



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



INSTITUTO DE INGENIERÍA DE  
ALIMENTOS PARA EL DESARROLLO

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

***INFLUENCIA DE LA HARINA DE GARBANZO SOBRE LAS  
PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE  
CRACKERS SIN GLUTEN***

TRABAJO FIN DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA E INGENIERÍA  
DE LOS ALIMENTOS

ALUMNO: JOAN ROIG SEGUÍ

TUTORAS ACADEMICAS: ANA MARÍA ALBORS SOROLLA  
M<sup>a</sup> EUGENIA MARTÍN ESPARZA

***Curso Académico: 2019-2020***  
**VALENCIA, 11 de Septiembre de 2020**



# **INFLUENCIA DE LA HARINA DE GARBANZO SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE CRACKERS SIN GLUTEN**

**J. Roig Seguí, M.E. Martín Esparza<sup>1</sup>, A.M. Albors Sorolla<sup>1</sup>**

## **RESUMEN**

En el presente trabajo se ha realizado una evaluación de la influencia de diferentes concentraciones de harina de garbanzo en la elaboración crackers sin gluten sobre sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales. En el mercado actual de los snacks se ha puesto en marcha una línea clara de desarrollo en productos que tengan unas características nutricionales más saludables, así como el desarrollo de productos sin gluten. El objetivo del estudio ha sido obtener unos crackers sin gluten a base de harinas que permitan obtener un mejor aporte nutricional, en especial un alto contenido en proteína de origen vegetal y en fibra dietética, y con unas características organolépticas aceptables. Se han obtenido tres formulaciones distintas en las que se modificó el porcentaje de harina de garbanzo incorporado, con cantidades del 20 %, 40 % y 60 % de la masa total. Los parámetros analizados tanto en las masas como en el producto horneado fueron la humedad, la actividad del agua y las dimensiones características, mientras que en el producto horneado se evaluó el color y la textura. Por último, se ha realizado un análisis sensorial para conocer la aceptabilidad de los productos obtenidos. Los resultados muestran diferencias entre las formulaciones, tanto en las propiedades fisicoquímicas de la masa como en la textura del producto tras el horneado, obteniéndose una mayor aceptación en el producto con un 40% de harina de garbanzo.

Palabras clave: Crackers sin gluten, harina de garbanzo, harina de trigo sarraceno, harina de arroz, textura, color, fibra dietética.

## **RESUM**

Al present treball s'ha realitzat una avaluació de la influència de diferents concentracions de farina de cigró a uns crackers sense gluten i la caracterització fisicoquímica i sensorial d'aquests. Al mercat actual dels snacks s'ha desenvolupat una línia clara de desenvolupament en productes que tinguin unes característiques nutricionals més saludables, introduint farines poc convencionals en els snacks fins ara. Per tant, l'objectiu de l'estudi ha estat obtenir uns crackers a força de farines sense gluten, amb un millor aportació nutricional, sobretot en proteïna d'origen vegetal i en fibra dietètica, i amb unes característiques organolèptiques acceptables. En l'estudi es van realitzar tres formulacions

---

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

diferents en què es va modificar el percentatge de farina de cigró utilitzat, amb quantitats del 20%, 40% i 60% de la massa total. Els paràmetres analitzats tant en les masses com en el producte ja enforat van ser humitat (H), activitat d'aigua (aw) i les dimensions, mentre que en el producte final també es van avaluar el color i la textura. Finalment, es va realitzar una anàlisi sensorial per conèixer l'acceptabilitat dels productes obtesos. Els resultats mostren diferències entre les formulacions tant a les propietats fisicoquímiques de la massa com en la textura del producte després d'haver sigut fornejat, del qual es va obtenir una major acceptació al producte amb un contingut del 40% de farina de cigró.

Paraules clau: Crackers sense gluten, farina de cigró, farina de blat sarraí, farina d'arròs, textura, color, fibra dietètica.

## ABSTRACT

In the present work, an evaluation of the influence of different concentrations of chickpea flour on gluten-free crackers and the physicochemical and sensory characterization of these have been carried out. In the current snack market, a clear line of development has been launched in products that have healthier nutritional characteristics, introducing unconventional flours in snacks so far. Therefore, the objective of the study has been to obtain crackers based on gluten-free flours, with a better nutritional contribution, especially in vegetable protein and in dietary fiber, and with acceptable organoleptic characteristics. In the study three different formulations were made in which the percentage of chickpea flour used was modified, with amounts of 20%, 40% and 60% of the total mass. The parameters analyzed both in the dough and in the baked product were humidity, water activity and characteristic dimensions, while in the baked product the color and texture were evaluated. Finally, a sensory analysis has been carried out to determine the acceptability of the products obtained. The results show differences between the formulations, both in the physicochemical properties of the dough and in the texture of the product after baking, obtaining a greater acceptance in the product with 40% chickpea flour.

Keywords: Gluten-free crackers, chickpea flour, buckwheat flour, rice flour, texture, color, dietary fiber.

---

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

## 1. INTRODUCCIÓN

Según el Real Decreto 1124/1982 del 30 de abril de 1982, se entiende por “galletas” los productos alimenticios elaborados fundamentalmente por una mezcla de harina, grasa comestible y agua, adicionada o no de azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.) sometida a procesos de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua. En concreto, las galletas propuestas en el presente trabajo son del tipo Cracker y de aperitivo. Estas se elaboran con harina y grasas comestibles, generalmente sin azúcar, cuyas masas según sus características se pueden someter a una adecuada fermentación con levaduras o gasificantes para conseguir su tradicional ligereza.

Los crackers, por otra parte, se definen principalmente por ser unas galletas finas y crujientes con un bajo contenido en humedad, consumidas típicamente como un snack o como sustituto del pan (Miller, 2016).

Los Crackers Saborizados o “Snack crackers” tienen una gran variedad de formas, tamaños y sabores ya que en su fabricación se añaden componentes tales como especias y hierbas, semillas, queso y sal. Se realizan mediante un mezclado y fermentación en una única fase, algunas de estas se fermentan con levadura, aunque la mayoría utilizan levadura química para levantar la masa, la cual se puede dejar reposar o no (Miller, 2016). Una vez conseguida la masa esta se lamina, pliega, corta, se agujerea y finalmente se hornea (Han et al., 2010).

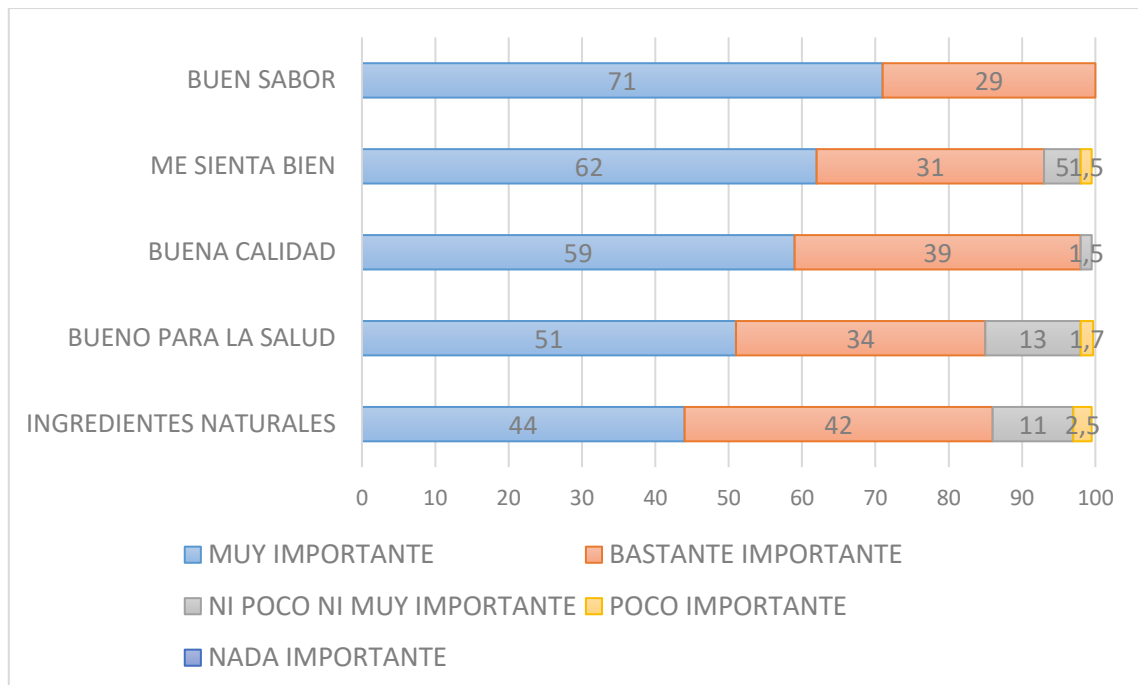
El mercado de los snacks es uno de los mercados mayor valorados económicamente, en los que se incluyen productos horneados, galletas y crackers, snacks de carne y palomitas de maíz. De todos estos productos las galletas y crackers son unos de los productos horneados más populares entre los consumidores (Han, et al 2010). Principalmente se debe a que se trata de productos listos para el consumo y que disponen de una gran variedad de sabores y formas, además de ser un producto generalmente de bajo precio y asequible para la mayor parte de la población. Por otro lado, al tratarse de productos con una baja humedad hace que sean estables microbiológicamente y que tengan una vida media relativamente larga (Cauvian, 2016).

Si hablamos del mercado de los snacks a nivel nacional, en 2017 se observó una tendencia positiva que afectó principalmente a los frutos secos y a los snacks de maíz, este crecimiento se estableció en un 8,4 % del total de los ingresos del sector (Martínez, 2018). Por otro lado, los snacks horneados se han consolidado como el snack saludable de referencia. Se estima que

estos representan el 15 % del mercado global de los snacks, porcentaje que ha ido creciendo durante los últimos años. En concreto en 2017, en las galletas saladas, se observó un crecimiento del 14,4 % en ventas y de un 18,1% en valor respecto al año anterior, como explica un artículo publicado en la revista online Sweetpress acerca de la evolución del mercado de los snacks en España.

Un sector en alza además es el desarrollo de nuevos snacks y galletas con mejores características saludables. En esta línea, se ha optado por disminuir el contenido de grasa total y grasa saturadas, aumentando el contenido de fibra dietética y proteína, y reduciendo la sal de estos productos (Sedej, et al 2011). Además, también han aparecido nuevas referencias tales como la denominación de productos ecológicos, funcionales, libres de alérgenos y artesanales, entre otras especificaciones (Martínez, 2018).

En los últimos años ha tenido lugar una evolución en el sector de los snacks debido a la búsqueda constante de productos con unas mejores características. El estudio de mercado realizado por AINIA (Martínez, 2018) indicó que, tal y como era de esperar, la característica más buscada en los snacks es el sabor. Sin embargo, en los últimos años, las características más demandadas (figura 1) en el mundo de los snacks son aquellas relacionadas con una buena nutrición y el bienestar (Jodar, 2018).



**Figura 1.** Características de los snacks más demandadas en la actualidad (Fuente: Jodar, 2018).

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

Las características demandadas en estos snacks son:

- Que sean bajas en sal, azúcar, calorías y grasa.
- Que no contengan colorantes, conservantes o aditivos.
- Que sean naturales, es decir de cultivo sostenible, orgánico, ecológico y mínimamente procesado.
- Además, se demanda la presencia de nutrientes naturales beneficiosos como son antioxidantes, vitaminas, fibra, proteínas, etc.

Por ello se ha optado por el uso de harinas poco convencionales que mejoraran estas características nutricionales aumentando, entre otras, las cantidades de fibra aportada y de proteína vegetal. Algunas de estas harinas son aquellas provenientes de legumbres como el garbanzo o las lentejas, ya que la inclusión de legumbres en la dieta tiene una enorme cantidad de efectos fisiológicos beneficiosos controlando y previniendo varias enfermedades metabólicas, diabetes mellitus, enfermedades cardíacas y cáncer de colon (Kohajdová, et al 2011). Otro tipo de harinas empleadas son pseudo cereales como el trigo sarraceno u otros cereales convencionales en los que se conserva el salvado, proporcionando así este valor nutricional añadido, además de combinar perfectamente con las legumbres debido a la deficiencia de los cereales en ciertos aminoácidos (Kohajdová et al., 2011; Alvarez-Jubete et al., 2010).

Por otra parte, en los últimos años ha aumentado el interés por las dietas sin gluten y de cómo mejorar estas dietas para que sean más favorables nutricionalmente (Duta y Culetu, 2015). La enfermedad celíaca es una enfermedad inflamatoria que daña la mucosa del intestino delgado debido a una respuesta inmunitaria provocada por el consumo de alimentos que contienen cereales con gluten. Estos síntomas desaparecen en cuanto se elimina el gluten de la dieta (Naqash et al., 2017; Flores-Silva et al., 2015).

El estudio de mercado realizado por Martínez (2018) acerca del consumo y distribución de productos sin gluten en España reveló la poca presencia de productos para celíacos que hay al alcance de los consumidores en los supermercados españoles. Además de que hay poca variedad de productos y snacks en los supermercados, la gran mayoría son productos con alto contenido calórico y que no aportan ningún tipo de beneficio nutricional (Flores-Silva et al., 2015).

Valletta et al. (2010) observaron que las dietas sin gluten tendían a reemplazar el consumo de los hidratos de carbono por un aumento del consumo de grasas, proteínas y bebidas calóricas, provocando problemas de malnutrición además de obesidad. Los adolescentes, por ser los individuos

---

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

que más snacks consumen (Jodar, 2018), tienen una mayor probabilidad de sufrir obesidad, debido a la relación del consumo de snacks con el aumento de peso (Flores-Silva et al., 2015). Por este motivo se ve la necesidad de desarrollar productos más saludables para la población celiaca que sustituyan el exceso de grasas y azúcares por otros ingredientes sin gluten que contengan un mayor contenido en fibra dietética, menor contenido de hidratos de carbono simples y un menor índice glicémico (Flores-Silva et al., 2015).

Los alimentos saludables deben tener una cantidad aceptable de proteínas, ser bajos en grasas saturadas, contener una cantidad significativa de fibra dietética, una baja cantidad de hidratos de carbono simples y un índice glicémico bajo (Jodar, 2018). Por ello se ha aumentado el interés en el desarrollo de productos con mejores propiedades nutricionales basados en harinas que no contengan gluten, procedentes de legumbres, como el garbanzo, o de pseudocereales (Kohajdová et al., 2011; Alvarez-Jubete et al., 2010).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Materias primas

Para la elaboración del snack se utilizaron como ingredientes las siguientes harinas: harina de garbanzo (HG) (La finestra sul Cielo S.A., Montmeló, España), harina de arroz integral (HA) (El rincón del Segura S.L., Albacete, España), harina de integral de trigo sarraceno (HS) (Bio Cesta, Valencia, España). Por otra parte, el resto de las materias primas empleadas se adquirieron en un supermercado local: aceite de oliva, zumo de limón, agua mineral, comino en polvo, ajo en polvo, bicarbonato de sodio y sal.

La composición química de las materias primas sólidas, es decir, las harinas empleadas durante el proceso de fabricación de las galletas fueron proporcionadas por cada fabricante (tabla 1).

**Tabla 1.** Composición química de las harinas empleadas para la fabricación de las galletas. (g/100g)

	HG	HS	HA
<i>Grasas Totales</i>	6,6	3,2	1,4
<i>Ácidos grasos saturados</i>	1	0,6	0,4
<i>Hidratos de carbono</i>	48	65,9	80
<i>Azúcares</i>	3,5	1,2	0,1
<i>Fibra total</i>	9	3	2,5
<i>Proteínas</i>	21	12	5,95

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.





Sal	0,03	0,0006	0,0025
-----	------	--------	--------

Fuente: datos de los proveedores

HG: harina de garbanzo, HS: harina de trigo sarraceno, HA: harina de arroz integral

## 2.2. Formulación y preparación de las galletas

En el presente estudio se diseñaron tres formulaciones de galletas sin gluten (tabla 2) en las que se añaden diferentes porcentajes de harina de garbanzo realizando la sustitución parcial de otras harinas sin gluten (arroz integral y trigo sarraceno) hasta llegar a la sustitución total de estas harinas por la harina de garbanzo. Las formulaciones se establecen con la adición 20, 40 y 60 gramos de harina de garbanzo en 100 gramos de masa. El resto de los componentes de la masa se mantuvieron constantes para todas las formulaciones: aceite de oliva 11,5 g, zumo de limón 10 g, agua mineral 15,5 g, comino en polvo 0,3 g, ajo en polvo 0,5 g, bicarbonato de sodio 1,5 g y sal 0,7 g (g/100g).

**Tabla 2.** Composición de las formulaciones de la masa para la elaboración de los crackers (g/100g).

Formulación	F20	F40	F60
HA	32	12	0
HS	8	8	0
HG	20	40	60
Sal	0,7	0,7	0,7
Agua	15,5	15,5	15,5
Levadura Química	1,5	1,5	1,5
Aceite de Oliva	11,5	11,5	11,5
Comino	0,3	0,3	0,3
Ajo en Polvo	0,5	0,5	0,5
Zumo de Limón	10	10	10

Para la preparación de los snacks crackers objeto del presente trabajo se requirieron una serie de modificaciones respecto al procedimiento utilizado para la fabricación de este tipo de producto. Las harinas de cereales sin gluten y de legumbres son significativamente distintas en sus propiedades y comportamiento a la hora del desarrollo de la masa y del producto.

La primera etapa del proceso consta de la selección y dosificación de los ingredientes mediante balanza con una precisión de 0,001 g modelo PFB 300-

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

3 (Kern & Sohn GmbH, Balingen). El mezclado de estos se realizó en un equipo Thermomix modelo TM-31 (Vorwerk España M.S.L., S.C., Madrid) y constó de tres partes. En primer lugar, se mezclaron los componentes sólidos (harinas, sal, bicarbonato de sodio, ajo en polvo y comino en polvo) durante 1 minuto a velocidad 4 con el fin de que se homogenizaran y, a continuación, se extrajeron los sólidos y se apartaron en un bol. La segunda parte del proceso es la emulsión de los componentes líquidos (agua, zumo de limón y aceite de oliva) usando la misma Thermomix. Los ingredientes se mezclaron durante 2 minutos a una velocidad de 5. Por último, se realizó el amasado de la mezcla seleccionando en el mismo equipo el modo espiga, y se llevó a cabo el mezclado progresivo de los sólidos sobre la emulsión líquida. En primer lugar, se añadió la mitad de los componentes sólidos y tras 1 minuto se añadieron los sólidos restantes. El tiempo total de amasado fue de 9 minutos a partir de la adición de todos los sólidos a la emulsión. Tras el amasado se extrajo la masa de la Thermomix y se boleó, se envolvió en film transparente para evitar el secado de la masa y se dejó reposar durante 15 minutos. Una vez finalizado el periodo de reposo se procede con el laminado de la masa. Para esto la masa obtenida se divide en dos y se forma para permitir su paso por la laminadora. En este proceso, la masa preformada se hace pasar a través de un laminador para pasta (modelo A 2500, acoplado a un motor eléctrico (A2500), Imperia Italia) que consta de dos rodillos laminadores de acero separados entre sí. El primer paso se realiza con una separación de 3mm. La masa resultante se pliega por la mitad y se hace pasar por el laminador dos veces más, teniendo en cuenta realizar un giro de 90 ° de la masa para variar la dirección del plegado. La lámina resultante se corta manualmente con una plantilla para dar lugar a los crackers, las dimensiones de los cuales son de 9 cm de altura por 5,5 cm de anchura. Las piezas de masa cortada se agujerean mediante una plantilla y un objeto punzante de 2 mm de grosor. En total se hacen 30 agujeros por galleta. Este proceso permite que durante el horneado el aire pueda escapar por los agujeros evitando la formación de grandes burbujas durante el horneado que puedan afectar tanto a la textura del producto final como a su espesor. Una vez tenemos los crackers crudos formados se procede a la fase de horneado. Se pusieron 16 crackers en una bandeja con papel encerado y se introdujeron en el horno a 175°C durante 15 minutos. El tiempo y la temperatura se determinó mediante un estudio previo de horneado. Los crackers horneados se dejaron enfriar en una bandeja de horno durante 30 minutos.

En la tabla 3 se puede observar la composición de las distintas formulaciones de galletas una vez horneadas. Se puede observar un aumento

---

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

de la cantidad de proteína y fibra junto con el aumento de la cantidad de harina de garbanzo en la formulación, al igual que un aumento en la fibra total.

**Tabla 3:** Composición química de las galletas (g/100g).

<i>Formulaciones</i>	<i>F20</i>	<i>F40</i>	<i>F60</i>
<i>Valor energético (Kcal/100g)</i>	475,4	478,4	482,4
<i>Grasas Totales (g)</i>	19,8	21,5	23,1
<i>Ácidos grasos saturados (g)</i>	0,5	0,7	0,9
<i>Hidratos de carbono (g)</i>	61,4	52,7	45,4
<i>Azúcares (g)</i>	1,6	2,6	3,5
<i>Fibra tota (g)</i>	4,3	6,3	8,2
<i>Proteínas (g)</i>	10,7	15,3	19,1
<i>Sal (g)</i>	1,7	1,7	1,7

### 2.3. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y físicas de la masa cruda y de las galletas horneadas.

#### 2.3.1. Humedad

La humedad, tanto de la masa de las galletas como del producto final se determinó mediante el método gravimétrico basado en la determinación de la pérdida de peso (balanza PFB 300-3, Kem & Sohn GmbH, Balingen, Alemania) de las muestras de 5 g experimentada tras ser sometidas a una temperatura de 130°C en estufa hasta alcanzar un peso constante (AACC, 2005).

#### 2.3.2. Actividad del agua

Para cada formulación desarrollada, la actividad del agua, tanto de la masa cruda como del producto final ya horneado, se determinó una única vez. El equipo empleado para ello fue el Decagon AquaLab meter (Pullman, WA, USA).

#### 2.3.3. Peso

Se realizó un control de peso de las galletas preformadas antes del horneado y de las galletas después del horneado con el fin de llevar un seguimiento de las pérdidas de agua durante el tratamiento térmico aplicado. Para ello se utilizó una balanza de precisión con 0,001 g de límite de error modelo PFB 300-3 (Kern & Sohn GmbH, Balingen).

#### 2.3.4. Dimensiones de las muestras

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

Durante el cortado de las galletas se determinó su longitud y su anchura para controlar una adecuada uniformidad en el tamaño de las muestras. Para ello se empleó una regla métrica. Por otra parte, se determinó el espesor de las galletas una vez formadas y después del horneado. Se midieron tres muestras para cada formulación realizada, para ello se utilizó un pie de rey con modelo PCE-DCP 200N (PCE Ibérica S.L. (PCE Inst.), Tobarra, Albacete).

#### 2.3.5. Análisis de color

Para la realización del análisis de color se utilizó un espectrocolorímetro (modelo MINOLTA, CM 3600D, Tokio, Japón) el cual fue calibrado con un negro y un blanco estándar, utilizando como referencia el observador 10 ° y como iluminante primario D65. Este análisis de color se llevó a cabo con las galletas ya horneadas, utilizando 6 muestras en cada una de las formulaciones. Para cada muestra se obtuvieron coordenadas de color CIE L\*a\*b a partir de los cuales se obtienen los valores de los atributos de color de croma (C\*<sub>ab</sub>) y el tono (h\*<sub>ab</sub>).

#### 2.3.6. Análisis de textura

El análisis de textura se realizó sobre las galletas una vez horneadas. Para ello, se utilizó un Texturómetro Analizador Universal de Textura TA.XT2 (Stable Micro Systems) junto con kit de ensayos de resistencia a la flexión en tres puntos. La velocidad de pre-ensayo fue 1 mm/s, la velocidad del ensayo de 3 mm/s, la velocidad de post-ensayo 10 mm/s, una distancia de 5 mm y una fuerza de activación de 0,49033 N. Los datos registrados por el equipo se visualizaron y trataron mediante un ordenador provisto del software Texture Exponent 32. Para el análisis de los datos se evaluó la fuerza empleada para romper las galletas.

#### 2.3.7. Análisis Sensorial

Se evaluaron simultáneamente mediante un código identificativo, las 3 formulaciones propuestas: F20, F40 y F60. Los catadores evaluaron el producto en dos partes, en primer lugar, las características externas tales como aroma, color, textura en mano y la apreciación global externa, y por otro lado se evaluaron las características derivadas de probar el producto: textura en boca, amargor, sabor salado, sabor a garbanzo, sabor a hummus y por último la apreciación global del producto. Estos atributos fueron evaluados mediante una escala hedónica con valores del 1 al 7 en el que 1 implicaba que ese atributo había disgustado muchísimo al catador y 7 que ese atributo había gustado muchísimo.

---

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

### 2.3.8. Análisis estadístico

Todos los análisis de varianza (ANOVA) se realizaron con un nivel de significación del 95% y se determinaron las diferencias mínimas significativas (LSD, Least Significant Difference) mediante el Software estadístico Statgraphics Centurion XVII (Statistical Graphics Corporation, Warrenton, USA).

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Propiedades fisicoquímicas de la masa

Durante el laminado y cortado de la masa de los crackers, se obtuvieron unas dimensiones muy semejantes entre las distintas formulaciones. Las galletas fueron cortadas manualmente con unas dimensiones de 9 cm de alto por 5,5 cm de ancho, con un peso medio por galleta cruda de 13,81 (0,37) g y con un espesor medio de 2,27 (0,08) mm. Por lo que respecta a la humedad de la masa se pudo observar que la formulación F20 presentó un valor significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) que las otras dos formulaciones, probablemente debido a la mayor capacidad de absorción de agua por parte del almidón de arroz frente a la absorción del almidón presente en la harina de garbanzo (Yao et al., 2020; Idriss, 2012)-

**Tabla 4.** Propiedades fisicoquímicas de la masa.

Formulación	Humedad (%)	Peso medio (g)	Espesor medio (mm)	$a_w$
<b>F20</b>	42,44 <sup>b</sup> (0,13)	14,32 <sup>a</sup> (0,60)	2,42 <sup>a</sup> (0,19)	0,9462 <sup>a</sup> (0,0008)
<b>F40</b>	40,92 <sup>a</sup> (0,49)	13,670 <sup>ab</sup> (0,28)	2,19 <sup>a</sup> (0,02)	0,9388 <sup>b</sup> (0,0003)
<b>F60</b>	41,01 <sup>a</sup> (0,55)	13,427 <sup>b</sup> (0,23)	2,20 <sup>a</sup> (0,04)	0,9303 <sup>c</sup> (0,0031)

\*Diferentes letras indican diferencias significativas

### 3.2. Propiedades fisicoquímicas de los crackers

Los parámetros fisicoquímicos analizados para las distintas formulaciones fueron la humedad (%), el peso (g), el espesor (mm) y la actividad del agua. No se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los parámetros analizados, salvo en la humedad de las galletas en el caso de la F20 que sí presenta diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con las otras dos formulaciones. Esto podría ser debido a que durante la cocción la harina de arroz no puede retener tanto líquido debido al menor contenido en proteína y fibra, que favorece la retención de agua, en comparación con las otras formulaciones (Cedeño, 2013; Rodríguez, 2015).

**Tabla 5.** Propiedades fisicoquímicas de los crackers.

<i>Formulación</i>	<i>Humedad (%)</i>	<i>Distribución de peso (g)</i>	<i>Distribución de espesor (mm)</i>	<i>a<sub>w</sub></i>
<b>F20</b>	2,03 (0,04) <sup>a</sup>	10,24 (0,43) <sup>a</sup>	2,81 (0,10) <sup>a</sup>	0,1445 (0,0337) <sup>a</sup>
<b>F40</b>	2,47 (0,1) <sup>b</sup>	9,76 (0,23) <sup>a</sup>	2,76 (0,07) <sup>a</sup>	0,1393 (0,0150) <sup>a</sup>
<b>F60</b>	2,26 (0,05) <sup>b</sup>	9,67 (0,18) <sup>a</sup>	3,00 (0,04) <sup>a</sup>	0,1398 (0,0226) <sup>a</sup>

*\*Diferentes letras indican diferencias significativas*

### 3.3. Análisis de color de los crackers horneados

La tabla 6 muestra los valores medios obtenidos del análisis de color realizado a los crackers ya horneados. En este análisis se evaluaron los parámetros L\*, a\*, b\*, C\*<sub>ab</sub> y h\*<sub>ab</sub>.

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

**Tabla 6.** Medidas y desviación estándar del color de los crackers.

Formulación	L*	a*	b*	C* <sub>ab</sub>	h* <sub>ab</sub>
<b>F20</b>	49 (2) <sup>a</sup>	15,1 (0,9) <sup>a</sup>	28,8 (0,9) <sup>a</sup>	32,5 (0,6) <sup>a</sup>	62 (2) <sup>b</sup>
<b>F40</b>	49 (2) <sup>a</sup>	15,9 (0,8) <sup>b</sup>	28,5 (0,8) <sup>a</sup>	32,6 (0,6) <sup>a</sup>	60,9 (1,8) <sup>a</sup>
<b>F60</b>	57 (2) <sup>b</sup>	15,8 (0,8) <sup>b</sup>	32,8 (0,8) <sup>b</sup>	36,4 (0,6) <sup>b</sup>	64,3 (1,6) <sup>c</sup>

*\*Diferentes letras indican diferencias significativas*

Los valores de L\* obtenidos indican un aumento de la luminosidad en la formulación en la que se utilizó HG por completo, sustituyendo a la HS, ya que la presencia de esta produce una disminución de los valores de luminosidad de los crackers debido al color oscuro natural que le proporciona (Maeda et al., 2014). Tal i como indica Aguirre, 2019, el resultado esperado sería una disminución de la luminosidad debido a la mayor proporción en proteína y fibra de las galletas con mayor proporción de HG ya que se producen una mayor cantidad de reacciones Mayard durante el horneado lo que conlleva una disminución de la luminosidad (Aguirre, 2019; Rodriguez 2015).

Por otra parte, las formulaciones F40 y F60 con mayor contenido en HG presentaron valores de a\* superiores ( $p < 0,05$ ), y en el caso de los valores de b\* la F60 también obtuvo unos valores significativamente mayores ( $p < 0,05$ ). Así, el tono de las galletas (h\*<sub>ab</sub>) y la saturación de color (C\*<sub>ab</sub>) se vieron influenciados por el grado de sustitución de HS por HG. La mayor proporción de HG aporta una tonalidad más amarillenta y mayor pureza de color a la superficie de los crackers debido a la presencia de pigmentos naturales en su composición (Chavez-Tarazona, 2017; Aguirre, 2019).

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.



**Figura 6.** Efecto del aumento de la proporción de harina de garbanzo en el color de los crackers obtenidos

### 3.4. Análisis de textura

Para el análisis de textura de los snacks se evaluaron los valores de dureza de las tres formulaciones. Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre la formulación F20 con la menor proporción en HG y las otras dos formulaciones que contenían valores más elevados de HG.

**Tabla 7.** Valores medios y desviación estándar de la dureza de los crackers (N).

Formulación	F20	F40	F60
Dureza	26 (4) <sup>a</sup>	32 (5) <sup>b</sup>	31 (5) <sup>b</sup>

*\*Diferentes letras indican diferencias significativas*

El aumento de la dureza con la proporción de HG ha sido también observado en trabajos previos (Noor Aziah et al., 2012). Esto podría deberse, por una parte, a la interacción de las partículas de fibra con el almidón, lo que daría lugar a un producto más denso; y por otro lado, la menor dureza de la formulación F20 se debe a un efecto de dilución con otras harinas (Flores-Silva et al., 2015). Otra posible explicación al aumento de la dureza es el aumento de proteína en las formulaciones con un mayor contenido en HG, tal como indican otros autores (Altindag et al., 2014).

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.



### 3.5. Análisis sensorial

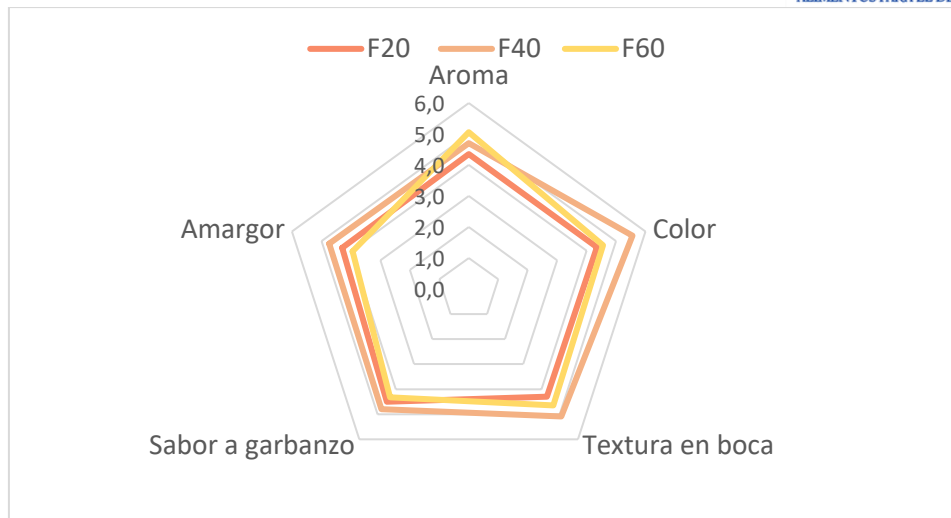
El análisis sensorial se realizó mediante una cata con un grupo de 34 jueces no entrenados, compuesto por 23 mujeres y 11 hombres, con una edad comprendida entre los 18 y 65 años. De ellos, un 35% son consumidores frecuentes de snacks tipo galletas y un 59% consumidores ocasionales de este tipo de producto. Para la realización de la cata se probaron las tres formulaciones realizadas simultáneamente.

Los datos se representaron mediante un gráfico de dispersión radial (Figura 2) para comparar los atributos analizados de cada formulación junto con un gráfico (Figura 3) que muestra la media de la apreciación global para cada muestra.

Como se aprecia en el diagrama de dispersión radial (Figura 2), la formulación con un porcentaje de HG intermedio obtuvo los mayores valores en todos los atributos propuestos para el análisis salvo en el aroma, ya que la presencia de una mayor cantidad de HG de la formulación genera un mayor aroma apreciado positivamente por los catadores, aunque no hay diferencias significativas entre ambas formulaciones (F40 y F60). Respecto a la evaluación del color de las galletas, existen diferencias estadísticamente significativas entre la valoración de la F40 con respecto a las otras formulaciones, la menor cantidad de HG y la presencia de HA consiguieron un color agradablemente aceptado por los jueces, mientras que los crackers con menor y mayor cantidad de HG provocó un mayor rechazo. Por lo que al sabor se refiere, tanto global como el sabor a garbanzo, no se encontraron diferencias significativas entre los valores aportados por los jueces, aunque en ambos casos se encuentre por encima los valores de la formulación F40. En cuanto a la textura, la F40 se mantuvo con valores superiores, siendo significativamente más positiva a la de la F20, aunque no de la F60.

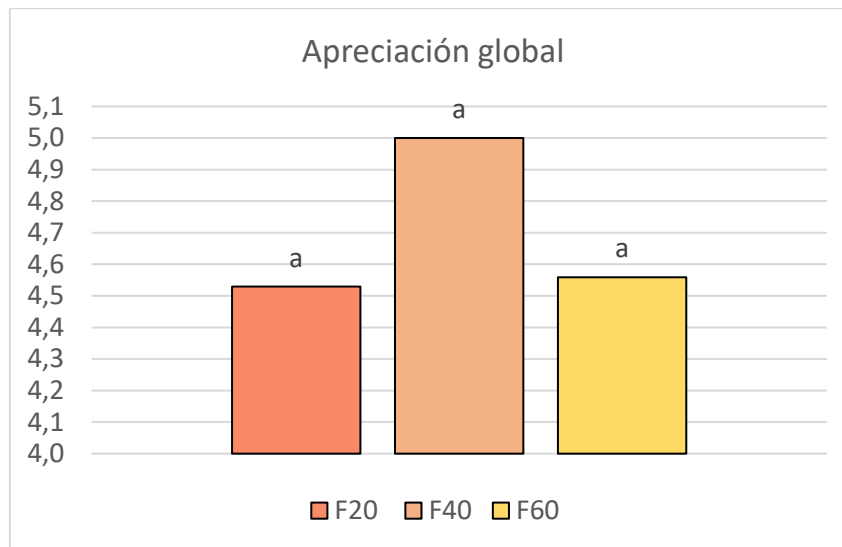
---

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.



**Figura 2.** Distribución del análisis sensorial.

Como podemos observar en la Figura 3 sobre la apreciación global de los crackers, la formulación con un porcentaje intermedio de HG (F40) obtuvo valores superiores a las otras formulaciones. No obstante, no existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre la apreciación global de las distintas formulaciones.



*\*Diferentes letras indican diferencias significativas*

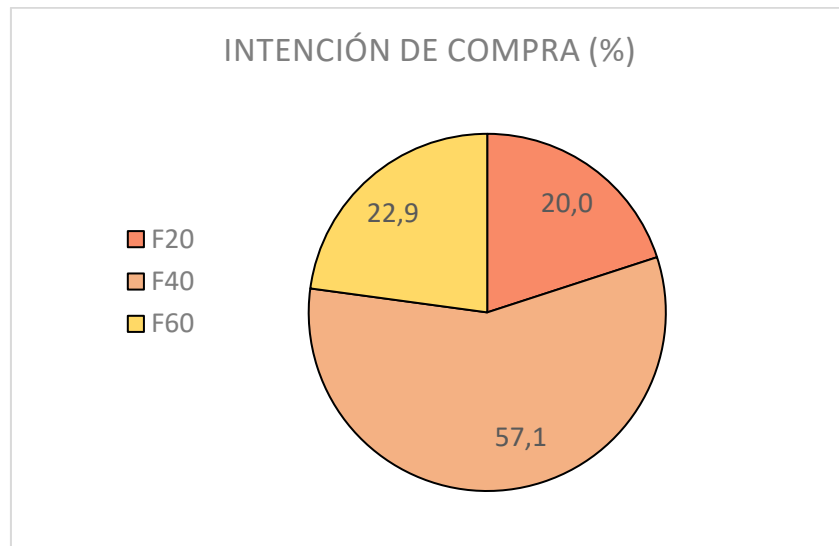
**Figura 3.** Apreciación global según formulaciones.

Por otra parte, se preguntó a los catadores acerca de la intención de compra de estos productos si se encontraran en el mercado. En la figura 4 se

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.



muestra la distribución en porcentajes. La formulación F40 superó notoriamente la de las otras dos formulaciones propuestas.



**Figura 4.** Distribución de la intención de compra (%).

#### 4. CONCLUSIONES

Se puede concluir que el aumento en harina de garbanzo de las distintas formulaciones propuestas conlleva un aumento en el valor nutricional de las galletas por su mayor aporte en proteínas y fibra que supone para las personas intolerantes al gluten, siendo la mayor intención de compra la formulación F40.

El aumento de HG y por tanto de proteína provocó una ligera disminución de la actividad de agua de las galletas con respecto a las formulaciones con el menor contenido de HG.

Con respecto al color, se observó un aumento de la luminosidad ( $L^*$ ) asociado a la sustitución de la HS por HG. El aumento de HG en las formulaciones provocó además un cambio de las galletas hacia tonalidades amarillentas y rojizas provocadas por el propio color natural de esta harina. Este cambio en las tonalidades provocó una mayor aceptación por parte del consumidor debido a que este suele preferir tonalidades más doradas como las aportadas por la HG.

El análisis de textura mostró el aumento de la dureza con proporciones más elevadas de HG, esto podría deberse a la interacción de la fibra y la proteína presente en estas formulaciones con el almidón, creando un producto de mayor densidad, que a su vez también derivó en una mayor aceptación por parte del consumidor.

En el análisis sensorial de los crackers se determinó que el aumento de HG mejoraba el olor y el color mientras que la presencia de HS provocaba una coloración menos agradable de cara a los consumidores, aunque la textura en boca de la combinación de ambas fue la mejor valorada y la que mayor intención de compra tenía.

El presente trabajo puede representar un avance en el desarrollo de productos sin gluten que, mediante la incorporación de HG en cantidades adecuadas provoque tanto el aumento de la apreciación sensorial como un aumento de las cualidades nutricionales del producto.

---

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, L.E. 2019. Diseño y Desarrollo de galletas dulces destinada a personas celíacas. Tesis. Universidad Técnica de Machala.
- Altındag, G; Certel, M; Erem, F; Konak, U.I. 2014. Quality characteristics of gluten-free cookies made of buckwheat, corn, and rice flour with/without transglutaminase. *Food Science and Technology International*.
- Alvarez-Jubete, L; Arendt, E.K.; Gallagher, E. 2010. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional glutenfree ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 21: 106-113.
- Cauvian, SP. 2016. Cookies, Biscuits and Crackers: Formulation, Processing and Characteristics. Reference Module in Food Science.
- Cedeño, V.; Galarza, A.; Cornejo, F. 2013. Efecto del tipo de variedad de arroz ecuatoriano en las características de hidratación de la harina y del gel. Escuela superior politécnica del litoral.
- Chavez Tarazona, A.Y. 2017. Evaluación de galletas enriquecidas con harina de castaña (*Bertholletia excelsa*) mediante nuevos métodos sensoriales: CATA, mapeo de preferencia y JAR. Tesis. Universidad Peruana Unión.
- Duta, D.E.; Culetu, A. 2015. Evaluation of rheological, physicochemical, thermal, mechanical and sensory properties of oat-based gluten free cookies. *Journal of Food Engineering*, 162: 1–8.
- Evolución positiva del mercado español de snacks durante 2017. Sweetpress. Dulcesnoticias. 2018 <https://www.sweetpress.com/evolucion-positiva-del-mercado-espanol-de-snacks-durante-2017/>
- Flores-Silva, P.C; Rodriguez-Ambriz, S.L; Bello-Pérez, L.A. 2015. Gluten-Free Snacks Using Plantain–Chickpea and Maize Blend: Chemical Composition, Starch Digestibility, and Predicted Glycemic Index. *Journal of Food Science*, 80 (5).
- Han, J; A.M. Janz, J; Gerlat, M. 2010. Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions. *Food Research International* 43: 627–633.

---

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

- Idriss, M; Abdelrahman, A; B. Senge. (2012). Dough rheology and bread quality of wheat–chickpea flour blends. *Industrial Crops and Products* 36: 196–202.
- Jodar, C. 2018. La revolución de los Snacks. AINIAFORWARD. Investigación de mercado para la innovación.
- Kohajdová, Z; Karovičová, J; Magala, M. 2011. Utilisation of chickpea flour for crackers production *Acta Chimica Slovaca*, 4(2): 98 – 107.
- Martínez, J.J. 2018. La celiaquía en el consumo y la distribución comercial. Un análisis cuantitativo y cualitativo. *Distribución y consumo*, 79 (3).
- Miller, R. 2016. Biscuits, Cookies and Crackers: Nature of the Products. *Encyclopedia of Food and Health*: 445-450.
- Naqash, F; Gani, A; Gani, A; Masoodi F.A. 2017. Gluten-free baking: Combating the challenges - A review. *Trends in Food Science & Technology* 66: 98-107.
- Noor Aziah, A. A.; Mohamad Noor, A. Y.; Ho, L.-H. 2012. Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flour. *International Food Research Journal* 19(4): 1539-1543.
- Real Decreto 1124/1982, de 30 de abril de 1982, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración Fabricación, Circulación y Comercio de Galletas. Disponible on-line en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1982/BOE-A-1982-13243-consolidado.pdf>
- Rodríguez Carbajo, P. 2015. Elaboración de galletas sin gluten con mezclas de harina de arroz-almidón-proteína. Trabajo Final de Master. Universidad de Valladolid.
- Sedej, I; Saka, M; Mandic, A; Misan, A; Pestoric M; Simurina, O; Canadanovic-Brunet, J. 2011. Quality assessment of gluten-free crackers based on buckwheat flour. *Food Science and Technology* 44: 694-699.
- Torbica, A; Hadnađev, M; Hadnađev T.D. 2012. Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality. *Food Research International*, 48: 277–283.

---

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



INSTITUTO DE INGENIERÍA DE  
ALIMENTOS PARA EL DESARROLLO

Valletta, E; Fornaro, M; Cipolli, M; Conte, S; Bissolo, F; Danchielli, C. 2010. Celiac disease and obesity: need for nutritional follow-up after diagnosis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64: 1371–1372.

Yao, L; Haibo, L, Yuyan, W, Kinyoro, I, Xiaoli, Q , Xiong, L; 2020. Comparison of structural features of reconstituted doughs affected by starches from different cereals and other botanical sources. *Journal of Cereal Science*; 93 102937

---

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Dpto. Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.