensorial realizado por un panel de cata no entrenado. Los resultados obtenidos han sido un incremento menor en la firmeza del pan a lo largo de tiempo, un aporte importante de fenoles totales, una disminución en la pérdida de altura y peso de los panes y una aceptabilidad del producto de un 50%.

Palabras clave: Alperujo, pan, fenoles totales, análisis sensorial, firmeza, altura, peso.

SUMMARY

Spain is currently the world's leading producer of olive oil, and the large amount of liquid and solid waste produced by this industry in our country constitutes a significant environmental problem. One of the main

solid residues from the olive oil industry is olive pomace (AP) In this work, this by-product has been used as an ingredient in the formulation of breads at different concentrations: control bread (without olive pomace), AP5 (5%), AP10 (10%) and AP15 (15%). Measurements of colorimetry, firmness, weight loss due to cooking, determination of total phenols, weight and height loss over time and a sensory analysis carried out by an untrained tasting panel have been carried out on these breads. The results obtained have been a minor increase in the firmness of the bread over time, an important contribution of total phenols, a decrease in the loss of height and weight of the bread and a product acceptability of 50%.

Keywords: Olive Pomace, bread, total phenols, sensory analysis, firmness, height, weight.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo industrial de nuestra sociedad conlleva una serie de impactos y problemas que no se pueden eludir. El impacto en el medioambiente es uno de ellos, y es nuestro deber investigar y desarrollar los procesos más eficaces para poder reducir este impacto. En los últimos años, se ha comenzado a investigar intensamente en este campo con el fin de encontrar procesos más eficientes, que permitan reutilizar los subproductos agroalimentarios como materia prima de diferentes productos, o dar una serie de tratamientos a estos subproductos que reduzcan al máximo posible su impacto medioambiental.

El aceite de oliva es uno de los alimentos más conocidos y representativos de nuestro país. Tiene una tradición histórica que se remonta hasta los fenicios, a los que se les atribuye la implantación del cultivo del olivo (*Olea europaea*) traído desde Grecia. Este cultivo, a través de las diversas civilizaciones que lo fueron incorporando en su cultura y gastronomía, se ha implantado principalmente en la cuenca mediterránea debido a la existencia de un clima propicio para su cultivo y aprovechamiento (Espinoso, 2004).

Esta larga tradición en el cultivo del olivo y la producción del aceite de oliva ha llevado a España a tener una cuota de mercado a nivel mundial muy importante que supone el 70% de la producción de la UE y el 45% de la mundial (“Aceite de oliva”, 2022). Esta cuota de mercado nos sitúa como el principal productor mundial de aceite de oliva, por delante de Italia,

Grecia o Turquía. Es debido a esta alta producción de aceite de oliva de nuestro país, que es importante buscar una alternativa de reutilización o de reducción de los subproductos de la producción de este aceite.

Los aceites de oliva vírgenes (AOV) son los tipos de aceites de oliva más valorados y comercializados debido a sus características organolépticas. La denominación de aceites de oliva vírgenes se refiere únicamente a “*los aceites obtenidos a partir del fruto del olivo únicamente por procedimientos físicos, en condiciones, sobre todo térmicas, que no ocasionen la alteración del aceite y que no hayan sufrido tratamiento alguno distinto del lavado, la decantación, el centrifugado y la filtración, con exclusión de los aceites obtenidos mediante disolventes o por procedimiento de reesterificación y de cualquier mezcla con aceites de otra naturaleza*”. (Reglamento N.º 356/92/CEE. Diario Oficial del 15 de febrero de 1992. Que modifica el Reglamento N.º 136/66/CEE). Según este reglamento los tipos de aceites de oliva son: el aceite de oliva virgen extra (< 1°), aceite de oliva virgen (< 2°), aceite de oliva corriente (< 3.3°) y el aceite de oliva lampante (acidez superior a 3.3°) el cual no es apto para el consumo humano (“Tipos de aceite de oliva - Aceite de Oliva”, 2022).

El hecho de que el AOV tengan estas características organolépticas tan deseadas es principalmente debido a su método de extracción basado únicamente en tratamientos mecánicos en frío, a diferencia de otros aceites de oliva en los que se usan disolventes alimentarios (como el furfural) para extraer el máximo de fracción oleosa de la oliva o se recurre a la mezcla de

AOV con otros aceites más ácidos con el objetivo de reducir la acidez del aceite refinado con el cual se mezcla (Roldán & Márquez, 2002)

Como se puede observar en la *Figura 1*, se producen dos efluentes de contaminantes durante la producción del AOV, el alpechín (subproducto líquido) y el alperujo (subproducto sólido), es sobre este último efluente sobre el que trataremos este trabajo y su posibilidad de uso como ingrediente alimentario.

Caracterización de los subproductos de la fabricación de aceite de oliva

Como se puede ver en la *Figura 1* en el proceso de fabricación del aceite de oliva se obtienen dos subproductos principalmente: el alpechín y el alperujo.

- **Alpechín:** La composición de este subproducto es muy variable, depende de muchos factores, como el tipo de oliva, la etapa de madurez del fruto o el tiempo que ha estado almacenado, entre otros.

Este subproducto está formado por la fracción acuosa de la oliva, sumado a las aguas de lavado y procesado utilizadas en la producción del aceite de oliva. Posee una tonalidad negra y un olor fuerte y desagradable, además de que en su composición se encuentran en suspensión restos de pulpa, sustancias pépticas, mucilagos y pequeñas cantidades de aceite (en torno a un 0.5% en emulsión estable) (Paredes & Brito, 2012)

- **Alperujo (AP):** Este subproducto consiste en la fracción sólida obtenida en la producción del aceite de oliva.

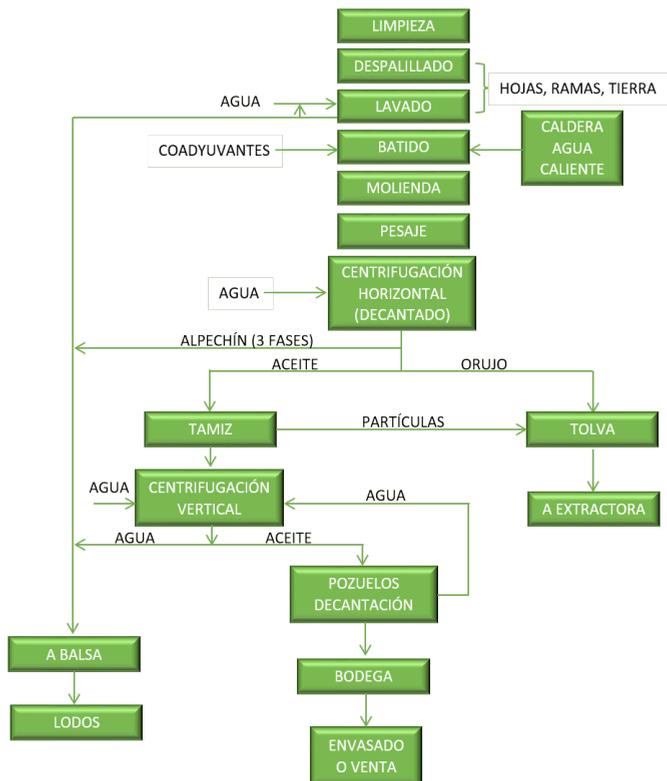


Figura 1. Diagrama de flujo de sistema continuo 2 o 3 fases. (Roldán y Márquez, 2002).

El AP se caracteriza principalmente por su contenido en humedad de un 64% y un valor de pH de 5.32. En cuanto a la composición de macronutrientes destaca el contenido en lignina, celulosa y hemicelulosa (426.350 y 193.6 g Kg⁻¹ respectivamente) (Albuquerque, 2004). Otro de los contenidos interesantes a destacar en este subproducto es el de micronutrientes, entre los que se encuentra el K, con una concentración de 19.8 g Kg⁻¹ y de fenoles totales hidrosolubles (14.2 g Kg⁻¹). Esta composición es diferente en función del método de obtención del aceite y varía en su composición lipídica (Albuquerque, 2004).

Debido a su composición en lignina, fenoles y su alto grado de unión con el resto de los componentes orgánicos del subproducto es difícil poder usarlo como compost debido a que los microorganismos y enzimas son inhibidos. Por desgracia no es posible su utilización sin haber sido compostado previamente ya que sería una fuente de contaminación del suelo debido a la acidificación del mismo, inhibición de la germinación de las semillas y sus propiedades antimicrobianas. (Albuquerque, 2004).

Estas propiedades antimicrobianas son debidas a la presencia de oleuropeína (OP). Esta molécula es un fenol secoiroide y el compuesto bioactivo mayoritario en el olivo (Topuz & Bayram, 2021).

La propia *European Food Safety Authority* estableció en 5 mg la ingesta diaria recomendada de OP y derivados por su protección frente a los lípidos plasmáticos y el daño oxidativo (*EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA)*, 2011)

Una de las más importantes funciones biológicas que tiene la OP es su actividad antioxidante, capaz de eliminar radicales libres (Hassen, Casabianca & Hosni, 2015) y posee beneficios en lo relativo a los niveles de colesterol HDL (Covas & Salonen et al., 2006) y proteger del estrés oxidativo a colesterol LDL (de la Torre-Carbot, Chávez-Servín, Jaúregui, Castellote, Lamuela-Raventós, Nurmi et al.

2010). A su vez, también posee propiedades antimicrobianas frente a *Escherichia coli*, *Salmonella poona*, *Bacillus cereus* y *Candida albicans* (Serra, Matias, Leitão, Brito & Bronze. 2008).

Debido a estas características tan atractivas que posee la OP que está muy presente en el AP, se han buscado maneras de utilizarlo como ingrediente alimentario.

Hay estudios recientes en los que se usa AP como ingrediente en diferentes formulaciones como por ejemplo en granola, pasta y pan (Cecchi, Schuster, Flynn, Bechtel, Bellumori, & Innocenti. 2019); (Cedola, Cardinali, Del Nobile, & Conte. et al, 2019); (Cedola, Cardinali, D'Antuono, Conte, & Del Nobile. 2020). Se ha estudiado en masas de panadería como afecta a la reología la adición de oleuropeína pura (Renoldi, Lucci and Peressini, 2022).

El objetivo de este trabajo es investigar un procedimiento para reutilizar el AP incorporando este subproducto como ingrediente de pan y caracterizar el producto obtenido mediante un estudio de sus características físico-químicas y organolépticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Subproducto Alperujo

1.1. Caracterización del subproducto Alperujo

Los subproductos vegetales han sido proporcionados por la almazara Dcoop de Málaga y la empresa Agrosingularity. Se nos proporcionaron con dos tipos de subproductos: AP seco graso y AP seco desgrasado. Se decidió usar el subproducto graso para la formulación alimentaria por sus características organolépticas.

1.2. Pretratamiento del subproducto.

Se realizó un tratamiento de molienda del subproducto para obtener un tamaño de grano correcto que permitiera una adecuada homoge-

nización y mezclado con el resto de los componentes del pan. Se utilizaron dos molinos, uno para la premolienda y otro para una molienda más exhaustiva.

La premolienda se realizó en un molino modelo Retsch GM 200 a 8500 rpm durante 30 segundos. Una vez realizada se procedió a una molienda más exhaustiva. Esta molienda se realizó en un molino modelo Retsch ZM200 a 8500 rpm durante un minuto. Ambos equipos fueron prestados por el departamento de Nutrición Animal de la Universidad de Murcia.

2. Elaboración de los panes

Para la elaboración de los panes se adaptó la receta de pan utilizada en otro estudio (Cedola et al, 2019) para poder elaborarla en la panificadora utilizando tres diferentes concentraciones de subproducto (5%, 10% y 15%).

La elaboración de los panes se realizó en una panificadora SilverCrest automática SBB 850 E1 con el fin de que la reproducibilidad de los panes fuera lo más alta posible. La adición del subproducto a la receta se hizo en sustitución de harina y se seleccionaron varias concentraciones con el fin de ver de qué manera afectan a las propiedades del pan.

2.1. Ingredientes

Se usó harina de trigo de fuerza marca Hacendado (W=360), aceite de oliva virgen extra

marca Hacendado, levadura fresca marca Levital, azúcar blanco marca Hacendado y sal fina marca Hacendado.

2.2. Recetas

En la *Tabla 1* se encuentran las recetas seguidas en la elaboración del pan. La elaboración se realizó pesando y añadiendo los ingredientes líquidos, y posteriormente los sólidos (previamente homogeneizados).

3. Porcentaje Baker's

Este parámetro sirve para relacionar la cantidad de un ingrediente determinado respecto a la cantidad total de harina. Este porcentaje se usa con el fin de obtener una relación entre la masa de harina y la masa del resto de ingredientes de forma individual ("*Clean Label Mold Inhibitors for Baking - Oklahoma State University*", 2022). Se obtiene mediante la fórmula:

$$\text{Porcentaje Baker's} = \frac{\text{Gramos de ingrediente}}{\text{Gramos de harina totales}} \times 100$$

4. Colorimetría de la corteza

Para la medida del color se utilizó un colorímetro modelo Portable Color Difference Meter TCD100. Se realizaron 10 medidas en zonas del pan con menos irregularidades con el fin de que la medida fuera lo más correcta posible. Las medidas obtenidas se expresan mediante el sistema

Tabla 1. Formulación de los diferentes panes.

Tipo De Pan (g)	Harina (g)	Agua (ml)	AP (g)	Levadura (g)	Azúcar (g)	Sal (g)	AOV (g)
Control	500	300	0	15	5	10	20
AP5	475	300	25	15	5	10	20
AP10	450	300	50	15	5	10	20
AP15	425	300	75	15	5	10	20

de coordenadas CIELab donde L: luminosidad, b: relación azul/amarillo y a: relación verde/rojo. Se adaptó el método de Giovanelli & Cappa (2021).

5. Pérdida de peso por cocinado

Esta medida se realizó con el fin de determinar las pérdidas de peso por el cocinado. Se pesó el pan una hora después del fin del cocinado. Este parámetro se expresa en forma de porcentaje de pérdida respecto al peso inicial del pan previo al horneado. Este método se adaptó de Wirkijowska, Zarzycki, Sobota, Nawrocka, Blicharz-Kania, y Andrejko (2020).

$$\text{Pérdidas por cocinado(\%)} = \frac{(\text{Peso inicial} - \text{Peso final})}{\text{Peso inicial}} * 100$$

6. Determinación de fenoles totales

Se ha utilizado el método descrito en la norma ISO 14502-1:2005 (E). Se tomó una muestra representativa de miga y corteza de los panes. Se trata de un método espectrofotométrico que utiliza el reactivo Folin-Ciocalteu. Los fenoles totales se determinaron mediante medida de la absorbancia a 765 nm y una recta de calibración tomando como patrón ácido gálico.

7. Pérdida de altura y peso

Con el fin de determinar la evolución de la altura y el peso de los panes a lo largo del tiempo se realizaron medidas de altura y peso a cada pan. Los panes fueron almacenados a temperatura ambiente y una HR entre 60-70% y sin envasar. Las medidas se realizaron durante 3 días (día 0, día 1 y día 2).

8. Evolución de la textura

Para la medida de la textura se siguió el protocolo descrito en Renoldi et al. (2022). El método seguido fue el AACC Method 74-09. El texturómetro utilizado fue un Brookfield

CT3 con una sonda de 10 mm de diámetro. Las muestras para la medida de textura fueron tomadas del centro del pan y con forma de cubo con un tamaño de arista de 25 mm.

Esta medida de textura se realizó durante varios días con el fin de observar la evolución de la dureza a lo largo del tiempo. Se realizaron medidas a 3 muestras por cada día y por cada pan experimental y se usó la media entre los resultados obtenidos cada día.

9. Análisis sensorial

9.1. Descripción del método de análisis

Los panes seleccionados para la realización de este análisis fueron el pan control y el AP5, debido a los resultados arrojados en los experimentos realizados anteriormente y en vista de que su aceptabilidad podría ser mayor debido a su sabor más suave que el resto de los panes. Se seleccionaron ambos para poder tener una comparativa entre ambos tipos de panes y ver como variaba la aceptabilidad de los parámetros y la intensidad de estos. Las encuestas se cumplimentaron de forma anónima, con el fin de respetar la privacidad.

El análisis sensorial fue realizado por personas no entrenadas, aunque si recibieron unas nociones básicas previas a la realización de la cata.

La cata se realizó usando muestras de 10 mm de grosor de cada tipo de pan y numeradas (el numero 169 correspondió con el pan control y el numero 500 con el AP5).

A los catadores no se les indico en ningún momento el tipo de pan del que se trataba y se les pregunto previamente sobre sus intolerancias o alergias con el fin de evitar posibles problemas.

La ficha de cata fue redactada con el fin de que los catadores expresaran su grado de satisfacción o de intensidad detectada en función de una escala hedónica del 1 al 10, siendo 1 nada aceptable o nada intenso y el 10 muy aceptable o muy intenso.

Los parámetros a analizar en el análisis sensorial fueron:

- **Apariencia:** Los catadores dieron una valoración en función de nivel de agrado. Dentro de este atributo se engloban los valores siguientes: grosor de la corteza, color en el interior, color externo y tamaño de la miga.
- **Textura:** En este parámetro también fue valorado en función de su aceptabilidad por el catador. Los atributos utilizados fueron: firmeza de la corteza y firmeza de la miga.
- **Gusto:** En este caso la valoración fue dada en función de la intensidad con la que los catadores detectaban los diferentes sabores: dulce, salado, agrio, amargo y astringente.
- **Aroma:** La valoración de este atributo también fue dada dentro de una escala hedónica de 10 puntos en función de la intensidad detectada por el catador. Los aromas usados para la evaluación fueron: tostado, almendrado, levadura, oliva, ce-real y terroso.
- **Sabor:** Los sabores valorados en este apartado fueron: tostado, almendrado, levadura, oliva, cereal y terroso.
- **Regusto:** Los sabores valorados en este apartado fueron: dulce, agrio, astringente, salado, amargo y oliva.

Al final de la realización de cada cata se solicitó a los participantes que eligieran cual de ambas muestras les había gustado más, con el fin de obtener un valor aproximado del nivel de satisfacción general con el producto.

9.2. Caracterización de la muestra

El panel de cata estuvo formado por 22 personas (14 hombres y 8 mujeres) de entre 69 y 16 años. Los individuos por franjas de edad fueron:

- Entre 0 y 18 años: 1
- Entre 19 y 30 años: 6

- Entre 31 y 50 años: 6
- 50 años o más: 9

9.3. Tratamiento de los datos

Para el tratamiento de datos se utilizó el programa SPSS. Se introdujeron los resultados de las pruebas sensoriales. Se introdujeron los resultados aportados por cada catador y se calculó la media de cada uno de los valores evaluados en cada uno de los panes.

RESULTADOS

En el caso del pan control, el porcentaje Baker's del AP tiene un valor de un 0% ya que en su receta no contiene como ingrediente AP. Utilizando los valores de las recetas de la *Tabla 1* se obtuvieron los valores representados en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Valores de porcentaje baker's.

MUESTRA	PORCENTAJE BAKER'S
Control	0%
AP5	5.26%
AP10	11.10%
AP15	17.64%

Los resultados obtenidos en la colorimetría se muestran en la *Tabla 3*, donde junto a cada valor numérico de color se muestra el propio color RGB. Se han adjuntado también la evolución de las diferentes coordenadas CIELab que se pueden observar en la *Figura 2*.

En el caso de la pérdida de peso por cocción, los resultados se pueden observar en la *Figura 3*. Se pueden observar que las pérdidas de peso durante la cocción son similares en el caso del pan control y AP5.

En la *Figura 4* se muestran los resultados de fenoles totales expresados en µg de ácido gálico por gramo de pan.

En las *Figuras 5 y 6* se muestran respectivamente los datos obtenidos de evolución de la altura y el peso a lo largo de 3 días de almacenamiento de los panes.

La textura es un parámetro muy importante para tener en cuenta en el pan y, sobre todo, su evolución a lo largo de los días. Los resultados de textura obtenidos se muestran en la *Figura 7*.

Las muestras de pan AP5 fueron las que mejor aceptación tuvieron en las catas previas. En las *Figuras 8 a 14* se muestran los resultados del análisis sensorial de las muestras de pan AP5 comparadas con el pan control.

DISCUSIÓN

En lo relativo a la colorimetría como se puede observar en la *Tabla 3*, existe una relación bastante clara entre la intensidad del color del pan y la concentración de AP. En la *Figura 2* se puede ver un cambio importante de tonalidad, el mayor cambio se trata de la disminución del valor de la coordenada L* (luminosidad), bastante pronunciada en el momento en que se añade el AP a la formulación, pero bastante menos pronunciada conforme se aumenta la concentración de este. En el caso de las coordenadas a* se puede observar un aumento de estas, a diferencia de las coordenadas b* que tienden a disminuir. En el caso de las tres coordenadas parece que todas tienen una tendencia a estabilizarse en los últimos valores que corresponden al AP15 (L*: 38.46, a*: 10.13, b*: 11.89).

El incremento de pérdida peso por cocción se produce en el caso del AP10 y AP15. Esta pérdida más alta que el resto es posible que se deba a una interacción entre la fracción lipídica del subproducto y el agua de la formulación, produciendo una pérdida de agua más alta por el efecto hidrofóbico. Esta hipótesis está basada en la experiencia durante la elaboración de estos panes, ya que se observaba que al final de la cocción, se producía una condensación de agua en la tapa de la panificadora bastante pronunciada, algo que no ocurría con los panes

que poseían una concentración más baja de AP. En artículos publicados en los cuales se realiza esta determinación con semillas de lino también ricas en grasa se obtienen unos resultados en el pan control de un 13,5% de pérdida de peso por cocción y en el caso de los panes con harina de lino en su formulación la variación de este parámetro es mínima de solo el $\pm 0.3\%$. (Wir-kijowska et al., 2020).

Tabla 3. Valores de color en coordenadas CIE-Lab y RGB.

MUESTRA	Coordenadas CIELab
Control	L: 73.27 \pm 0.42 a*: 19.01 \pm 1.03 b*: 4.22 \pm 0.09
AP5	L: 41.14 \pm 0.61 b*: 15.30 \pm 0.71 a*: 8.45 \pm 0.42
AP10	L: 38.88 \pm 1.06 b*: 13.9 \pm 0.41 a*: 9.58 \pm 0.27
AP15	L: 38.46 \pm 0.85 b*: 11.89 \pm 0.63 a*: 10.13 \pm 0.25

Se puede apreciar un incremento importante de la concentración de fenoles totales, respecto al pan control, que es proporcional a la cantidad de AP usado como ingrediente en los panes.

En la *Figura 5* se puede observar la evolución de la altura de los panes a lo largo de tres días. En el caso del pan control, se produce una pérdida de 1 cm de altura durante los tres días que duró esta determinación. En el caso de los panes con AP se observa que la altura inicial (día 1) es menor que la del pan control, y conforme aumenta la concentración de AP añadido a la receta disminuye más aún. Esto es debido posiblemente al efecto inhibitor que tiene la

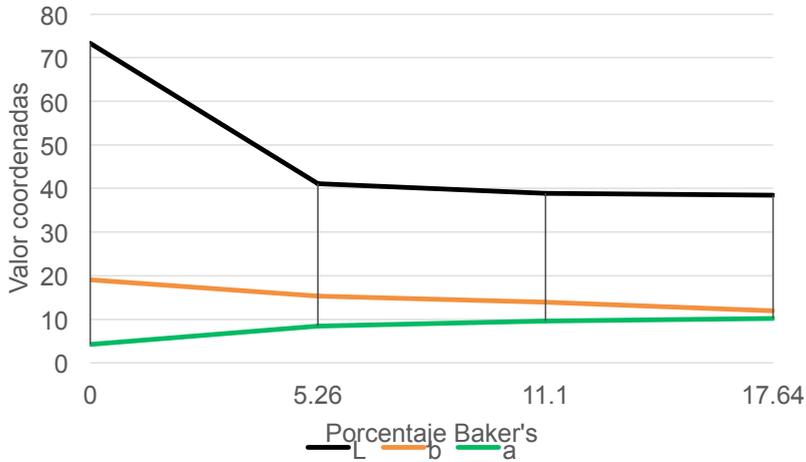


Figura 2. Variación de las coordenadas CIELab respecto al porcentaje Baker's.

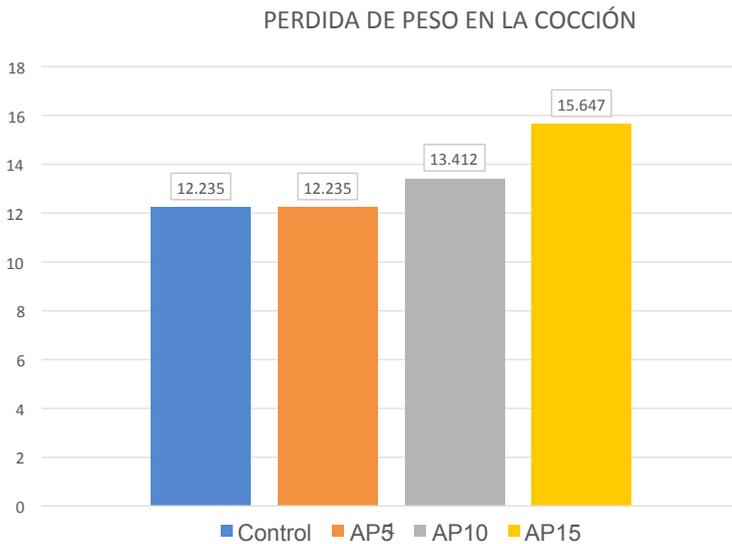


Figura 3. Pérdidas por cocción en los panes expresado en porcentaje de pérdida de peso.

oleuropeína sobre la levadura, entorpeciendo la fermentación del pan y evitando que alcance la altura del pan control.

La pérdida de altura a lo largo del almacenamiento en el caso de los panes con AP es menor que la del control, siendo la menor de todas la que

sufre la muestra AP5, esto nos da una idea de la capacidad de este tipo de pan de mantener su forma a lo largo del periodo estudiado. En el caso de AP10 y AP15, se observa que la pérdida de altura es más pronunciada que la que sufre AP5, pero aun así no supera a la pérdida de altura del control.

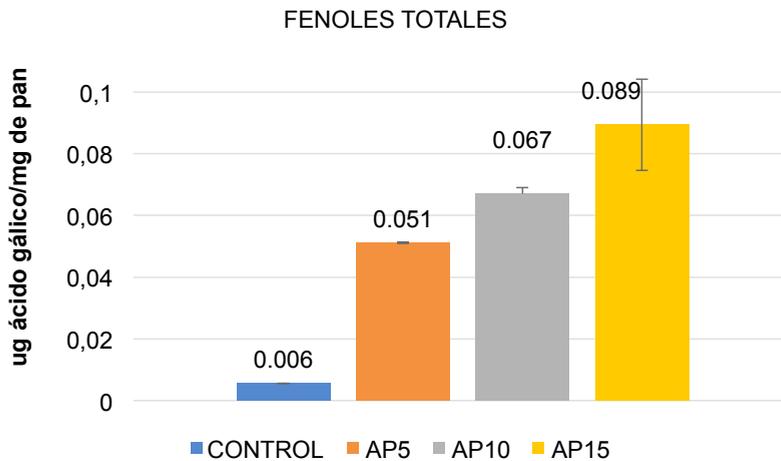


Figura 4. Concentración de fenoles totales de todas las muestras expresadas en μg de ácido gálico por gramo de pan.

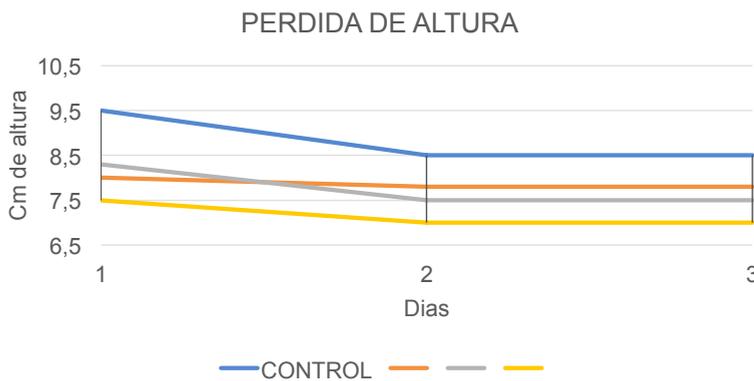


Figura 5. Pérdidas de altura (en cm) a lo largo de 3 días.

En la *Figura 6* se representan las pérdidas de peso de los diferentes panes a lo largo de los 3 días de almacenamiento. Se puede observar que en el caso del pan control y AP5 el peso inicial es el mismo, debido a que la pérdida de peso por la cocción es la misma en el caso de estos dos panes (ver *Figura 3*).

En el caso de los panes con mayor contenido de AP (muestras AP10 y AP15) el peso inicial es menor conforme aumenta la concen-

tración de AP debido, posiblemente a un mayor efecto hidrofóbico relacionado con un mayor contenido de AP, lo cual facilita la pérdida de agua durante el proceso de cocción de los panes, tal como se ha mencionado anteriormente en la discusión de los resultados del apartado de la pérdida de peso por cocción.

Los resultados muestran que la menor pérdida de peso a lo largo de los 3 días es la que sufre el AP5, que es de unos 26 g, a diferencia del

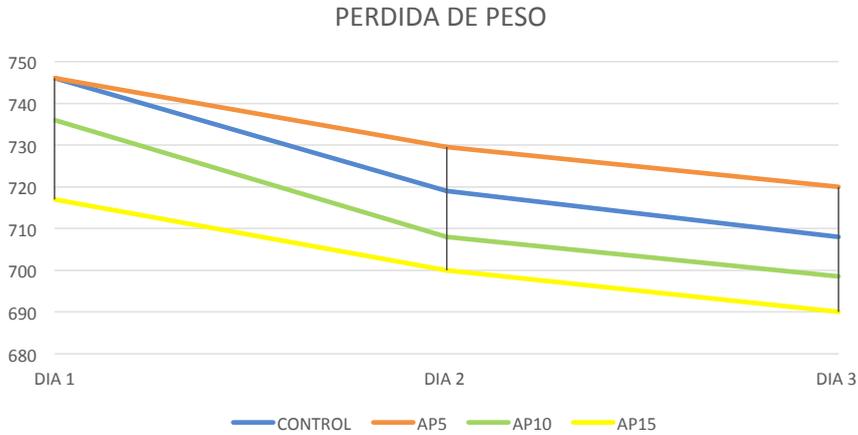


Figura 6. Pérdidas de peso (en gramos) a lo largo de 3 días.

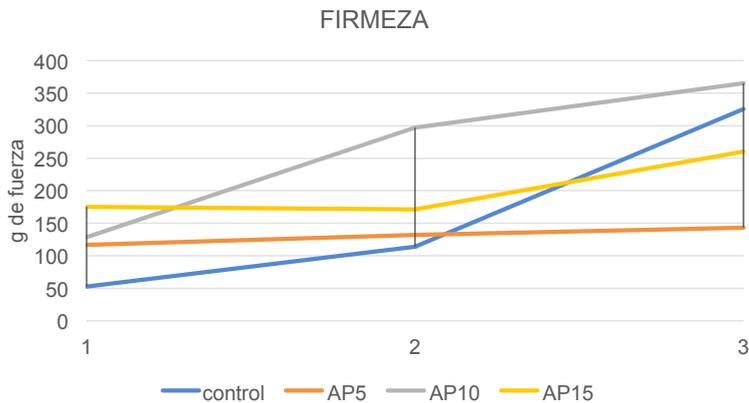


Figura 7. Evolución de la firmeza (g de fuerza) a lo largo de 3 días.

control (38 g), el AP10 (38 g) y el AP15 (27 g). Es decir, considerando la pérdida de peso tras el cocinado, el AP5 es la formulación óptima y esto puede ser debido a que hay una buena retención de agua porque predomina el efecto del contenido de fibra sobre el efecto hidrofóbico del contenido graso a esa concentración de AP.

Como se puede observar en la *Figura 7*, la dureza inicial de cada pan es diferente. Esta dureza aumenta conforme aumenta la concentración de AP en la formulación. Esto es debido

seguramente al aumento del contenido en fibra del pan, y al efecto inhibitorio de la fermentación que posee la oleuropeína.

En lo relativo a la evolución de la textura, se puede ver en la *Figura 7* que el menor incremento de dureza se produce en el AP5. Esto se traduce en una mayor facilidad para masticar dicho pan a lo largo de los días, pudiendo aguantar tierno un tiempo mayor al resto de panes bajo las mismas condiciones de conservación. Este endurecimiento típico del del

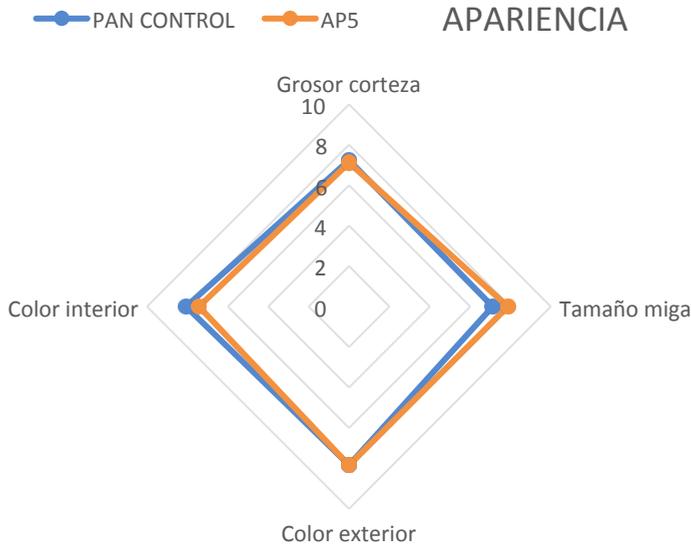


Figura 8. Comparación de la aceptabilidad de la apariencia entre el pan control y el AP5.

pan durante su almacenamiento puede deberse, entre otras causas, a una posible retrogradación del almidón, una redistribución o pérdida de agua o a una interacción gluten–almidón (Luna-Fernández & Bárcenas-Pozos. 2011).

Las muestras de pan AP5 fueron las que mejor aceptación tuvieron en las catas previas. En las *Figuras 8 a 14* se muestran los resultados del análisis sensorial de las muestras de pan AP5 comparadas con el pan control.

En lo relativo a la apariencia no se observa una diferencia muy grande entre la valoración de aceptabilidad de ambos panes. La gran diferencia se sitúa en la aceptabilidad del tamaño de miga y el color interior, como puede observarse en la *Figura 8*.

En el caso del tamaño de miga, a los catadores les pareció más aceptable el tamaño de miga del AP5. En cuanto al color interior, a los catadores les pareció más apetecible el color del pan control. No es algo sorprendente debido a que el AP5 ya poseía un color de miga bastante oscuro. Pese a esto, la diferencia entre ambos

panes, en los dos parámetros en los que la diferencia fue significativa fue también pequeña.

En el valor del tamaño de miga, el incremento de la valoración de la muestra AP5 respecto a pan control es de un 9%. En cuanto al color del interior del pan, la diferencia entre la valoración del pan control y el AP5 es de un 13%.

Los resultados de textura pueden verse en la *Figura 9*. En este caso, la diferencia entre ambos panes es mínima (menos de un punto). Teniendo en cuenta estos resultados, se puede decir que la mayoría de los catadores han preferido el pan control en cuanto a la firmeza de la corteza. En el caso de la firmeza de la miga han elegido el AP5. La firmeza de la corteza del pan control obtuvo un valor de un 2% por encima del AP5, y en la firmeza de la miga el AP5 obtuvo un valor de 1% por encima del pan control.

En el atributo relativo al gusto, sí que se observa diferencia entre ambos panes. La mayor desviación del AP5 respecto al pan control se produce en el sabor amargo. El sabor dulce se ve disminuido en su apreciación en el caso de AP5

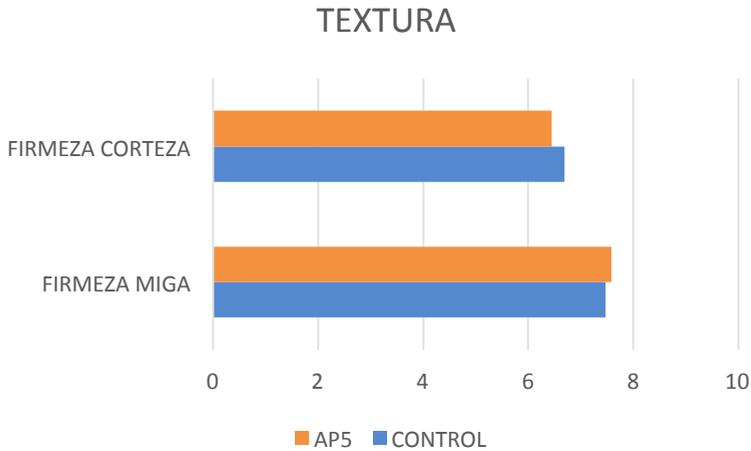


Figura 9. Comparación de la aceptabilidad de la textura en el pan control y AP5.

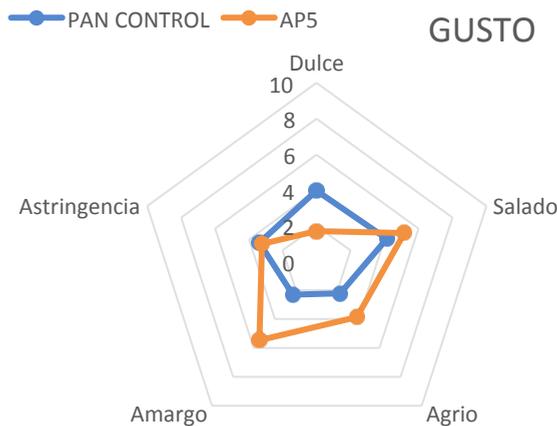


Figura 10. Comparación de la intensidad detectada en el gusto entre el pan control y el AP5.

respecto al control, quizás debido al predominio del sabor amargo o a la inhibición de la ptialina o amilasa salival. Se produce también una desviación en los sabores agrio y salado, pero menor.

En el sabor dulce, la diferencia entre ambos panes reside en que el pan control se valoró en

un 129% superior al AP5. En el caso del sabor amargo, el AP5 se percibió en un 170% más que en el pan control. También aumentó la valoración del sabor agrio en un 120%.

En cuanto a los atributos de sabor y aroma, se observa que en ambas figuras (*Figura 11* y

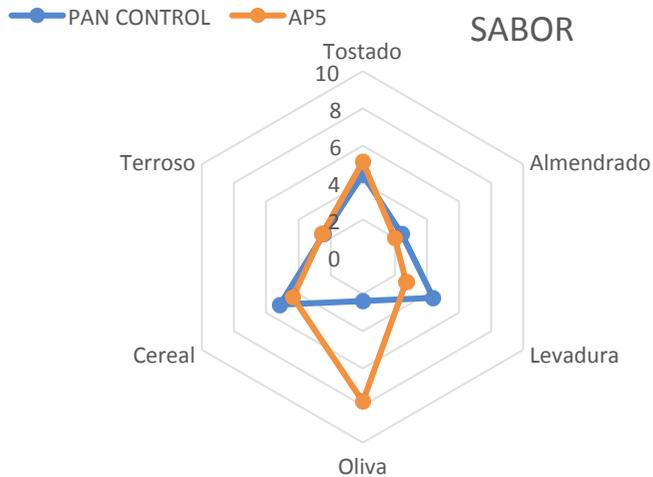


Figura 11. Comparación entre la intensidad de sabor entre el pan control y el AP5.



Figura 12. Comparación de la intensidad detectada en el aroma entre el pan control y AP5.

Figura 12) ambos panes son muy similares en ambos parámetros excepto en el aroma y sabor a oliva. En el caso del sabor el AP5 obtuvo una valoración un 225% superior al pan control. En cuanto al aroma, la valoración fue un 214% superior al pan control.

En la Figura 13 puede observarse las diferencias detectadas en el gusto entre los panes. La mayor desviación se produce en regusto a oliva y el amargor. Estas diferencias son de un 223% superior en el caso del regusto a oliva y un 170% superior en el regusto amargo.

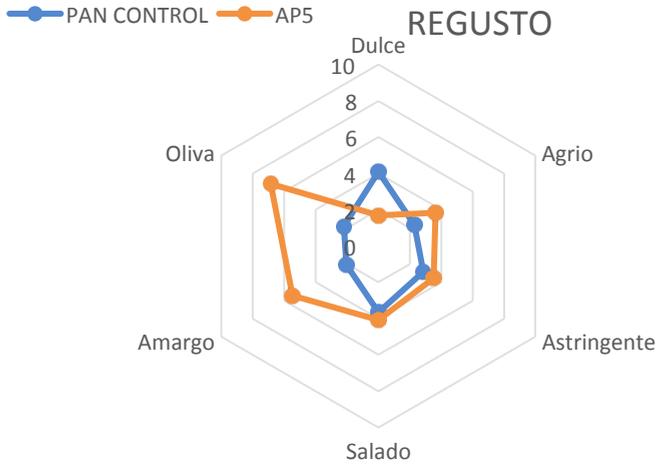


Figura 13. Comparación de la intensidad del regusto entre el pan control y AP5.

PREFERENCIA

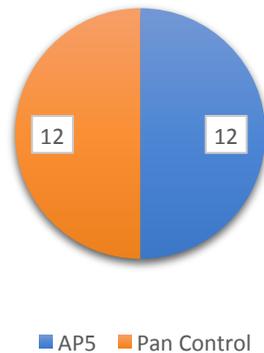


Figura 14. Cantidad de catadores que eligieron cada pan.

En la figura anterior (*Figura 14*) se observa la proporción entre las personas que eligieron como favorito el AP5 y el pan control. La proporción es 1:1, es decir un 50% de los encuestados prefirieron el pan con alperujo antes que el pan control.

En general, el análisis sensorial ha demostrado que la aceptabilidad del AP5 es mejor de la esperada (un 50% de la muestra lo prefirió al pan control) en vista de los resultados obtenidos en los atributos de gusto, aroma, sabor y regusto. Estos parámetros muestran una desvia-

ción clara hacia el sabor amargo y oliva, que se podría suponer como un sabor con tendencia al rechazo. En lo relativo a la aceptabilidad de la apariencia y la textura, los resultados son muy prometedores, ya que las diferencias entre ambas muestras son mínimas, incluso en algunos parámetros como el tamaño o la firmeza de la miga, tienen mayor aceptabilidad el AP5.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran la posibilidad de usar el AP (alperujo) como un ingrediente que aporte valor nutricional interesante a los panes que lo contengan en su formulación. El hecho de que exista la posibilidad de usarlo como ingrediente permitiría su reutilización y a su vez reducir el impacto en el medio ambiente de la industria oleícola.

Se ha obtenido un tipo de pan con AP con mejores características fisicoquímicas que el mismo pan sin AP o pan control. La evolución de la textura a lo largo de los días muestra que la vida útil del pan con este ingrediente es superior al pan sin alperujo. Esto es debido a la cantidad de fibra y a la capacidad de retención de agua que posee, que permite retrasar el endurecimiento del pan.

Una de las características más llamativas de este producto es su contenido en fenoles totales, que pueden ser constituir un aporte importante del requerimiento diario en una dieta equilibrada.

Las pérdidas de peso y altura a lo largo del tiempo son menores en los panes que poseen alperujo en su formulación, debido a la fibra, que aumenta la capacidad de retención de agua.

El panel de cata que realizó la valoración de las propiedades organolépticas valoró a los panes de manera muy similar en cuanto a la aceptabilidad de la apariencia y la textura de la miga y la corteza. Las diferencias entre ambos tipos de panes se encuentran en los atributos de sabor, gusto, aroma y regusto. En estos valores se observa una diferencia en la intensidad de los sabores y olores como la oliva, amargor y agrio.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceite de oliva*. Mapa.gob.es. (2022)., <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/aceite-oliva-y-aceitunamesa/aceite.aspx> . Acceso 13 junio 2022
- Albuquerque, J. (2004). Agrochemical characterisation of “alperujo”, a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction. *Bioresource Technology*, 91(2), 195-200. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(03\)00177-9](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(03)00177-9).
- Annamaria Cedola, Angela Cardinali, Matteo Alessandro Del Nobile, & Amalia Conte. (2019). Enrichment of Bread with Olive Oil Industrial By-Product. *Journal Of Agricultural Science And Technology B*, 9(2). <https://doi.org/10.17265/2161-6264/2019.02.005>.
- Cedola, A., Cardinali, A., D'Antuono, I., Conte, A., & Del Nobile, M. (2020). Cereal foods fortified with by-products from the olive oil industry. *Food Bioscience*, 33, 100490. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100490>.
- Caraballo Roldán, A., & Sousa Márquez, M. (2002). *Manual de gestión ambiental*. Consejería de Medio Ambiente.
- Cecchi, L., Schuster, N., Flynn, D., Bechtel, R., Bellumori, M., & Innocenti, M. et al. (2019). Sensory Profiling and Consumer Acceptance of Pasta, Bread, and Granola Bar Fortified with Dried Olive Pomace (Pâté): A Byproduct from Virgin Olive Oil Production. *Journal Of Food Science*, 84(10), 2995-3008. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14800>.
- Clean Label Mold Inhibitors for Baking - Oklahoma State University*. (2022). Retrieved 1 June 2022, from <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/clean-label-mold-inhibitors-for-baking.html>.
- Covas, M., & Salonen, J. (2007). The Effect of Polyphenols in Olive Oil on Heart Disease Risk Factors. *Annals Of Internal Medicine*, 146(5), 394. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-146-5-200703060-00015>.

- de la Torre-Carbot, K., Chávez-Servín, J., Jauregui, O., Castellote, A., Lamuela-Raventós, R., & Nurmi, T. et al. (2010). Elevated Circulating LDL Phenol Levels in Men Who Consumed Virgin Rather Than Refined Olive Oil Are Associated with Less Oxidation of Plasma LDL. *The Journal Of Nutrition*, 140(3), 501-508. <https://doi.org/10.3945/jn.109.112912>.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA); Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to polyphenols in olive and protection of LDL particles from oxidative damage EFSA Journal 2011;9(4):2033[25pp.]. doi: 10.2903/j.efsa.2011.2033. Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal
- Espinosa, L. (2004, Apr 30). Aceite de oliva: oro líquido. *La Opinión* <https://www.proquest.com/newspapers/aceite-de-oliva-oro-liquido/docview/368208249/se-2?accountid=17225>
- Giovanelli, G., & Cappa, C. (2021). 5-Hydroxymethylfurfural Formation in Bread as a Function of Heat Treatment Intensity: Correlations with Browning Indices. *Foods*, 10(2), 417. <https://doi.org/10.3390/foods10020417>.
- Hassen, I., Casabianca, H., & Hosni, K. (2015). Biological activities of the natural antioxidant oleuropein: Exceeding the expectation – A mini-review. *Journal Of Functional Foods*, 18, 926-940. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.09.001>.
- ISO 14502-1:2005 Determination of substances characteristic of... Une.org. (2022). Retrieved 5 June 2022, from <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/iso?c=031356>.
- M. Luna-Fernández & M. E. Bárcenas-Pozos. (2011). Envejecimiento del pan: causas y soluciones. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 5 - 2 (2011): 40 – 53.
- Paredes, J., & Brito, R. (2012). Recuperación electroquímica del agua del Alpechín del aceite de oliva, para evitar la contaminación del medio ambiente y su reutilización como agua de riego. *Observatorio Medioambiental*, 15(0). https://doi.org/10.5209/rev_obmd.2012.v15.40339.
- Renoldi, N., Lucci, P., & Peressini, D. (2022). Impact of oleuropein on rheology and breadmaking performance of wheat doughs, and functional features of bread. *International Journal Of Food Science & Technology*, 57(4), 2321-2332. <https://doi.org/10.1111/jifs.15585>.
- Serra, A., Matias, A., Nunes, A., Leitão, M., Brito, D., & Bronze, R. et al. (2008). In vitro evaluation of olive- and grape-based natural extracts as potential preservatives for food. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9(3), 311-319. <https://doi.org/10.1016/j.jfset.2007.07.011>.
- Tipos de aceite de oliva - Aceite de Oliva. Aceite de Oliva. (2022). Retrieved 14 June 2022, from <https://www.aceitedeoliva.com/tipos-de-aceite-de-oliva/>.
- Topuz, S., & Bayram, M. (2021). Oleuropein extraction from leaves of three olive varieties (*Olea europaea* L.): Antioxidant and antimicrobial properties of purified oleuropein and oleuropein extracts. *Journal Of Food Processing and Preservation*. doi: 10.1111/jfpp.15697.
- Wirkijowska, A., Zarzycki, P., Sobota, A., Nawrocka, A., Blicharz-Kania, A., & Andrejko, D. (2020). The possibility of using by-products from the flaxseed industry for functional bread production. *LWT*, 118, 108860. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108860>.