



ESPAÑA



A23L 25/00 (2006.01)

A1

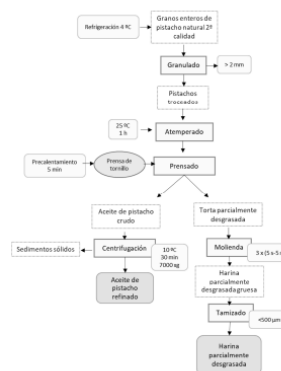
18.09.2026

GRUPO PISTACYL, S.L.U. (10,00%)

PÉREZ HERAS, Pedro

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

La presente invención se refiere a un procedimiento para obtener harina desgrasada y aceite refinado obtenidos a partir de pistacho y un concentrado proteico obtenido a partir de la harina desgrasada. Se refiere también a los usos es estos tres productos, especialmente en alimentación y más concretamente en alimentos dirigidos a población mayor de 65 años y deportistas. El proceso desarrolla productos de interés nutricional con un subproducto de partidas de pistacho de inferior calidad comercial, que tienen propiedades sensoriales específicas.



DESCRIPCIÓN**PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE PISTACHO PARCIALMENTE
DESGRASADA Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS QUE LA COMPRENDEN**

5

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se enmarca dentro de la alimentación. Más específicamente a subproductos del proceso de extracción de aceite de pistacho como ingredientes en productos alimenticios, como galletas, barritas energéticas, o harina.

ANTECEDENTES

El pistacho es un fruto seco que destaca por sus propiedades nutricionales, con un alto contenido en lípidos entre los que predominan los ácidos grasos mono- y polinsaturados, y la presencia de fitoquímicos bioactivos con potenciales efectos positivos para la salud, como fenoles, flavonoides, proantocianidinas, fitoesteroles y carotenoides (Bolling BV *et al.*, 2011. Tree nut phytochemicals: Composition, antioxidant capacity, bioactivity, impact factors. A systematic review of almonds, Brazils, cashews, hazelnuts, macadamias, pecans, pine nuts, pistachios and walnuts. In *Nutrition Research Reviews* 24(2); 244–275). Además, la gran calidad nutricional del pistacho se encuentra también asociado a la cantidad de proteínas de alto valor biológico que contienen, fibra dietética, vitaminas y minerales (Dreher ML, 2012. Pistachio nuts: Composition and potential health benefits. In *Nutrition Reviews* 70(4); 234–240). Su elevado contenido lipídico, así como la interesante proporción de sus ácidos grasos, ha ocasionado un incremento del interés por procesar este fruto seco con el objeto de extraer su aceite.

De la extracción del aceite de frutos secos resulta un subproducto que puede ser empleado como ingrediente alimentario, por lo que resulta de gran interés el conocimiento de sus propiedades fisicoquímicas, así como el impacto de su aplicación en diversas matrices alimentarias. La valorización de los subproductos ha cobrado interés en los últimos tiempos, ya que los compuestos de alto valor añadido obtenidos de los biorresiduos podrían desempeñar un papel importante en la sostenibilidad del Sistema Alimentario (Dufoo-Hurtado E *et al.*, 2021. Nuts by-products: The Latin American contribution. In *Valorization of Agri-Food Wastes and By-Products: Recent Trends, Innovations and Sustainability Challenges* 289–315).

Actualmente existe un gran interés por la explotación de diversos subproductos agroalimentarios, como los procedentes de leguminosas, ya que se caracterizan por resultar una fuente natural de ingredientes bioactivos (Zuluaga AM *et al.*, 2020. Microwave assisted
 5 extraction of inositols for the valorization of legume by-products. *LWT*, 133). Según datos de la FAO, (2020), los subproductos constituyen más del 50% del peso total generado por la industria de los frutos secos, y representan una gran cantidad de residuos sólidos que los productores deben gestionar. Dado que en 2018 se produjeron 97,6 millones de toneladas de
 10 frutos secos, se generaron casi 50 millones de toneladas de subproductos, en su mayoría derivados de almendras, nueces y anacardos (FAOSTAT, 2020. *FAOSTAT Data Production. Crops and Livestock Products*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>). En la actualidad, existen algunas estrategias útiles, de escaso o nulo valor añadido, para la eliminación de estos subproductos, aunque algunas de estas estrategias apuntan a nuevas aplicaciones de interés alimentario para los mismos. Por ejemplo, recientemente se ha revelado que los cacahuets
 15 son una excelente fuente de compuestos como el resveratrol, los ácidos fenólicos, los flavonoides y los fitoesteroles, que bloquean la absorción del colesterol de la dieta. También contienen coenzima A y algunos aminoácidos esenciales en proporciones elevadas, como la arginina. A estos compuestos bioactivos se les atribuyen propiedades preventivas de numerosas enfermedades, favoreciendo la longevidad (Arya S *et al.*, 2016. Peanuts as
 20 functional food: a review. *In Journal of Food Science and Technology*. 53(1); 31–41).

Al igual que sucede con las leguminosas, los subproductos de frutos secos constituyen una excelente fuente de compuestos bioactivos que podrían mejorar la vida útil o la calidad de
 25 varios alimentos cuando se utilizan como aditivos naturales (Ayala Zavala *et al.*, 2018. *Plant food by-products : industrial relevance for food additives and nutraceuticals* (Apple Academic Press). Las interesantes propiedades nutricionales y funcionales de los frutos secos refuerzan el interés por encontrar usos alternativos para los subproductos industriales alimentarios derivados de su procesado.

30 La harina de frutos secos resultante de la extracción de aceite es considerada un subproducto de gran valor que puede ser utilizada en la alimentación humana como ingrediente, para la elaboración de nuevos alimentos funcionales (Roncero JM *et al.*, 2021. Influence of pressure extraction systems on the performance, quality and composition of virgin almond oil and defatted flours. *Foods*, 10(5)) o como sustituto de la harina de trigo en la elaboración de
 35 alimentos procesados sin gluten, como galletas, helados, salsas y dulces (Sanchiz A *et al.*, 2019. Influence of boiling and autoclave processing on the phenolic content, antioxidant activity and functional properties of pistachio, cashew and chestnut flours. *LWT*, 105, 250–

256). Salinas M *et al.* (2021). Nutritional ingredient by-product of the pistachio oil industry: physicochemical characterization. *Journal of Food Science and Technology*, 58(3), 921–930) informaron de la composición del subproducto obtenido de la extracción de aceite de pistacho como ingrediente potencial para el consumo humano ya que este subproducto contiene 33,2 g/100 g de proteína (con 47 g/100 g de aminoácidos esenciales de los cuales 7,03 g/100 g corresponden a lisina), 30,6 g/100 g de lípidos, y 13,6 g/100 g de fibra dietética total, y 3,5 g/100 g de cenizas totales que contienen potasio, fósforo, magnesio y calcio.

Existen en el mercado numerosos productos funcionales destinados a grupos concretos de la población debido a los beneficios que ofrece su consumo sobre una o varias funciones específicas en el organismo, más allá de los efectos nutricionales habituales, contribuyendo en la mejora de la salud y la reducción del riesgo de padecer enfermedades. Entre las poblaciones específicas a las que se enfocan posteriormente los productos funcionales desarrollados se encuentran la población deportista, la población celiaca y la senior o adulta (personas mayores de 65 años).

Sin embargo, la literatura científica reportada hasta la fecha sobre aplicación de la harina parcialmente desgrasada, obtenida del procesado del pistacho, es escasa en productos finales y existe una ausencia total de estudios orientados al empleo de esta harina sobre matrices alimentarias intermedias y finales con o sin gluten. Además, la aplicación de esta harina pretende el aprovechamiento integral del pistacho natural de inferior calibre, o con unas características deficientes para su comercialización como producto de primera calidad, refuerza el interés de estudiar el efecto de la incorporación de harina parcialmente desgrasada de pistacho sobre las propiedades reológicas de las masas y las características físicas y sensoriales de galletas sin gluten.

Es por lo tanto necesario un procedimiento que permita la obtención de harina parcialmente desgrasada con unas propiedades nutricionales específicas y su uso en alimentos como sustituto parcial o total de la harina de cereal, especialmente en alimentos dirigidos a grupos poblacionales concretos, como personas mayores de 65 años o deportistas.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

En una primera realización, la invención se refiere a un procedimiento para la obtención de harina desgrasada de pistacho que comprende las siguientes etapas:

- a) granulación de pistachos previamente conservados entre 4 y 20°C hasta reducir su tamaño entre 1 mm y 16 mm;
- b) opcionalmente, cuando se vaya a emplear una prensa de tornillo, atemperado de los pistachos granulados de la etapa a) durante entre 30 minutos y 2 horas a una temperatura entre 20 y 30 °C;
- c) procesado de los pistachos en prensa, en donde la prensa ha sido precalentada durante 5-10 minutos previo al prensado solo cuando se vaya a emplear una prensa de tornillo, el procesamiento durante 2 a 60 minutos, y obtención de aceite de pistacho y un subproducto sólido (torta desgrasada);
- d) centrifugación a 5000 – 10000 xg durante 20 – 60 minutos a 6 – 15 °C del aceite para la obtención de aceite refinado de pistacho;
- e) molturado de la torta desgrasada en un molino de cuchillas hasta alcanzar un tamaño de partícula inferior a 1 mm;
- f) tamizado del producto obtenido en la etapa e) por un tamiz de luz de malla menor de 850 µm para obtener la harina desgrasada de pistacho;
- g) almacenamiento del aceite refinado y de la harina desgrasada entre 4 y 20 °C.

Una segunda realización se refiere al aceite de pistacho obtenido en la realización anterior.

- Una tercera realización se refiere a un procedimiento para la obtención de un concentrado proteico a partir de la harina desgrasada de pistacho obtenida el procedimiento de la primera realización o la harina de la segunda realización, que adicionalmente comprende las siguientes etapas:

- h) adición de agua destilada a la harina desgrasada de pistacho en una proporción agua : harina de 25 : 1;
 - i) mezclado a 50 – 150 rpm durante 30 – 90 minutos;
 - j) aplicación de ultrasonidos entre 100 – 200 W a 20 – 60 kHz durante 30 – 90 minutos;
 - k) centrifugación a 2000 – 3000 rpm durante 10 – 30 minutos y 20 – 37°C;
 - l) recogida del sobrenadante; y
 - m) liofilización del sobrenadante,
- en donde antes de la etapa i) o después de la etapa j) se ajusta el pH de la muestra a pH 8 – 8.5,

en donde la etapa i) puede estar ausente.

Una cuarta realización se refiere al concentrado proteico obtenido en el procedimiento de tercera realización.

Una quinta realización se refiere al uso de la harina de pistacho, el aceite refinado de pistacho o el concentrado proteico de las realizaciones anteriores como ingrediente alimenticio.

- 5 Una sexta realización se refiere a un producto alimenticio que contiene la harina de pistacho, el aceite refinado de pistacho o el concentrado proteico de las realizaciones anteriores.

Una séptima realización se refiere a un suplemento proteico que contiene la harina de pistacho o el concentrado proteico de las realizaciones anteriores.

10

Una octava realización se refiere a un producto alimenticio post-entreno caracterizado porque comprende la harina de pistacho o el concentrado proteico de las realizaciones anteriores.

- 15 La novena realización se refiere al concentrado proteico anterior, para uso como medicamento.

La décima realización se refiere al concentrado proteico de acuerdo anterior, para uso en el tratamiento de patologías que cursan con hipoproteinemia.

20 DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de extracción de aceite y obtención de harina parcialmente desgrasada de pistacho. Los recuadros con contorno y relleno de color verde corresponden a las operaciones de procesado y las flechas indican el sentido del proceso. En los rectángulos con contorno punteado verde se representan los productos y subproductos intermedios originados en las diferentes etapas del proceso. En las figuras amarillas se muestran los parámetros numéricos relativos a cada etapa u operación. Los recuadros con contorno verde y relleno gris muestran el producto y subproducto final obtenido a partir del procesado del pistacho natural.

30

Figura 2. Productos intermedios (aceite de pistacho crudo) y subproducto (torta parcialmente desgrasada de pistacho) obtenidos del procesado de pistachos naturales.

Figura 3. Productos y subproductos finales obtenidos del proceso de extracción de aceite de pistachos naturales: aceite refinado y harina parcialmente desgrasada de pistacho.

35

Figura 4. Efecto del nivel de incorporación de harina de pistacho parcialmente desgrasada (PDPF) en las curvas de ensayo de fluencia de masas sin gluten elaboradas a base de harina de arroz. Los niveles de DPF fueron 0 g/100 g (R0: Control, Harina de arroz), 10 g/100 g (P10), 20 g/100 g (P20); 30 g/100 g (P30) y 40 g/100 g (P40). Control: R₀: negro; P10: azul; P20: verde; P30: morado; G30: rojo.

Figura 5. Efecto del nivel de incorporación de PDPF sobre el color y la apariencia de galletas sin gluten a base de harina de arroz y PDPF. Los niveles de PDPF fueron 0 g/100 g (R0: Control, Harina de arroz), 10 g/100 g (P10), 20 g/100 g (P20); 30 g/100 g (P30) y 40 g/100 g (P40).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La invención que se propone tiene como objetivo el aprovechamiento integral del pistacho, a través de la obtención de harina parcialmente desgrasada como subproducto de la extracción del aceite de pistacho, que se emplea en la elaboración de alimentos de elevado valor nutricional debido a su composición nutricional, como un elevado contenido en proteínas, fibra, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos.

A efectos de la presente invención, se considera un alimento de elevado valor nutricional, o alimento funcional a todo alimento que, además de su valor nutritivo, contiene componentes biológicamente activos que aportan algún efecto añadido y beneficioso para la salud y reducen el riesgo de contraer ciertas enfermedades (Beltrán de Heredia MR 2016. Alimentos funcionales. Farmacia profesional 30(3); 12-14).

El proceso de la invención, además, da salida a los pistachos que no se comercializan para su consumo directo por sus características físicas y reducida calidad comercial, lo que favorece la economía circular, y permite elaborar alimentos que contribuyen a la mejora de la salud de grupos concretos de la población (como, por ejemplo, población deportista, celiaca, población adulta o sénior, etc.) debido a los beneficios que ofrece su consumo.

Una primera realización de la invención se refiere a un procedimiento para la obtención de harina parcialmente desgrasada de pistacho que comprende las siguientes etapas:

- a) granulación de pistachos previamente conservados entre 4 y 20°C hasta reducir su tamaño entre 1 mm y 16 mm;

- b) cuando se vaya a emplear una prensa de tornillo en la etapa c), atemperado de los pistachos granulados de la etapa a) durante entre 30 minutos y 2 horas a una temperatura entre 20 y 30 °C;
- c) procesado de los pistachos en prensa de tornillo o en prensa hidráulica, en donde la prensa ha sido precalentada durante 5-10 minutos previo al prensado solo cuando se vaya a emplear una prensa de tornillo, el procesamiento durante 2 a 60 minutos, y obtención de aceite de pistacho y un subproducto sólido (torta desgrasada);
- d) centrifugación a 5000 – 10000 xg durante 20 – 60 minutos a 6 – 15 °C del aceite para la obtención de aceite refinado de pistacho;
- e) Molturado de la torta desgrasada en un molino de cuchillas hasta alcanzar un tamaño de partícula inferior a 1 mm;
- f) Tamizado del producto obtenido en la etapa e) por un tamiz de luz de malla menor de 850 µm para obtener la harina desgrasada de pistacho;
- g) almacenamiento del aceite refinado y de la harina desgrasada entre 4 y 20 °C.

15

Los pistachos antes de su procesamiento se conservan preferiblemente en condiciones de vacío, envasados en atmósfera modificada en ausencia de oxígeno y/o temperatura de refrigeración.

20

La granulación o troceado de los pistachos en la etapa a) se puede realizar mediante cualquier metodología conocida por el experto, como por ejemplo, y sin ser limitante, empleando molinillos y/o granuladoras adecuadas para frutos secos, como por ejemplo la granuladora Granellatrice Automatica Crick-Crock 100-2T (MIA Food Tech), ajustando el tamaño entre rodillos entre 1 y 16 mm, preferiblemente entre 2 y 6 mm.

25

En la etapa b), cuando el procesamiento (etapa c)) se realice con una prensa de tornillo, los pistachos troceados en la etapa a) se atemperan manteniéndolos entre 30 minutos y dos horas, preferiblemente durante 1 hora, a una temperatura entre 20 y 30°C, preferiblemente a 25°C. En una realización más preferida, los pistachos troceados se atemperan durante una hora a 25°C. Esta etapa favorece el rendimiento del procesado cuando se usa una prensa de tornillo.

30

El prensado o procesado en la etapa c) tiene lugar en una prensa entre 2 y 60 minutos a temperatura ambiente (entre 25 – 37 °C). En el caso de que se use una prensa de tornillo, es necesario un precalentamiento de la prensa previo entre 5 y 10 minutos, preferiblemente durante 5 minutos, entre 110 y 120 °C. Este precalentamiento es esencial en este tipo de prensas para asegurar una correcta extracción del aceite. En el resto de prensas este

35

precalentamiento es opcional. El procesamiento en las prensas de tornillo es entre 2 y 5 minutos. Un ejemplo de prensa de tornillo es, por ejemplo y sin limitarse, la Cgoldenwall CZR309. El procesamiento en otros tipos de prensa, como la prensa hidráulica, es entre 10 y 20 minutos, preferiblemente 10 minutos con una presión entre 50 y 150 MPa, preferiblemente 98 MPa. Un ejemplo de prensa hidráulica es, por ejemplo y sin limitarse, la Pressa olio frutta secca mod. 1ª, MIA Food Tech. Al finalizar el prensado de la etpa c) se obtiene aceite de pistacho crudo y una torta parcialmente desgrasada.

El aceite obtenido en la etapa c) se centrifuga en la etapa d) entre 5000 y 1000 xg, preferiblemente a 7000 xg, durante 20-60 minutos, preferiblemente durante 30 min, entre 6 y 15°C, preferiblemente a 10 °C. En una realización más preferida, la centrifugación tiene lugar a 7000 xg durante 30 minutos a 10 °C. Esta etapa elimina los sólidos residuales presentes en el aceite para obtener un aceite refinado.

La torta desgrasada (o parcialmente desgrasada) obtenida después del procesamiento en la prensa de la etapa c) se moltura en la etapa e), por ejemplo, en un molino de cuchillas. El molturado tiene lugar hasta que el tamaño de las partículas es menor a 1 mm. Normalmente, pero no de forma limitante, se moltura durante 15 segundos en tres intervalos de 5 segundos cada intervalo y 5 segundos de reposo entre cada molienda. Después de la etapa d) se obtiene una harina gruesa desgrasada, no apta para el consumo.

En la etapa f) la harina gruesa se tamiza para obtener una harina desgrasada de pistacho con un tamaño específico, empleando un tamaño de malla inferior a 850 µm, más preferiblemente inferior a 500 µm, y más preferiblemente entre 300 y 500 µm. Esta harina obtenida en la etapa f) es la que, a efectos de la presente invención se considera la harina desgrasada de pistacho (PDPF) (o parcialmente desgrasada en el caso de que estén presente restos del aceite).

La refrigeración de los subproductos de la extracción (el aceite refinado y la harina) es recomendable hasta su uso, preferiblemente entre 4 y 10°C. Además, para su almacenamiento, el aceite debe ser envasado en botellas de cristal opaco para protegerlo de la luz.

En una realización particular del primer aspecto de la invención, el procedimiento para la obtención de harina parcialmente desgrasada de pistacho comprende las siguientes etapas:

- a) granulación de los pistachos conservados entre 4 y 20°C hasta reducir su tamaño entre 1 mm y 16 mm;

- b) atemperado de los pistachos granulados de la etapa a) durante entre 30 minutos y 2 horas a una temperatura entre 20 y 30 °C;
- c) procesado de los pistachos atemperados en prensa de tornillo, en donde la prensa ha sido precalentada durante 5-10 minutos previo al prensado, durante 2 a 5 minutos y obtención de aceite de pistacho y un subproducto sólido (torta desgrasada);
- d) centrifugación a 5000 – 10000 xg durante 20 – 60 minutos a 6 – 15 °C del aceite obtenido en la etapa c) para la obtención de aceite refinado de pistacho;
- e) molturado de la torta desgrasada en un molino de cuchillas hasta alcanzar un tamaño de partícula inferior a 1 mm;
- f) tamizado de la harina por un tamiz de luz de malla menor de 850 µm para obtener la harina desgrasada de pistacho;
- g) almacenamiento del aceite refinado y de la harina desgrasada entre 4 y 20 °C.

En otra realización particular del primer aspecto de la invención, el procedimiento para la obtención de harina parcialmente desgrasada de pistacho comprende las siguientes etapas

- a) granulación de los pistachos conservados entre 4 y 20°C hasta reducir su tamaño entre 1 mm y 16 mm;
- b) procesamiento de los pistachos granulados en prensa hidráulica durante 10 a 20, preferiblemente durante 10 minutos a una presión entre 50 y 150 MPa, preferiblemente a 98 MPa, y obtención de aceite de pistacho y un subproducto sólido (torta desgrasada);
- c) centrifugación a 5000 – 10000 xg durante 20 – 60 minutos a 6 – 15 °C del aceite para la obtención de aceite refinado de pistacho;
- d) molturado de la torta desgrasada en un molino de cuchillas hasta alcanzar un tamaño de partícula inferior a 1 mm;
- e) tamizado de la harina por un tamiz de luz de malla menor de 850 µm para obtener la harina desgrasada de pistacho;
- f) almacenamiento del aceite refinado y de la harina desgrasada entre 4 y 20 °C.

Una segunda realización se refiere al aceite de pistacho obtenido en la etapa d) del procedimiento anterior. El aceite obtenido en esta etapa está limpio, sin residuos ni partículas sólidas procedentes de la extracción. El aceite de pistacho de esta realización tiene las siguientes características:

- Acidez: $0,610 \pm 0,006$ % (prensa de tornillo) y $0,608 \pm 0,003$ % (prensa hidráulica)
La acidez libre, expresada como % de ácido oleico, se determina por titulación de una solución de aceite disuelto en etanol/éter (1:1) con una solución etanólica de hidróxido

de potasio 0,1 N, empleando fenolftaleína como indicador (Reglamento (CEE) nº 2568/91).

- Perfil de ácidos grasos: (AH: Prensa hidráulica; AT: Prensa de tornillo). Tabla 1.

5 **Tabla 1:** Perfil de ácidos grasos de los aceites obtenidos con los dos sistemas de prensado. Σ SFA: suma de ácidos grasos saturados (%); Σ MUFA: suma de ácidos grasos monoinsaturados (%); Σ PUFA: suma de ácidos grasos poliinsaturados (%); Σ TFA: suma de ácidos grasos trans (%); $\Sigma\omega$ -3: suma de ácidos grasos omega-3 (%); $\Sigma\omega$ -6: suma de ácidos grasos omega-6 (%); $\Sigma\omega$ -9: suma de ácidos grasos omega-9 (%); AH: aceite obtenido por
10 prensa hidráulica; AT: aceite obtenido por prensa de tornillo.

Ácidos Grasos	Muestra	
	AH (%)	AT (%)
Ácido palmítico (C16:0)	14,0	14,0
Ácido palmitoleico (C16:1n7)	1,5	1,5
Ácido esteárico (C18:0)	0,9	0,9
Ácido oleico (C18:1n9)	49,0	47,0
Ácido vaccénico (C18:1n7)	2,6	2,8
Ácido linoleico (C18:2n6)	30,0	31,0
Ácido α -linolénico (C18:3n3)	0,8	0,9
Ácido behénico (C22:0)	0,1	0,1
Ácido lignocérico (C24:0)	0,1	0,1
Ácido aráquico (C20:0)	0,1	0,1
Ácido gondoico (C20:1n9)	0,3	0,3
Σ SFA	15,1	15,6
Σ MUFA	54,0	51,0
Σ PUFA	31,0	32,0
Σ TFA	0,1	0,2
$\Sigma\omega$ -3	0,8	0,9
$\Sigma\omega$ -6	30,0	31,0
$\Sigma\omega$ -9	49,0	48,0

El perfil de ácidos grasos se determinó mediante el método oficial AOAC 41.1.30 (AOAC, 1995).

Es destacable la cantidad de ácidos grasos mono- y poliinsaturados presentes en el aceite, superiores a otros sistemas de extracción conocidos en el estado del arte.

- Color del aceite: (AH: Prensa hidráulica; AT: Prensa de tornillo). Tabla 2.

5

Tabla 2. Parámetros de color de los aceites obtenidos con los dos sistemas de extracción por presión. L*: luminosidad; a*, b*: coordenadas cromáticas CIELAB; C*: saturación; h= tono.

Muestra	L*	a*	b*	C*	h
AH	45,0	-9,3	99,0	99,0	95,4
AT	38,0	-6,4	91,0	91,0	94,0

Para determinar el color (parámetros CIEXYZ y CIELAB) se empleó el método CIE 15:2004 (CIE, 2004) con ciertas modificaciones. Las coordenadas triestímulo XYZ de las muestras se obtuvieron a partir de la realización de 30 medidas de transmitancia de las muestras diluidas con hexano en la relación 1:4 (v/v) en cubetas de 10 mm, y un espectrofotómetro Lambda 25 (Perkin Elmer, EE. UU.) entre 422,2 nm a 645,9 nm, siguiendo el método de ordenada seleccionada. Los parámetros L* (luminosidad de 0 (negro) a 100 (blanco)) y las coordenadas cromáticas a* (de verde (-) a rojo (+)) y b* (de azul (-) a amarillo (+)) se calcularon a partir de los valores XYZ, utilizando el iluminante estándar C y el observador 2º. Los valores de tono (h) y saturación (C*) se obtuvieron mediante las siguientes ecuaciones:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$h = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

Una tercera realización se refiere a la harina de pistacho obtenida en la etapa f) del procedimiento anterior. A efectos de la presente invención, la referencia a harina desgrasada de pistacho, harina parcialmente desgrasada de pistacho o harina de pistacho, se refiere a la harina obtenida en la etapa f) del procedimiento de la primera realización.

25

De la harina de pistacho se determinó su composición proximal, el contenido en minerales, el contenido en isómeros del tocoferol, el color y sus propiedades funcionales. En una realización preferida, la harina de la invención tiene una o varias de las siguientes características:

- a) Composición proximal: La humedad de la harina se determinó según el método oficial AACC 44- 19.01 (AACC, 1999c), con ciertas modificaciones. Para ello se introdujeron 2

gramos de muestra en una estufa de secado por convección (Binder FD 115, Alemania) durante 1 hora a 130°C. Se calculó como la pérdida de peso en relación al peso inicial. El contenido en aceite de las harinas parcialmente desgrasadas obtenidas se determinó mediante un equipo de extracción Soxhlet según el método oficial 30-25.01 (AACC, 1999a), con ciertas modificaciones. En cada extractor del equipo se colocaron 2 gramos de muestra. La extracción del aceite se realizó empleando éter de petróleo como disolvente, durante un periodo de 6 horas. A partir de la cantidad de aceite recogida en los matraces del equipo, se calculó el contenido en grasa que presentaba la harina, expresándolo en % (p/p) respecto a la muestra inicial empleada.

El análisis del contenido de proteínas se realizó de manera indirecta cuantificando el nitrógeno total mediante el método de Kjeldahl (AACC, 1999b). El método consta de 3 etapas: digestión, destilación y valoración. Se calcularon los g de nitrógeno/100 g de muestra. El porcentaje de proteína se calculó multiplicando el porcentaje de nitrógeno por el factor de conversión 6,25.

La fibra se determinó mediante el método oficial AOAC 991.43 (AOAC, 1995).

El contenido en cenizas se determinó según el método expuesto en la norma UNE-EN ISO 2171:2010 (UNE-EN ISO 2171, 2010). Consiste en la incineración de $5 \pm 0,1$ g de muestra a una temperatura de 550 °C durante 4 h. El contenido de cenizas se calculó como los g de cenizas resultantes tras la incineración respecto a los g de muestra inicial, expresándose en porcentaje (% p/p).

El contenido total de carbohidratos se determinó por diferencia a partir del contenido total en humedad, grasa, proteína, fibra y cenizas.

En la Tabla 3 se muestran los resultados relativos al análisis proximal de las harinas parcialmente desgrasadas obtenidas con los dos sistemas de extracción por presión.

Tabla 3. Composición proximal de las harinas desgrasadas obtenidas con los dos sistemas de extracción por presión. PDPF-H: harina desgrasada de pistacho obtenida con prensa hidráulica; PDPF-T: harina desgrasada de pistacho obtenida con prensa de tornillo; HC: hidratos de carbono.

Muestra	Humedad (g/100g)	HC (g/100g)	Grasa (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Fibra (g/100g)	Cenizas (g/100g)
PDPF-H	4,8	15,6	28,6	38,0	8,0	4,9
PDPF-T	3,8	18,5	16,8	43,8	12,5	5,6

El contenido en proteínas y fibra de la harina es superior a otras harinas presentes en el estado del arte.

b) El contenido en minerales (Ca, K, Mg, P, Fe, Zn) fue analizado con un espectrómetro de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) modelo VARIAN 725-ES (Agilent, EE. UU.). En la Tabla 4 se recogen los resultados relativos al contenido en minerales de las muestras de harina de pistacho desgrasadas obtenidas.

Tabla 4. Contenido en minerales de las harinas parcialmente desgrasadas obtenidas con los dos sistemas de extracción por presión. PDPF-H: harina parcialmente desgrasada de pistacho obtenida con prensa hidráulica; PDPF-T: harina parcialmente desgrasada de pistacho obtenida con prensa de tornillo; Ca: calcio (mg/100 g); Fe: hierro (mg/100 g); K: potasio (mg/100 g); Mg: magnesio (mg/100 g); P: fósforo (mg/100 g); Zn: zinc (mg/100 g);

Muestra	Ca (mg/100g)	Fe (mg/100g)	K (mg/100g)	Mg (mg/100 g)	P (mg/100g)	Zn (mg/100g)
PDPF-H	160,0	4,8	1495,0	181,0	885,0	2,60
PDPF-T	189,0	5,3	1744,0	213,0	1020,0	3,07

c) El contenido de tocoferoles (mg/kg) de las harinas de pistacho parcialmente desgrasadas se determinó siguiendo el método DIN EN 12822 (SIST EN 12822, 2014) utilizando un HPLC (Agilent Technologies HPLC, EE. UU.) con una columna de gel de sílice y n-hexano/2-propanol, a un caudal de 1 ml/min, como eluyente. Se utilizó un detector de fluorescencia con longitudes de onda de excitación y emisión fijadas en 290 y 330 nm, respectivamente. Los compuestos individuales de los α -, γ - y δ -tocóferoles se identificaron y cuantificaron utilizando una curva de calibración de los compuestos estándar correspondientes. En la Tabla 5 se recogen los resultados del contenido en los diferentes tipos de tocoferoles presentes en las harinas obtenidas con los dos sistemas de extracción por presión.

Tabla 5. Contenido en isómeros del tocoferol de las harinas parcialmente desgrasadas obtenidas con los dos sistemas de extracción por presión. PDPF-H: harina parcialmente desgrasada de pistacho obtenida con prensa hidráulica; PDPF-T: harina parcialmente desgrasada de pistacho obtenida con prensa de tornillo.

Muestra	alfa-tocoferol (mg/kg)	delta-tocoferol (mg/kg)	gamma-tocoferol (mg/kg)
PDPF-H	8,2	3,1	143,0
PDPF-T	5,9	2,3	103,0

d) El color de la harina se determinó mediante el colorímetro PCE-CSM5 (Tobarra, Albacete) y el software CQCS3. Para realizar la medición se usó el espacio de color $L^*a^*b^*$ y $L^*C^*h^*$, establecidos por la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE), empleando el iluminante patrón D65 y observador 10°. Se midieron los valores de L^* , las coordenadas cromáticas a^* y b^* , el tono (h) y la saturación (C^*) de cada una de las muestras de harina. Para tomar las medidas se colocó la muestra en un cilindro de 2 cm de diámetro y 1 cm de espesor, y se realizaron 3 mediciones por muestra. En la Tabla 6 se muestran los parámetros de color de las harinas de pistacho parcialmente desgrasadas obtenidas con los dos sistemas de extracción por presión.

Tabla 6. Parámetros de color de las harinas parcialmente desgrasadas obtenidas con los dos sistemas de extracción por presión. PDPF-H: harina parcialmente desgrasada de pistacho obtenida con prensa hidráulica; PDPF-T: harina parcialmente desgrasada de pistacho obtenida con prensa de tornillo; L^* : luminosidad; a^* , b^* : coordenadas cromáticas CIELAB; C^* : saturación; h = tono.

Muestra	L^*	a^*	b^*	C^*	h
PDPF-H	75,00	8,29	31,03	32,10	75,04
PDPF-T	56,43	16,10	39,08	42,30	67,60

e) Las propiedades funcionales se analizaron sobre la harina de pistacho desgrasada, realizando cada prueba por triplicado en cada muestra. Tras la obtención de la harina desgrasada obtenida mediante los dos métodos de extracción estudiados y para cada una de las condiciones establecidas, se eliminó cualquier molécula de grasa que pudiera permanecer en el producto mediante el procedimiento Soxhlet con pequeñas modificaciones, empleando éter de petróleo como disolvente, durante 8 horas. La capacidad de absorción de agua (WAC), el índice de absorción de agua (WAI), el índice de solubilidad en agua (WSI), el poder de hinchamiento (SP), la capacidad espumante (FC), la estabilidad de la espuma (FS), la actividad emulsionante (EA) y la estabilidad de la emulsión (ES) de las harinas de pistacho totalmente desgrasadas se determinaron siguiendo los métodos descritos en la bibliografía con modificaciones (Mendoza-Pérez RJ *et al.*, 2024. Physicochemical Characterisation of Seeds, Oil and Defatted Cake of Three Hempseed Varieties Cultivated in Spain. Foods, 13(4), 531). En la tabla 7 se muestran los valores de las diferentes propiedades funcionales estudiadas (WAC, WAI, WSI, SP, EA, ES, FC y FS) de las diferentes muestras obtenidas con prensa hidráulica y de tornillo.

Tabla 7. Propiedades funcionales de las harinas desgrasadas obtenidas con los dos sistemas de extracción por presión y desgrasadas en su totalidad posteriormente con procedimiento Soxhlet. WAC: capacidad de absorción de agua; WAI: índice de absorción de agua; WSI:

índice de solubilidad de agua; SP: poder de hinchamiento; EA: actividad emulsionante; ES: estabilidad de la emulsión; FC: capacidad de formación de espuma; FS: estabilidad de la espuma.

Muestra	WAC (g/g)	WAI (g/g)	WSI (g/100 g)	SP (g/g)	EA (%)	ES (%)	FC (ml)	FS (%)
PDPF-H	2,70	5,79	18,2	7,07	50,0	0,0	61,5	43,9
PDPF-T	1,83	5,59	19,4	6,93	51,9	33,3	62,5	44,0

- 5 Se observa que los valores de WAC, WAI, EA y FC son muy elevados, y permiten concluir el potencial de estas harinas para ser empleadas como ingrediente alimentario en función de su elevada capacidad de absorción de agua, su actividad emulsionante o su capacidad espumante.

- 10 En una realización preferida, la harina de pistacho desgrasada tiene un contenido en proteínas de 35 – 45 % p/p, preferiblemente entre 38 – 44 % p/p, y un contenido en fibra entre el 8-13 % p/p, preferiblemente entre 8-12,5 % p/p.

- 15 La cuarta realización se refiere a un procedimiento para la obtención de un concentrado proteico a partir de la harina desgrasada de pistacho obtenida en la primera realización de la invención, o la harina de la segunda realización de la invención. El procedimiento comprende las etapas adicionales a las etapas f) o g) de la primera realización:

- h) adición de agua destilada a la harina desgrasada de pistacho obtenida en la etapa f) o g) en una proporción de 25:1;
- 20 i) mezcla de la mezcla a 50 – 150 rpm durante 30 – 90 minutos;
- j) aplicación de ultrasonidos entre 100 – 200 W a 20 – 60 kHz durante 30 – 90 minutos;
- k) centrifugación a 2000 – 3000 rpm durante 10 – 30 minutos y 20 – 37°C;
- l) recogida del sobrenadante; y
- m) liofilización del sobrenadante,
- 25 en donde antes de la etapa i) o después de la etapa j) se ajusta el pH de la muestra a pH 8 – 8.5.

- El mezclado en la etapa i) del agua, la harina de pistacho y el agente tamponante (en el caso de que el ajuste del pH tenga lugar antes de la aplicación de los ultrasonidos) se puede realizar
- 30 en cualquier agitador que permita la completa mezcla de los ingredientes, como por ejemplo, y sin limitarse, a un agitador orbital, preferiblemente un agitador orbital tipo carrusel. En una realización preferida, la mezcla tiene lugar entre 50 y 150 rpm, más preferiblemente a 80 rpm.,

durante 30 a 90 minutos, preferiblemente durante 50 minutos. En la realización más preferida, la mezcla tiene lugar a 80 rpm durante 50 minutos.

El agente tamponante puede ser cualquier compuesto que permita ajustar el pH de la mezcla.

5 En una realización preferida, el agente tamponante es bicarbonato de sodio.

En la etapa j) se aplican ultrasonidos a la mezcla entre 100 – 200 W a 20 – 60 kHz durante 30 – 90 minutos. En una realización preferida, los ultrasonidos se aplican a 150 W y/o 40 kHz. En una realización todavía más preferida, los ultrasonidos se aplican a 150 W y 40 kHz. El tiempo
10 durante el que la muestra está sometida a ultrasonidos varía entre 30 y 90 minutos, preferiblemente durante 60 minutos. En la realización más preferida, los ultrasonidos se aplican durante 60 minutos a 150 W y 40 kHz.

A continuación, en la etapa k), la muestra se centrifuga para separar el componente insoluble
15 de la mezcla (pellet) de las proteínas presente (sobrenadante). La centrifugación se realiza a temperatura ambiente, entre 20 y 37 °C, preferiblemente a 25°C, a una velocidad entre 2000 y 3000 rpm, preferiblemente a 2500 rpm, durante 10 – 30 minutos. En una realización más preferida, la centrifugación tiene lugar a 2500 rpm y 25 °C durante 20 minutos.

20 En una realización alternativa, se puede eliminar la etapa i). En este caso, el ajuste del pH ocurre antes de la aplicación de ultrasonidos de la etapa j).

La extracción proteica en esta realización de la invención se fundamenta en el cambio de pH de la harina. El cambio de pH afecta a la solubilidad de las proteínas. El pH en el cual una
25 proteína presenta su mínima solubilidad y, por tanto, precipita, se denomina punto isoelectrico (IP). A este pH, la carga neta de la proteína es cero. Por el contrario, cuando el pH del medio se aleja del punto isoelectrico, las proteínas adquieren cargas positivas o negativas, y la repulsión entre moléculas hace que estas se solubilizan.

30 La disolución de la muestra a un pH alejado del punto isoelectrico de las proteínas provoca su solubilización, lo que permite separarlas del componente insoluble.

El aislamiento del concentrado proteico de acuerdo con el procedimiento descrito anteriormente es un método sencillo, efectivo y barato, especialmente si se compara con otras
35 técnicas, como las enzimáticas, que aumentan mucho el coste de producción. El procedimiento de esta invención emplea como material de partida una harina que está enriquecida en proteínas, obtenida del procedimiento de la primera realización de la invención,

lo que, junto con el uso de un pH alejado de su punto isoeléctrico y el tratamiento por ultrasonidos, incrementa todavía más el rendimiento para la obtención de extractos proteicos.

5 La quinta realización de la invención se refiere al concentrado proteico obtenido en el procedimiento de la cuarta realización. El concentrado proteico tiene un contenido de proteína soluble entre un 70 – 75 % p/p referido a 100 gramos de concentrado.

10 Una sexta realización se refiere al uso de la harina de pistacho, el aceite refinado de pistacho o el concentrado proteico obtenidos de los procedimientos de la primera o cuarta realización de la invención, o el aceite de pistacho de la segunda realización, la harina desgrasada de la tercera realización o el concentrado proteico de la quinta realización de la presente invención, como ingrediente alimenticio. En una realización preferida, se usan la harina y el aceite obtenidos a partir de los procedimientos descritos anteriormente y el concentrado proteico obtenido del procedimiento descrito anteriormente.

15 Una séptima realización se refiere a un producto alimenticio que contiene la harina de pistacho, el aceite refinado de pistacho y/o el concentrado proteico obtenidos por los procedimientos indicados anteriormente, o la harina de pistacho, el aceite refinado de pistacho y/o el concentrado proteico de las realizaciones tercera, segunda y quinta respectivamente.

20 La harina de pistacho puede combinarse con otras harinas para la fabricación de productos alimenticios. Tanto la harina desgrasada como el concentrado proteico se pueden emplear como ingrediente en la elaboración de cualquier alimento en el que se desee incrementar la concentración de proteínas y, consecuentemente, su valor nutricional.

25 En una realización más preferida, el producto alimenticio es un producto libre de gluten. En otra realización preferida, el producto es un producto de pastelería, panadería o galletería. En otra realización preferida, debido a la composición nutricional de la harina, el producto alimenticio está enfocado a poblaciones con necesidades nutricionales específicas. En una realización particular, la harina se emplea en la elaboración de productos dirigidos a población

30 mayor de 65 años, que necesiten un aporte de fibra, proteínas o ácidos grasos poliinsaturados. En otra realización particular, el producto alimenticio es un producto destinado a deportistas. Más preferiblemente, el producto alimenticio destinado a deportistas es un recuperador post-entrenamiento debido a sus características nutricionales.

35 Debido a su alta concentración en ácidos grasos insaturados y poliinsaturados, el aceite refinado de pistacho de la invención se puede emplear como ingrediente para sustituir a otros

aceites de peor calidad en cualquier alimento que incluya ácidos grasos entre sus ingredientes.

Una octava realización se refiere al concentrado proteico obtenido por el procedimiento de la cuarta realización de la invención, para uso como medicamento.

Una novena realización se refiere al concentrado proteico obtenido por el procedimiento de la cuarta realización de la invención, para uso en el tratamiento de patologías que cursan con hipoproteinemia.

Este es el caso de muchas patologías crónicas, como la enfermedad de Párkinson, la esclerosis lateral amiotrófica (ELA), la fibrosis quística, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) o la enfermedad de Alzheimer; así como de problemas intestinales, como la enfermedad celiaca o la enfermedad inflamatoria intestinal, y procesos oncológicos. En estas patologías, debido al curso de la enfermedad o a sus consecuencias, como la falta de movilidad o la pérdida de apetito, es habitual que se produzca un estado de desnutrición, por lo que un aporte de proteínas ayuda a mejorar el estado nutricional del paciente. Además, al ser una fuente de proteínas de origen animal, permite participar en el tratamiento de sujetos que sufran de enfermedades cardiovasculares y/o diabetes.

Otros casos en los que se puede requerir una suplementación proteica son procesos agudos, como traumatismos, heridas o infecciones, o situaciones de recuperación postquirúrgica, en las que el cuerpo tiene mayores requerimientos proteicos. Todas estas situaciones son especialmente habituales en las personas de edad avanzada, que además de una mayor prevalencia de patologías crónicas, suelen presentar problemas en la deglución y masticación, que agravan el riesgo de desnutrición y déficit proteico. Por ello, el desarrollo de suplementos nutricionales a base de proteína de pistacho (concentrado de proteico de la presente invención), presentados en forma de batidos, gelatinas o snacks para favorecer su ingesta. Por este motivo, una décima realización se refiere al uso del concentrado proteico obtenido por el procedimiento de la cuarta realización como ingrediente en un alimento de fácil ingesta, preferiblemente batido, gelatina o snack.

Finalmente, el concentrado proteico obtenido a partir de harina desgrasada de pistacho puede usarse como sustituto de fuentes proteicas de origen animal, lo que permite el desarrollo de alimentos de veganos/vegetarianos.

El desarrollo de alimentos elaborados a partir de pistachos de baja calidad comercial permite aprovechar productos que, de otra forma se deshecharían. La harina desgrasada obtenida a partir de un subproducto de extracción de aceite de pistacho, y el concentrado proteico obtenido a partir de ella, combinan aspectos como el proceso de transformación del fruto seco con aspectos tecnológicos asociados a la funcionalidad que presentan como ingredientes, y elementos propios de la economía circular para aumentar la sostenibilidad de los procesos productivos y disminuir los subproductos de la industria agroalimentaria.

EJEMPLOS

A continuación, se expone el procedimiento de obtención de harina parcialmente desgrasada de pistacho, así como los alimentos elaborados con ella destinados a determinados grupos de población entre los que se encuentran los deportistas, las personas celiacas y la población senior (>65 años).

Ejemplo 1. Obtención de harina desgrasada

Se seleccionaron 200 gramos de pistacho natural de calidad inferior conservados a 4°C. Los pistachos descascarillados (21,1% de proteína, 10,3% de fibra, 52,9% de grasa, 2,5% de cenizas y 2,6% de humedad) fueron suministrados por la empresa Pistacyl (Valladolid, España), y se correspondieron con una partida de frutos con una maduraron y/o desarrollo insuficiente, que no se abrieron espontáneamente. Por este motivo fueron categorizados de baja calidad comercial. Se almacenaron a 4°C hasta su utilización.

Posteriormente, los pistachos se granularon hasta reducir su tamaño hasta entre 2 mm y 16 mm y se atemperaron durante una hora a temperatura ambiente.

A continuación, se procesaron en una prensa de tornillo (Cgoldenwall CZR309, China). El prensado se realizó utilizando 200 g de pistachos granulados. Para asegurar una correcta extracción del aceite, el equipo se precalentó durante 5 minutos antes de comenzar el proceso. El proceso de extracción se desarrolló durante 3 minutos.

Del prensado se obtuvieron el aceite de pistacho y la torta desgrasada de pistacho. El aceite obtenido se centrifugó a 7000 xg durante 30 min a 10 °C para eliminar los sólidos residuales con una centrífuga (Thermo Scientific, Sorvall Legend XTR, Estados Unidos, o similar). De esta centrifugación se separó la fracción líquida que corresponde al aceite de pistacho refinado.

La torta desengrasada de pistacho resultante del prensado se molturó en un molino de cuchillas (Cgoldenwall HC-400, China) durante 15 segundos, en 3 intervalos de 5 segundos, con 5 segundos de reposo entre cada uno de ellos para evitar su calentamiento.

5

La harina resultante se tamizó con un tamiz de luz de malla de 500 μm (Cisa, Barcelona, España), y se obtuvo la harina parcialmente desgrasada de pistacho (PDPF-T).

El aceite y la harina desgrasada se almacenaron en condiciones de refrigeración entre 4 y 10 °C . El aceite además se envasó en botellas de cristal opaco para evitar la incidencia directa de la luz, y asegurar su correcta conservación.

Se analizó la composición de la PDPF-T tal y como se ha indicado en el apartado anterior del presente documento, que fue: 43,8% de proteína, 12,5% de fibra, 16,8% de grasa, 5,6% de cenizas, 18,5 % de hidratos de carbono y 3,8 % de humedad.

15

Ejemplo 2. Preparación de masas y galletas sin gluten

Se desarrollaron cuatro fórmulas de galletas sin gluten a partir de una fórmula base que empleaba harina de arroz, en la que ésta se sustituyó con diferentes porcentajes de la harina parcialmente desgrasada de pistacho obtenida en el Ejemplo 1. En las distintas fórmulas se ajustó el contenido en grasa añadido en la formulación en función de contenido de grasa residual presente en la harina parcialmente desgrasada adicionada.

20

En las preparaciones de las masas y galletas se partió de una fórmula base en la que se emplearon los siguientes ingredientes (expresados en g/100 g de masa): harina (48,0 g/100 g), azúcar (14,4 g/100 g), mantequilla (22,1 g/100 g), agua (14,9 g/100 g), extracto de vainilla (0,2 g/100 g), sal (0,2 g/100 g) y bicarbonato sódico (0,2 g/100 g). La harina base empleada fue sustituida por harina parcialmente desgrasada de pistacho (PDPF-T) proponiéndose niveles de sustitución de 10 (GP10), 20 (GP20), 30 (GP30) y 40 (GP40) g/100g de harina. Las formulaciones se ajustaron considerando el contenido de aceite y humedad de la harina parcialmente desgrasada de pistacho (PDPF-T).

25

30

La harina de arroz, cuya referencia comercial fue Microcern, fue suministrada por Herba Ricemills S.L.U (San Juan de Aznalfarache, España). Esta harina tiene un contenido de humedad del 12,5%, un 0,9% de cenizas, un 6,5% de proteínas y un 0,49% de grasa. En cuanto a la distribución de partículas, el 84% de las partículas son menores a 90 μm , entre el

35

5% y el 15% de las partículas tienen un tamaño entre 90 y 150 µm, y aproximadamente el 1% de las partículas son mayores a 150 µm. Otros ingredientes fueron azúcar blanco (AB Azucarera Iberia, Madrid, España), mantequilla sin sal (Argenta crema, Pozo blanco, Córdoba, España), bicarbonato sódico (Manuel Riesgo S.A., Madrid, España), extracto de vainilla (McComick España S.A., Valencia, España) y agua de la red local .

En la Tabla 8, se muestran las cuatro formulaciones desarrolladas, cuya composición de los diferentes ingredientes se expresa en g/100 g de masa.

10 **Tabla 8.** Composición de los cuatro tipos de galletas sin gluten elaborados con harina parcialmente desgrasada de pistacho (PDFP-T).

Ingredientes (g/100g masa)	GP-10	GP-20	GP-30	GP-40
Mantequilla	21,0	21,0	19,0	18,0
Azúcar	14,4	14,4	14,4	14,4
Harina de arroz	43,2	38,4	33,6	28,8
PDFP-T	5,4	10,9	16,3	21,8
Agua	15,3	15,7	16,1	16,3
Bicarbonato	0,2	0,2	0,2	0,2
Extracto de vainilla	0,2	0,2	0,2	0,2
sal	0,2	0,2	0,2	0,2

Las formulaciones de las diferentes de galletas se prepararon mezclando primero la mantequilla con el azúcar en una batidora Kitchen Aid Profesional 5KPM50 (Michigan, USA) durante 3 minutos. Luego, se añadieron los ingredientes líquidos a la mezcla, luego se incorporaron las harinas o mezclas de harinas y finalmente el resto de los ingredientes. Tras un reposo de 30 minutos, la masa se laminó posteriormente con una laminadora SALVA L-500-J (Lezo, España), ajustada a 6 mm de separación de rodillo. Las galletas se troquelaron con un molde circular (Ø 40mm interno), horneándose en un horno eléctrico "Mini Rack Oven" de la marca Sveba Dahlen (Fristad, Suecia) a 180°C durante 11 minutos. Cada una de las diferentes preparaciones de galletas se realizó por duplicado. La información nutricional teórica de las cuatro masas obtenidas para la elaboración de galletas sin gluten se presenta en la Tabla 9.

25 **Tabla 9.** Información nutricional de las cuatro masas obtenidas para la elaboración de galletas sin gluten con harina parcialmente desgrasada de pistacho (PDFP-T).

Elemento nutricional	Información nutricional			
	GP-10	GP-20	GP-30	GP-40
Valor energético (kcal/100 g)	393,6	392,2	390,4	389,0
Grasas (g/100 g)	18,5	18,4	18,2	18,0
de las cuales saturadas (g/100 g)	12,0	11,6	11,1	10,6
Hidratos de carbono (g/100 g)	50,3	47,7	45,1	42,4
de los cuales azúcares (g/100 g)	15,5	16,4	17,2	18,1
Fibra (g/100 g)	1,7	2,2	2,7	3,2
Proteínas (g/100 g)	5,1	7,3	9,4	11,6
Sal (g/100 g)	0,2	0,2	0,2	0,2

En función de los valores nutricionales teóricos obtenidos para cada una de las masas de galletas desarrolladas, previsiblemente y según el Reglamento (CE) Nº 1924/2006 de 20 de Diciembre, el producto final correspondiente a las galletas GP-30 y GP-40 cumpliría con los requisitos para emplear las declaraciones nutricionales “Fuente de fibra” en la referencia GP-30 y “Fuente de fibra” y “Fuente de proteínas” en la GP-40.

Con el fin de caracterizar las masas y galletas sin gluten, se determinaron sus propiedades reológicas y sus características físico-químicas en función de los porcentajes de sustitución de la harina parcialmente desgrasada de pistacho.

Para caracterizar las propiedades reológicas de las masas de galleta sin gluten se realizaron diferentes ensayos: barridos de deformación (“*strain sweep*”), barridos de frecuencia (“*frequency sweep*”) y ensayos de fluencia y recuperación (“*creep-recovery*”). Estos ensayos se llevaron a cabo con un reómetro Kinexus Pro + (Malvern Instruments Ltd, Malvern, Reino Unido) con una geometría de placas paralelas de acero inoxidable de 40 mm de diámetro, de superficie serrada, con una separación entre placas de 4mm. En todos los ensayos se fijó la temperatura a 25°C. Una vez depositada la muestra en la placa, se añadió vaselina con el fin de que la muestra no perdiera humedad. Antes de cada ensayo se dejó un tiempo de reposo de 5 minutos para permitir la relajación de la masa, que fue establecido previamente mediante un ensayo de deformación-tiempo.

Los ensayos de barrido de deformación se realizaron por duplicado en el rango de 0,01% a 200% de deformación, a una frecuencia de 1 Hz. A partir de estas curvas se estableció el esfuerzo máximo (τ_{max}) a partir de la cual se rompía la estructura de la masa, la zona viscoelástica lineal (LVR) y el esfuerzo en el punto de cruce, donde se interceptan los módulos dinámicos (Ronda *et al.*, 2017. Rheological Properties of Gluten-Free Bread Doughs: Relationship with Bread Quality. In *Advances in Food Rheology and Its Applications*, 297–334).

Los barridos de frecuencia se realizaron por duplicado en el intervalo de 10 a 1 Hz a una deformación del 0.02%. Los módulos elásticos (G') y viscoso (G'') y la $\tan\delta$, obtenidos en los ensayos de barrido de frecuencia se ajustaron a ecuaciones potenciales como en trabajos previos (Ronda *et al.*, 2017).

5

Los ensayos de barridos de esfuerzos (curvas no mostradas) realizados para establecer el LVR de las masas, mostraron dos regiones diferentes: LVR en el que G' y $\tan\delta$ eran casi constantes, y un dominio no lineal en el que G' empezaba a disminuir, y al mismo tiempo el $\tan\delta$ empezaba a aumentar con la deformación hasta que las curvas de G' y G'' se interceptaban, denominado crosspoint ($G'=G''$). Los valores de esfuerzos en crosspoint y los esfuerzos máximos que resisten las masas antes de la ruptura de su estructura ($\tau_{\max}$), al final de la LVR, se recogen en la Tabla 10.

Cabe destacar que las diferencias observadas en el comportamiento reológico de las masas analizadas pueden explicarse debido a las interacciones entre los componentes mayoritarios de la harina parcialmente desgrasada de pistacho, particularmente la proteína y la fibra.

Los análisis estadísticos de todos los parámetros analizados de las masas y galletas se realizaron utilizando el software Statgraphics Centurion XIX (Bitstream, Cambridge, MN, EE.UU.). Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) aplicando un test LSD (diferencia significativa mínima) para detectar las diferencias entre los valores promedio de las variables estudiadas con un nivel de confianza del 95% ($p \leq 0,05$).

Tabla 10. Efecto del nivel de incorporación de harina de pistacho parcialmente desgrasada (PDPF) sobre los parámetros reológicos de las masas elaboradas con harina de arroz y PDPF. Los niveles de PDPF fueron 0 g/100 g (R0: Control, harina de arroz), 10 g/100 g (P10), 20 g/100 g (P20); 30 g/100 g (P30) y 40 g/100 g (P40). $\tau_{\max}$ se obtuvo a partir de barridos de deformación. El modelo de ley de potencia se ajustó a los resultados experimentales a partir de barridos de frecuencia: $G'(\omega)=G'_1 \cdot \omega^a$; $G''(\omega)=G''_1 \cdot \omega^b$; $\tan \delta(\omega) = (\tan\delta)_1 \cdot \omega^c$. Las letras diferentes en la columna correspondiente indican diferencias estadísticamente significativas entre las medias para un nivel de significación del 95%. SE: Error estándar agrupado obtenido a partir del análisis ANOVA.

Masa	G'_1 (Pa)	a	G''_1 (Pa)	b	$(\tan\delta)_1$	C	$\tau_{\max}$ (Pa)	Crosspoint (Pa)
R0	163250 b	0,125 a	33225 c	0,246 a	0,204 a	0,122 b	205 b	1749 ab
P10	154900 b	0,133 a	33930 c	0,246 a	0,219 b	0,109 a	198 b	1812 b
P20	117900 a	0,143 b	27090 a	0,250 a	0,230 c	0,105 a	153 a	1563 a

P30	116450 a	0,147 b	27435 ab	0,256 a	0,236 c	0,109 a	156 a	1786 ab
P40	127300 a	0,149 b	31250 bc	0,248 a	0,245 d	0,100 a	231 c	2003 b
SE	4707	0,003	1125	0,004	0,002	0,003	11	91

El ensayo creep-recovery (fluencia-recuperación) se realizó mediante la aplicación de un esfuerzo de cizalla de 100 Pa (dentro de LVR) sobre la muestra, que se mantuvo constante durante 60 segundos. Una vez transcurrido este tiempo, cesó el esfuerzo y se registró la fase de recuperación de la masa durante 180 segundos más. Estos ensayos se realizaron como mínimo por triplicado. Los resultados de creep-recovery se expresaron en términos de capacitancia elástica o “*compliance*” (1/MPa). Los datos experimentales se ajustaron al modelo de Burgers como en trabajos anteriores (Ronda *et al.*, 2017), expresado por la siguiente ecuación:

$$J_C(t) = J_{0c} + J_{1c} \left(1 - \exp\left(\frac{-t}{\lambda_{1c}}\right) \right) + \frac{t}{\mu_0}$$

En la ecuación se representan los 5 parámetros modelados en la fase de creep donde $J_C(t)$ es la capacitancia (deformación dividida por esfuerzo), J_{0c} es la deformación instantánea, J_{1c} es la deformación retardada, λ_{1c} es el tiempo de retardo y μ_0 da información sobre la viscosidad en estado estacionario. Los parámetros modelados en la fase de recovery se obtuvieron de la siguiente ecuación, similar a la fase de creep donde se usa $J_r(t)$

$$J_r(t) = J_{max} - J_{0r} + J_{1r} \left(1 - \exp\left(\frac{-t}{\lambda_{1r}}\right) \right) + \frac{t}{\mu_0}$$

El porcentaje de recuperación (%) se calculó como $(J_{max} - J_{min})/J_{max} \times 100$, donde J_{max} es la capacitancia máxima en la fase creep y J_{min} es la capacitancia mínima en la zona recovery.

Los valores del modelo de Burgers obtenidos a partir de los ensayos creep-recovery se presentan en la Tabla 11. El esfuerzo aplicado en la LVR se mantuvo constante en 100 Pa durante 60 segundos, tiempo suficiente para que la muestra alcanzara el flujo en estado estacionario (**Figura 4**).

Las curvas de las masas mostraron un comportamiento viscoelástico que combina un componente viscoso y un componente elástico. Los resultados obtenidos demuestran un impacto sobre los parámetros del modelo de Burgers asociado a la incorporación de PDPF. A mayor nivel de incorporación, mayor deformación elástica instantánea (J_0) y retardada (J_1), tanto en la fase de Creep como en la de Recovery.

Tabla 11. Efecto del nivel de incorporación de harina de pistacho parcialmente desgrasada (PDPF) sobre los parámetros del modelo de Burgers obtenidos de los ensayos fluencia y recuperación de las masas elaboradas con harina de arroz y PDPF. J_0 : capacitancia instantánea y J_1 : capacitancia retardada, λ : tiempo de retardo; μ_0 : viscosidad en estado estacionario y J_{max} : capacitancia instantánea en la fase de fluencia. Las letras diferentes en la columna correspondiente indican diferencias estadísticamente significativas entre las medias para un nivel de significación del 95%. SE: Error estándar agrupado obtenido a partir del análisis ANOVA

Masa	Fase de fluencia			Fase de recuperación					
	J_0 (MPa ⁻¹)	J_1 (MPa ⁻¹)	λ (s)	μ_0 (MPa.s)	J_{max} (MPa ⁻¹)	J_0 (MPa ⁻¹)	J_1 (MPa ⁻¹)	λ (s)	Recuperación (%)
R0	7,5 a	5,9 a	3,8 a	7,8 c	21 a	8,4 a	8,3 a	23 a	83 ab
P10	7,5 a	6,8 ab	3,8 a	6,6 bc	23 ab	8,6 a	9,8 ab	27 ab	84 ab
P20	8,6 ab	7,3 b	3,7 a	6,4 bc	28 b	10,4 ab	11,9 bc	28 b	92 b
P30	9,7 b	9,1 c	3,3 a	5,3 ab	30 bc	11,6 b	12,4 bc	24 ab	84 ab
P40	11,8 c	10,6 d	3,5 a	6,1 a	36 c	13,4 c	14,5 d	23 a	81 a
SE	0,5	0,4	0,4	0,5	2	0,6	0,9	1	3

En cuanto a las propiedades físicas de las galletas, se analizó el color, la textura y las características morfogeométricas de todas las elaboraciones desarrolladas. Se empleó el colorímetro PCE-CSM5 (PCE Instruments, España) y el software CQCS3 para medir el color de las galletas, y los resultados se expresaron en las coordenadas CIE $L^*a^*b^*$ y CIE L^*C^*h utilizando el iluminante estándar D65 y el observador estándar 10°. Se determinó la luminosidad L^* (de 0-negro a 100-blanco), las coordenadas cromáticas a^* (de verde (-) a rojo (+)) y b^* (de azul (-) a amarillo (+)), el tono (h) y la saturación (C^*). La diferencia de color (ΔE) entre cada galleta con pistachos y las galletas a base de arroz al 100% se calculó mediante la ecuación $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$. La medición del color se realizó 5 × 5 veces (5 puntos diferentes en cada galleta y 5 veces en cada punto).

Respecto a la textura de las galletas se midió 1 hora después del horneado, utilizando un texturómetro TA-XT2 Stable Microsystems (Godalming, Reino Unido), provisto de un dispositivo HDP/WBR (Blade set “Warner-Bratzler”). El texturómetro estaba equipado con el software “Texture Expert”. Los parámetros experimentales fueron las siguientes: trigger de 0.05N, distancia de desplazamiento de la sonda de 10,0 mm, velocidad de pre-ensayo 1,00 mm/s, velocidad de ensayo 1.00 mm/s y velocidad post-ensayo de 10,00 mm/s. Se midió la fuerza máxima de rotura (N) de un mínimo de 5 galletas por cada elaboración.

Finalmente, las propiedades morfogeométricas se estudiaron sobre 5 galletas de cada elaboración, midiendo el diámetro y el espesor de cada una de ellas en dos diagonales diferentes y dividiendo ambos parámetros se determinó el factor de propagación (*spread factor*).

5

La Tabla 12 muestra los parámetros de fuerza máxima, factor de propagación y parámetros cromáticos de las galletas. Los resultados de las mediciones de color se aprecian también en la **Figura 5**. La incorporación de la harina parcialmente desgrasada de pistacho tuvo un efecto significativo sobre el color de las galletas.

10

Tabla 12. Efectos del nivel de incorporación de de harina de pistacho parcialmente desgrasada d epistacho (PDPF) sobre las propiedades físicas de las galletas elaboradas con harina de arroz y PDPF. L*:luminosidad; a* y b*: coordenadas de color CIELAB; C*: saturación; h: tono; ΔE: diferencia de color de la muestra R0 con 100% de harina de arroz. SE: Error estándar agrupado obtenido a partir del análisis ANOVA.

15

Muestra	Factor de propagación	Fuerza máxima (N)	L*	a*	b*	C*	h*	ΔE
R0	5,1 b	5,0 a	81,7 e	6,0 a	24,2 a	24,9 a	76,1 e	-
P10	4,7 a	6,6 a	65,6 d	12,9 b	30,6 b	33,1 b	67,1 c	17,0 a
P20	4,7 a	11,1 b	62,1 c	14,5 c	32,4 d	35,1 c	65,9 b	23,0 b
P30	4,8 a	22,1 c	53,3 b	16,5 d	31,6 c	35,5 c	62,4 c	31,2 c
P40	4,7 a	23,8 c	49,3 a	17,3 e	30,6 b	35,4 c	60,5 a	35,0 d
SE	0,1	0,5	0,5	0,1	0,3	0,3	0,3	0,5

Ejemplo 3. Galletas destinadas a población mayor de 65 años

20

Con el fin de desarrollar un producto adecuado a las necesidades nutricionales de las personas mayores de 65 años, se desarrollaron galletas con la siguiente composición:

Harina parcialmente desgrasada de pistacho (33,3 %), harina de trigo (32,4 %), agua (20,2%), azúcar (8%), aceite de girasol (4,0%), esencia de vainilla (0,5%), bicarbonato (0,5%), sal (0,5%), emulgente (lecitina de soja) (0,5%).

25

Se mezclaron la harina de pistacho y la harina de trigo junto al bicarbonato y la sal, en una batidora Kitchen Aid Profesional 5KPM50 (Michigan, USA) durante 1 minuto a velocidad 4. Posteriormente, se mezclaron en otra batidora el azúcar, la esencia de vainilla, el agua, el aceite y la lecitina de soja. Se batió hasta que la mezcla quedó homogénea.

30

Se añadió la primera mezcla a la segunda y se mezcló a continuación durante 2 minutos hasta que se formó una masa que se despegaba de las paredes del recipiente. Se terminó de amasar con las manos, formando una bola, que se dejó reposar durante media hora en refrigeración (entre 4 y 10 °C).

5

La masa se laminó a 2,5 mm de grosor en una laminadora SALVA L-500-J (Lezo, España) y se troqueló con un molde de 6 cm de diámetro. Las galletas se hornearon a 170° C durante 7 minutos en un horno eléctrico “Mini Rack Oven” Sveba Dahlen (Fristad, Suecia). En la Tabla 13 se recoge la información nutricional teórica de las masas de galleta desarrolladas con

10 harina parcialmente desgrasada de pistacho destinadas a población sénior mayor de 65 años.

Tabla 13: Información nutricional de las masas de galleta destinadas a población mayor de 65 años

Información nutricional	
Valor energético (kcal/100 g)	326,0
Grasas (g/100 g)	8,7
de las cuales saturadas (g/100 g)	1,3
de las cuales monosaturadas (g/100 g)	3,4
de las cuales poliinsaturadas (g/100 g)	4,3
Hidratos de carbono (g/100 g)	39,8
de los cuales azúcares (g/100 g)	13,5
Fibra (g/100 g)	4,7
Proteínas (g/100 g)	17,8
Sal (g/100 g)	0,5

15 En función de los valores nutricionales teóricos obtenidos para la masa de galletas destinada a población mayor de 65 años, previsiblemente y según el Reglamento (CE) N° 1924/2006 de 20 de Diciembre, el producto final correspondiente a la galleta desarrollada cumpliría con los requisitos para emplear las declaraciones nutricionales “Fuente de fibra”, “Alto contenido en proteínas” y “Alto contenido en grasas insaturadas”.

20

Ejemplo 4. Snack en formato de barrita para deportistas 1

Con el fin de proporcionar un producto para deportistas, se preparó un recuperador post-entrenamiento en formato de barrita compuesto por los siguientes ingredientes en las

25 proporciones que se muestran: harina de pistacho parcialmente desgrasada (48%), granillo de pistacho natural (15%), jarabe de glucosa (12,5%), jarabe de azúcar invertido (9,5%), agua

(7,5%), manteca de cacao (5,5%), esencia de vainilla (1%), lecitina de soja (0,5%), sal (0,5%). En la Tabla 14 se recoge la información nutricional teórica del producto desarrollado.

Para la preparación de 250 g de masa de barritas se pesaron todos los ingredientes secos (harina de pistacho parcialmente desgrasada, pistacho molido, pasta de dátíl, lecitina, sal), y se mezclaron en un robot de cocina Kitchen Aid Profesional 5KPM50 (Michigan, USA) durante 1 minuto a velocidad 2. Posteriormente se agregaron sobre los ingredientes secos los ingredientes húmedos (jarabe de glucosa, jarabe de azúcar invertido, agua, esencia de vainilla, y la manteca de cacao previamente derretida), y se mezclaron durante 1 minuto a velocidad 2. De manera complementaria se realizó una mezcla manual y homogenización de la masa resultante.

Se laminó la mezcla progresivamente en la laminadora, bajando el grosor progresivamente hasta 13 mm aproximadamente. Se terminó de compactar la masa con un rodillo manual y se rebajó el espesor de la masa a 10 mm. La masa laminada se dividió en piezas con un cortador de galletas obteniéndose barritas de 2.9 cm de ancho, y 8.5 cm de largo (peso de cada barrita: 30 g aproximadamente).

Se enfriaron las barritas en el frigorífico durante 20 h a una temperatura entre 4 y 10 °C. Posteriormente se atemperaron 1 h a temperatura ambiente y finalmente se envasaron en material plástico y se conservaron a temperatura ambiente.

Tabla 14. Información nutricional teórica de la barrita 1.

Elemento nutricional	Información nutricional
Valor energético (kcal/ 100 g)	422,6
Grasas (g/100 g)	18,9
de las cuales saturadas (g/100 g)	5,2
Hidratos de carbono (g/100 g)	31,0
de los cuales azúcares (g/100 g)	20,3
Fibra (g/100 g)	3,5
Proteínas (g/100 g)	26,9
Sal (g/100 g)	0,5

Los valores nutricionales de fibra y proteínas aparecen sombreados para indicar que, según el Reglamento (CE) N° 1924/2006 de 20 de diciembre relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos, el producto desarrollado presenta las declaraciones nutricionales: “Fuente de fibra” y “Alto contenido en proteínas”.

Ejemplo 5. Snack en formato de barrita para deportistas 2

Se desarrolló una segunda barrita compuesta por los siguientes ingredientes en las proporciones que se muestran: pasta de dátíl (39,2%), harina de pistacho parcialmente desgrasada (38,2%), granillo de pistacho natural (7,8%), agua (7,8%), manteca de cacao (4,9%), esencia de vainilla (1%), lecitina de soja (0,5%), sal (0,5%). En la Tabla 15 se recoge la información nutricional teórica del producto desarrollado.

El procedimiento de preparación de la barrita 2 es igual al indicado en el ejemplo 4.

Tabla 15. Información nutricional de la barrita 2

Elemento nutricional	Información nutricional (g/100 g)
Valor energético (kcal)	384,2
Grasas	13,7
de las cuales saturadas	4,2
Hidratos de carbono	40,2
de los cuales azúcares	34,1
Fibra	5,5
Proteínas	21,4
Sal	0,5

Los valores nutricionales de fibra y proteínas aparecen sombreados para indicar que, según el Reglamento (CE) Nº 1924/2006 de 20 de Diciembre, el producto desarrollado presenta las declaraciones nutricionales: “Fuente de fibra” y “Alto contenido en proteínas”.

Ejemplo 6. Obtención de concentrado proteico

A partir de la harina desgrasada obtenida en el ejemplo 1, y mediante una metodología de superficie de respuesta (RSM), se analizó el efecto de diferentes variables experimentales (pH y tiempo de agitación), en la concentración de proteínas solubles y balance de materia.

Las proteínas presentes en harina desgrasada de pistacho disuelta en agua destilada se solubilizaron a diferentes valores de pH entre 2 y 11. Posteriormente, las mezclas mantuvieron 50 de agitación. Se comprobó que la concentración de proteínas era mayor en condiciones alcalinas (Tabla 16).

Tabla 16: Concentración de proteínas solubles en función del pH y tiempo de agitación. Las letras indican diferencias significativas entre las concentraciones ($P < 0.05$).

pH	Tiempo de agitación (min)	Concentración de proteínas solubles (µg/mL)
11	50	15189,65 ± 6,57d
9	50	13331,65 ± 5,29c
4	50	6728,81 ± 8,67b
2	50	3642,71 ± 5,9a

Posteriormente se realizó un diseño RSM estableciendo como límites del dominio experimental valores de pH de 8 a 12 y de tiempo de agitación de 10 a 50 minutos. Las condiciones recomendadas para maximizar la extracción de peso fueron un pH de 8,0 y un tiempo de agitación de aproximadamente 30,0091 minutos, lo que dio como resultado un rendimiento máximo de peso previsto de 0,6475 [Intervalo de Confianza (IC) del 95 %: 0,5793 a 0,7157)] (**Figura 6**).

De estos valores se establecieron tres variantes del procedimiento:

Procedimiento A:

- adición de agua destilada a la muestra (proporción harina desgrasada de pistacho/agua destilada 1/25);
- ajusta pH 8-8,5 con bicarbonato de sodio;
- mezclar en agitador orbital tipo carrusel RD80 (Ibx Instruments, Labbox labware S.L., Barcelona, España) a 80 rpm durante 50 minutos;
- ultrasonidos (150 W y 40 KHZ) durante 50 minutos;
- centrifugación a 25°C y 2500 rpm durante 20 minutos;
- liofilización.

Procedimiento B:

- adición de agua destilada a la muestra (proporción harina desgrasada de pistacho/agua destilada 1/25);
- ajustar pH 8-8.5 con bicarbonato de sodio;
- ultrasonidos (150 W y 40 KHZ) durante 60 minutos;
- centrifugación a 25°C y 2500 rpm durante 20 minutos;
- liofilización.

Procedimiento C:

- adición de agua destilada a la muestra (proporción harina desgrasada de pistacho/agua destilada 1/25);
- mezclar en agitador orbital tipo carrusel RD80 (Ibx Instruments, Labbox labware S.L., Barcelona, España) a 80 rpm durante 50 minutos;

- c) ultrasonidos (150 W y 40 KHZ) durante 50 minutos;
- d) ajustar pH (8-8.5) con bicarbonato de sodio;
- e) centrifugación a 25°C y 2500 rpm durante 20 minutos;
- f) liofilización.

5

La **Figura 7** muestra el rendimiento de cada uno de los procedimientos en la obtención de proteínas solubles.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la obtención de harina desgrasada de pistacho que comprende las siguientes etapas:
 - a) granulación de pistachos previamente conservados entre 4 y 20°C hasta reducir su tamaño entre 1 mm y 16 mm;
 - b) opcionalmente, cuando se vaya a emplear una prensa de tornillo, atemperado de los pistachos granulados de la etapa a) durante entre 30 minutos y 2 horas a una
10 temperatura entre 20 y 30 °C;
 - c) procesado de los pistachos en prensa, en donde la prensa ha sido precalentada durante 5-10 minutos previo al prensado solo cuando se vaya a emplear una prensa de tornillo, el procesamiento durante 2 a 60 minutos, y obtención de aceite de pistacho y un subproducto sólido (torta desgrasada);
 - 15 d) centrifugación a 5000 – 10000 xg durante 20 – 60 minutos a 6 – 15 °C del aceite para la obtención de aceite refinado de pistacho;
 - e) molturado de la torta desgrasada en un molino de cuchillas hasta alcanzar un tamaño de partícula inferior a 1 mm;
 - f) tamizado del producto obtenido en la etapa e) por un tamiz de luz de malla menor
20 de 850 µm para obtener la harina desgrasada de pistacho;
 - g) almacenamiento del aceite refinado y de la harina desgrasada entre 4 y 20 °C.
- 25 2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que en la etapa b), cuando el procesamiento es por prensa de tornillo, los pistachos troceados se mantienen durante 1 hora a una temperatura de 25°C.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado porque la granulación o troceado de los pistachos en la etapa a) reduce el tamaño del pistacho entre 2 y 6 mm.
- 30 4. El procedimiento de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que, cuando el procesado de la etapa c) se realiza con una prensa de tornillo, los pistachos troceados en la etapa a) se atemperan durante 1 hora a 25°C.
- 35 5. El procedimiento de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que, cuando el procesado en la etapa c) se realiza con una prensa de tornillo, la prensa previamente se precalienta durante 5 minutos entre 110 y 120 °C.

6. El procedimiento de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que, cuando el procesado en la etapa c) se realiza con una prensa de tornillo, el procesamiento es entre 2 y 5 minutos.
- 5 7. El procedimiento de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que, cuando el procesado en la etapa c) se realiza con una prensa hidráulica, el procesamiento es entre 10 y 20 minutos con una presión entre 50 y 150 MPa,.
8. El procedimiento de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el aceite obtenido
10 en la etapa c) se centrifuga en la etapa d) a 7000 xg, durante 30 min, a 10 °C.
9. El procedimiento de las reivndicaciones 1 a 8, caracterizado por que en la etapa f) el tamaño de malla del tamiz es entre 300 y 850 µm.
- 15 10. El procedimiento de las reivndicación 1, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
 - a) granulación de los pistachos conservados entre 4 y 20°C hasta reducir su tamaño entre 1 mm y 16 mm;
 - b) atemperado de los pistachos granulados de la etapa a) durante entre 30 minutos
20 y 2 horas a una temperatura entre 20 y 30 °C;
 - c) procesado de los pistachos atemperados en prensa de tornillo, en donde la prensa ha sido precalentada durante 5-10 minutos previo al prensado, durante 2 a 5 minutos y obtención de aceite de pistacho y un subproducto sólido (torta desgrasada);
 - 25 d) centrifugación a 5000 – 10000 xg durante 20 – 60 minutos a 6 – 15 °C del aceite obtenido en la etapa c) para la obtención de aceite refinado de pistacho;
 - e) molturado de la torta desgrasada en un molino de cuchillas hasta alcanzar un tamaño de partícula inferior a 1 mm;
 - f) tamizado de la harina por un tamiz de luz de malla menor de 850 µm para obtener
30 la harina desgrasada de pistacho;
 - g) almacenamiento del aceite refinado y de la harina desgrasada entre 4 y 20 °C.
11. El procedimiento de las reivndicación 1, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
 - 35 a) granulación de los pistachos conservados entre 4 y 20°C hasta reducir su tamaño entre 1 mm y 16 mm;

- b) procesamiento de los pistachos granulados en prensa hidráulica durante 10 a 20, preferiblemente durante 10 minutos a una presión entre 50 y 150 MPa, preferiblemente a 98 MPa, y obtención de aceite de pistacho y un subproducto sólido (torta desgrasada);
- 5 c) centrifugación a 5000 – 10000 xg durante 20 – 60 minutos a 6 – 15 °C del aceite para la obtención de aceite refinado de pistacho;
- d) molturado de la torta desgrasada en un molino de cuchillas hasta alcanzar un tamaño de partícula inferior a 1 mm;
- 10 e) tamizado de la harina por un tamiz de luz de malla menor de 850 µm para obtener la harina desgrasada de pistacho;
- f) almacenamiento del aceite refinado y de la harina desgrasada entre 4 y 20 °C.
12. Aceite de pistacho obtenido en la etapa d) de los procedimientos de las reivindicaciones 1 a 10 o la etapa c) del procedimiento de la reivindicación 11.
- 15 13. Harina de pistacho obtenida en la etapa f) del procedimiento de las reivindicaciones 1 a 10 o de la etapa e) de la reivindicación 11.
14. La harina de pistacho de la reivindicación 13, caracterizada porque tiene un contenido en proteínas entre 38 – 44 % p/p, y un contenido en fibra entre el 8-12.5 % p/p.
- 20 15. Procedimiento para la obtención de un concentrado proteico a partir de la harina desgrasada de pistacho obtenida el procedimiento de las reivindicaciones 1 a 11 o la harina de las reivindicaciones 13-14, que comrende las siguientes etapas:
- 25 h) adición de agua destilada a la harina desgrasada de pistacho en una proporción agua : harina de 25 : 1;
- i) mezclado a 50 – 150 rpm durante 30 – 90 minutos;
- j) aplicación de ultrasonidos entre 100 – 200 W a 20 – 60 kHz durante 30 – 90 minutos;
- 30 k) centrifugación a 2000 – 3000 rpm durante 10 – 30 minutos y 20 – 37°C;
- l) recogida del sobrenadante; y
- m) liofilización del sobrenadante,
- en donde antes de la etapa i) o después de la etapa j) se ajusta el pH de la muestra a pH 8 – 8.5.
- 35 16. El procedimiento de la reivindicación 15, caracterizado porque no se lleva a cabo la etapa i).

17. Concentrado proteico obtenido en el procedimiento de las reivindicaciones 15 o 16.
- 5 18. Uso de la harina de pistacho de las reivindicaciones 13 o 14, el aceite refinado de pistacho de la reivindicación 12 o el concentrado proteico de la reivindicación 17 como ingrediente alimenticio.
- 10 19. Un producto alimenticio que contiene la harina de pistacho de las reivindicaciones 13 o 14, el aceite refinado de pistacho de la reivindicación 12 o el concentrado proteico de la reivindicación 17.
20. Suplemento proteico que contiene la harina de pistacho de las reivindicaciones 13 o 14 o el concentrado proteico de la reivindicación 17.
- 15 21. El producto alimenticio de la reivindicación 19, caracterizado porque el producto alimenticio es un producto libre de gluten.
- 20 22. El producto alimenticio de la reivindicación 19, caracterizado porque el producto es un producto de pastelería, panadería o galletería.
23. El producto alimenticio de la reivindicación 19, caracterizado porque el producto alimenticio está dirigido a una población mayor de 65 años o a deportistas.
- 25 24. Producto alimenticio post-entreno caracterizado porque comprende la harina de pistacho de las reivindicaciones 13 o 14 o el concentrado proteico de la reivindicación 17.
- 30 25. El concentrado proteico de acuerdo con la reivindicación 17, para uso como medicamento.
26. El concentrado proteico de acuerdo con la reivindicación 17, para uso en el tratamiento de patologías que cursan con hipoproteinemia.
- 35 27. El concentrado proteico para uso de acuerdo con la reivindicación 26, caracterizado porque la patología que cursa con hipoproteinemia se selecciona del grupo que consiste en enfermedad de Párkinson, esclerosis lateral amiotrófica (ELA), fibrosis quística, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) o enfermedad de

Alzheimer, enfermedad celiaca, enfermedad inflamatoria intestinal, procesos oncológicos, enfermedades cardiovasculares y diabetes.

FIG. 1

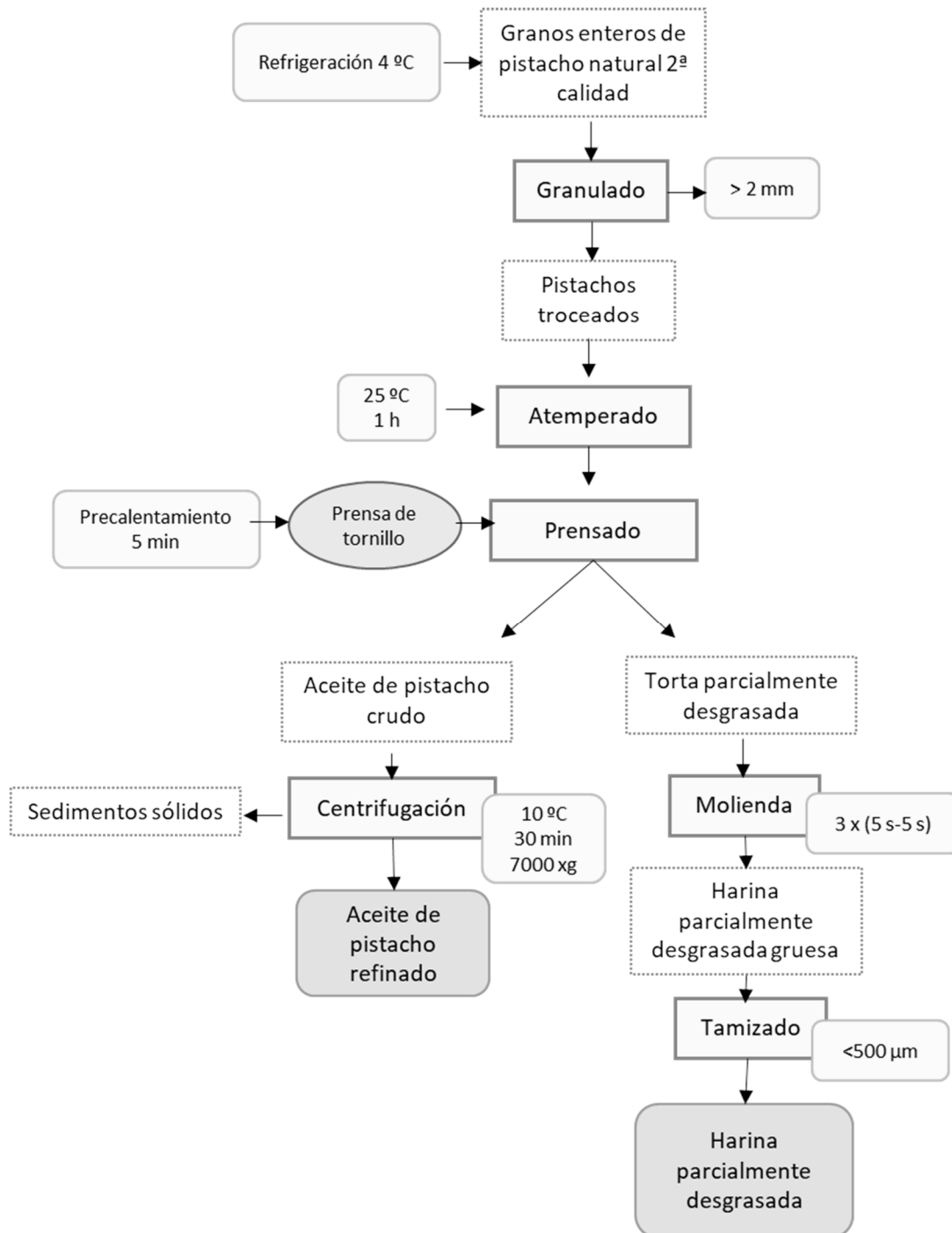


FIG. 2



FIG. 3



FIG. 4

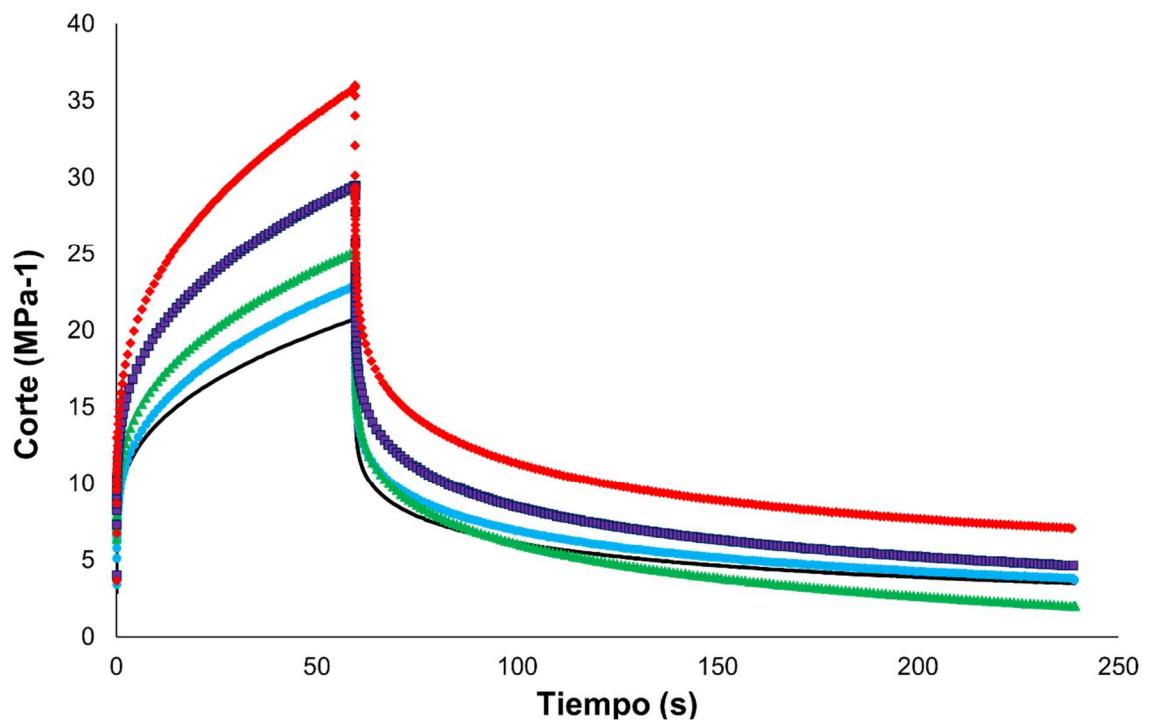


FIG. 5

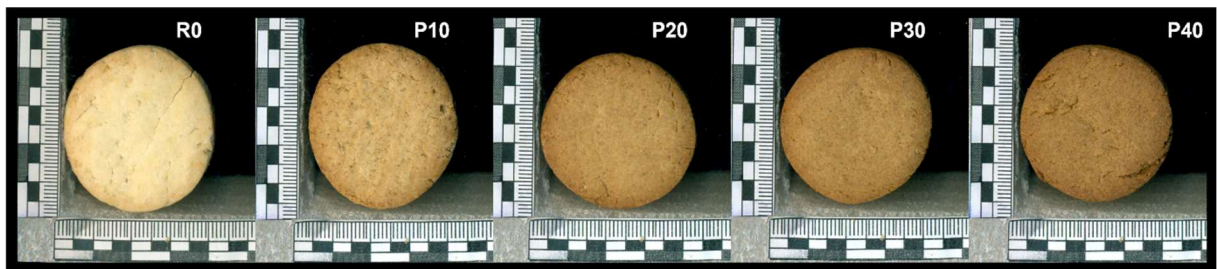


FIG. 6

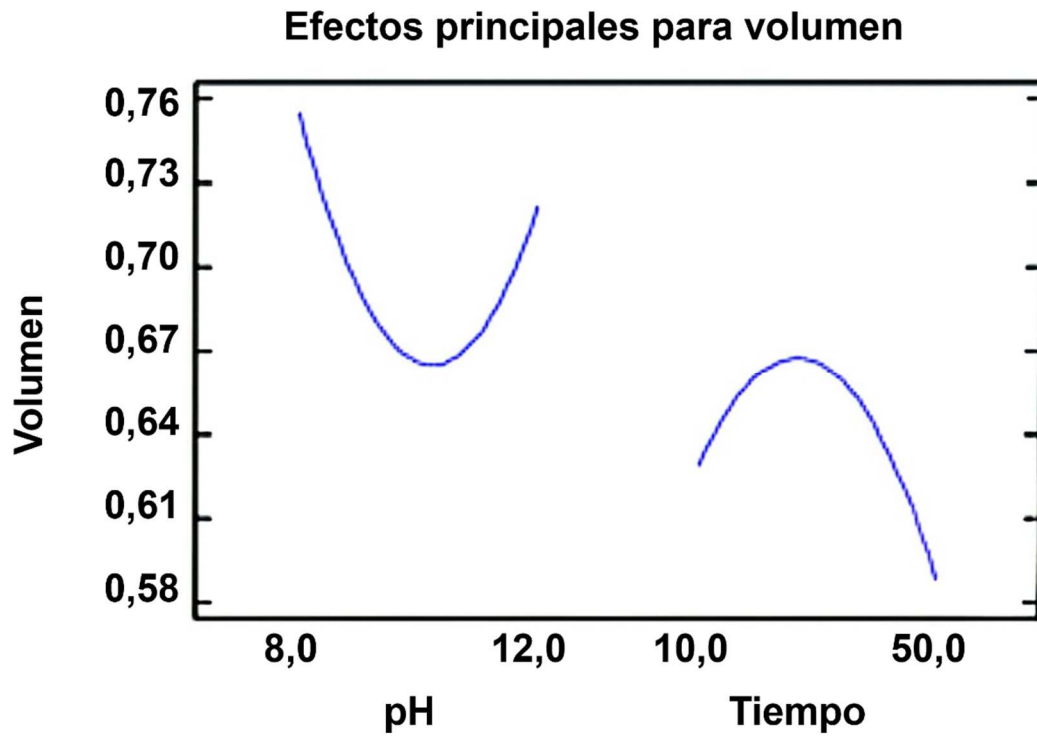
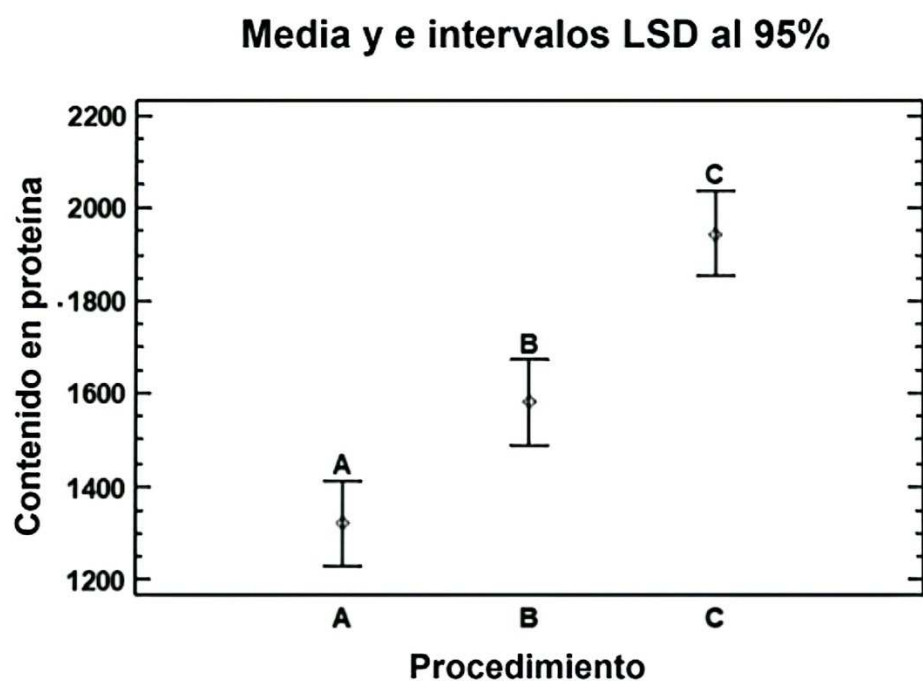


FIG. 7





- 21 N.º solicitud: 202530138
22 Fecha de presentación de la solicitud: 20.02.2025
32 Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

51 Int. cl.:

A23D9/00 (2006.01)
A23L25/00 (2016.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56 Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	RABADÁN, ADRIÁN, et al. Characterization of pistachio oils and defatted flours regarding cultivar and geographic origin. Journal of Food Composition and Analysis, 2018, vol. 71, págs. 56-64, apartado 2.2.	1, 3, 7-9, 11-14, 18-24
Y		2, 4-6, 10
Y	CATALÁN CAMBRONERO, LUIS. Optimización del proceso de extracción de aceite de pistacho virgen y aprovechamiento agrícola de las harinas generadas en el mismo. Memoria presentada para aspirar al grado de Doctor por la Universidad de Castilla- La Mancha.2016, págs. 1-193, página 72	2, 4-6, 10
X	YILDIZ, SEMANUR, et al. High- intensity ultrasound- assisted extraction for functionalized pistachio meal protein concentrate. Journal of Food Science, 04/02/2025, vol. 90, no 2, artículo n e70031, apartado 2.2.	15-17
A	Nueva harina de pistacho natural parcialmente desgrasada. Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos, 2022, Nº 533, págs. 58 ISSN 0300-5755 Idioma: español, página 58.	1-24

Categoría de los documentos citados
X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☐ para todas las reivindicaciones

☒ para las reivindicaciones nº: 1-24

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

A23D, A23L

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

AbS colección patentes y literatura no patente, Google académico