

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural



## APLICACIÓN DEL MODELO *DESIGN THINKING* PARA EL DESARROLLO DE UN SNACK PROTEICO CON HARINA DE QUINOA

Trabajo Final de Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Autora: Carmen Masiá Calabuig

Tutora académica: Prof. Dña. Purificación García Segovia

Cotutor: Prof. D. Javier Martínez Monzó

Cotutora colaboradora: Prof. Dña. M<sup>a</sup> Jesús Pagán Moreno

Curso Académico 2016/2017

VALENCIA, NOVIEMBRE DE 2016



## RESUMEN

Este trabajo se basa en la aplicación del Design Thinking, un método de generación de ideas innovadoras que centra su atención en las necesidades de los usuarios a los que van destinadas, para el desarrollo de un snack proteico. El producto, enfocado a deportistas, es diseñado a partir de una masa panaria, realizando una sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinoa y aumentando su contenido proteico con albúmina de huevo.

Con la metodología aplicada se pretende facilitar y optimizar el proceso de creación de un nuevo producto, adecuándolo a los deseos y preferencias de una población concreta, analizando las etapas de su desarrollo e identificando posibles errores a solucionar antes de obtener el producto final.

Mediante los análisis realizados se consigue estandarizar la formulación del producto y compararlo con productos similares en el mercado para alcanzar un nivel de aceptación satisfactorio.

**Palabras clave:** snack, proteínas, deportistas, quinoa, Design Thinking, color, textura, pan.

**Autora:** Carmen Masiá Calabuig

**Tutora académica:** Prof. Dña. Purificación García Segovia

**Cotutor:** Prof. D. Javier Martínez Monzó

**Cotutora colaboradora:** Prof. Dña. M<sup>a</sup> Jesús Pagán Moreno

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis is based on the use of Design Thinking, a method that allows the generation of innovative ideas focusing its attention on user's needs, for the development of a protein snack for athletes from a baked bread dough, making a partial substitution of wheat flour for quinoa flour and increasing its protein content with egg albumin.

The applied methodology aims to simplify and optimize the creating process of a new product, adapting it to the wishes and preferences of a specific population, analysing its development stages, identifying possible errors and solving them before obtaining the final product.

The performed analysis enable a final product formulation and a comparison with similar products in the market in order to reach a satisfactory level of acceptance.

**Keywords:** snack, protein, sport, athletes, quinoa, Design Think, color, texture, bread.

**Author:** Carmen Masiá Calabuig

**Academic tutor:** Prof. Ms. Purificación Garcia Segovia

**Cotutor:** Prof. Mr. Javier Martinez Monzó

**Second Cotutor:** Prof. Ms M<sup>a</sup> Jesús Pagán Moreno

## AGRADECIMIENTOS

*A mis tutores Puri García, Javi Martínez y M<sup>a</sup> Jesús Pagán, por facilitarme los medios para llevar a cabo este proyecto y ayudarme a aplicar los conocimientos aprendidos durante el grado.*

*A todas y cada una de las personas que han alimentado mis ganas de aprender, mi motivación y mi ilusión por todo lo que hago. A las que han estado ahí, cuando he tenido que hacer frente a las adversidades y cuando he podido celebrar éxitos y logros. A las que me han animado a seguir adelante y me han apoyado en todo momento.*

*A mis padres, por preocuparse por darme la mejor educación que he podido recibir.*

*A ti, por la ilusión que te haría verme llegar hasta aquí y porque siempre estarás presente, abuelo.*

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ALIMENTACIÓN EN DEPORTISTAS.....	1
1.1.1 Dieta de un deportista.....	1
1.1.2. Importancia de los hidratos de carbono en la recuperación de glucógeno muscular .....	1
1.1.3. Papel de las proteínas .....	1
1.2. QUINOA.....	2
1.2.1. HISTORIA Y CONSUMO DE QUINOA .....	2
1.2.2. COMPARACIÓN CON OTROS GRANOS .....	2
1.2.3. PRODUCTOS EN EL MERCADO QUE INCORPORAN QUINOA .....	4
1.3. INGREDIENTES BASE DE UNA MASA PANARIA .....	4
1.3.1. HARINA.....	4
1.3.1.1. IMPORTANCIA DEL GLUTEN .....	5
1.3.2. AGUA .....	5
1.3.3. SAL .....	5
1.3.4. AZÚCAR.....	5
1.3.5. LEVADURA .....	6
3.1.2 Clara de huevo .....	6
1.4 Relación con el Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos .....	7
2. OBJETIVOS .....	9
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1 MATERIAS PRIMAS E INGREDIENTES.....	10
3.1.1 Sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinoa.....	10
3.2 MÉTODOS.....	11
3.2.1 ¿QUÉ ES EL DESIGN THINKING? .....	11
3.2.2 PREFASES DEL DESIGN THINKING .....	11
3.2.2.1 SEGMENTACIÓN DE LA POBLACIÓN .....	11
3.2.2.2. HUMANIZACIÓN .....	13
3.2.3 ETAPAS DEL DESIGN THINKING .....	15
3.2.3.1 EMPATIZAR .....	15
3.2.3.2. DEFINIR.....	17
3.2.3.3. IDEAR.....	17
3.2.3.5. EVALUAR / TESTAR .....	19
3.2.3.5.1. ANÁLISIS NUTRICIONAL.....	19

3.2.3.5.2. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS.....	19
Textura.....	19
3.2.3.5.3. ANÁLISIS SENSORIAL .....	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	23
4.1 RESULTADOS DEL ANÁLISIS NUTRICIONAL .....	23
4.2 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS .....	24
Color.....	24
Textura.....	26
4.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL .....	27
5. LIMITACIONES .....	29
6. CONCLUSIONES.....	30
6. BIBLIOGRAFÍA.....	31
7. ANEXOS .....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Quinoa en grano .....	2
Ilustración 2 Características de un producto desarrollado mediante Design Thinking .....	11
Ilustración 3 Diagrama de segmentación poblacional. ....	13
Ilustración 4 Mapa de conceptos .....	13
Ilustración 5 Etapas del proceso de Design Thinking. ....	15
Ilustración 6 Mapa de empatía. ....	15
Ilustración 7 Diagrama de flujo del proceso de elaboración del snack. ....	18
Ilustración 8 Texturómetro y célula Ottawa. ....	19
Ilustración 9 Mapa de coordenadas CIELab. ....	20
Ilustración 10 Ilustración 10 Colorímetro Konica Minolta CM 2600d. ....	21
Ilustración 11 Cata del producto. ....	22
Ilustración 12 Representación de los resultados de $a^*$ vs $b^*$ para cada una de las muestras. ....	25
Ilustración 13 Representación de los resultados de $C^*$ vs $L^*$ para cada una de las muestras .....	25
Ilustración 14 Resultados del análisis sensorial en formato gráfico. ....	27

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Macronutrientes en materia seca en diferentes variedades de quinoa .....	3
Tabla 2 Composición nutricional de la quinoa .....	3
Tabla 3 Contenido en macronutrientes en granos de quinoa, maíz, arroz y trigo. (Koziol. 1992) .....	4
Tabla 4 Ingredientes empleados en la elaboración del snack proteico. ....	9
Tabla 5 Valor nutricional del snack proteico .....	23
Tabla 6 Promedios y desviaciones estándar de las coordenadas L*, a* y b* de cada formulación. ....	24
Tabla 7 Promedios y desviaciones de los atributos de color tono, croma y diferencia de color para cada una de las muestras. ....	24
Tabla 8 Valores de fracturabilidad, deformación plástica y crujibilidad para cada una de las formulaciones. ....	26
Tabla 9 Resultados para cada atributo sensorial en cada una de las formulaciones ...	26



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 ALIMENTACIÓN EN DEPORTISTAS

### 1.1.1 Dieta de un deportista

A pesar de los avances registrados en el campo de la nutrición deportiva y la importancia de una adecuada alimentación para mejorar el rendimiento físico-deportivo, los deportistas tanto recreacionales como profesionales olvidan con frecuencia incluir la planificación de una dieta dentro de la estrategia global de preparación para la práctica deportiva. Las adaptaciones fisiológicas y metabólicas del organismo como consecuencia del ejercicio físico conducen a la necesidad de aumentar la ingesta de calorías (de acuerdo al gasto energético) y de proteínas (en base a las necesidades tróficas del organismo) (González-Gross, y col. 2001)

Es esencial alcanzar un balance entre la actividad física y una adecuada dieta acorde con las necesidades personales de cada deportista para alcanzar un buen rendimiento deportivo y una eficaz recuperación post-entrenamiento.

### 1.1.2. Importancia de los hidratos de carbono en la recuperación de glucógeno muscular

Tanto el ejercicio moderado de larga duración como el ejercicio intermitente de alta intensidad suponen una pérdida significativa en los depósitos de glucógeno muscular debido a su utilización como fuente de energía en la ejecución deportiva. Parte del glucógeno hepático también se moviliza. Si tras la sesión de entrenamiento no se produce una recuperación de las reservas de glucógeno, se producirá una pérdida de rendimiento deportivo. Es un proceso lento que puede conllevar una duración de 24 a 48 h, en función de las pérdidas producidas. La velocidad de síntesis del glucógeno a reponer dependerá de la cantidad de hidratos de carbono aportados por la dieta. (Pérez, 2008).

El tipo de hidrato de carbono ingerido influye en la velocidad de síntesis del glucógeno, siendo la glucosa y la sacarosa igual de efectivas mientras que la fructosa es menos eficaz. Valorando el índice glucémico, las primeras (que presentan un índice glucémico elevado) junto con los almidones ricos en amilopectina, pueden ser transformadas en glucógeno a mayor velocidad que los carbohidratos de índice glucémico bajo, como la fructosa o los almidones ricos en amilosa.

### 1.1.3. Papel de las proteínas

Uno de los papeles de las proteínas ingeridas en una dieta enfocada a deportistas es reparar y regenerar las proteínas musculares que han sido dañadas y sintetizar nuevas, entre las cuales se incluyen las proteínas miofibrilares, las proteínas contráctiles, las proteínas mitocondriales (productoras de energía) y los complejos enzimáticos asociados. Este proceso de restauración proteica permite mejorar la calidad muscular en términos de densidad mitocondrial y área transversal, aumentando con ello el rendimiento. Por ello, es necesario un aporte proteico elevado de estos macronutrientes a través de la alimentación.

La ingesta simultánea de hidratos de carbono y proteínas acelera la resíntesis del glucógeno muscular debido al efecto sinérgico de estos dos macronutrientes, capaces de estimular la producción de insulina y su función glucogenogénica.

## 1.2. QUINOA

### 1.2.1. HISTORIA Y CONSUMO DE QUINOA

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un cultivo originario de la zona andina, en América del Sur, donde ha sido cultivado por civilizaciones prehispánicas con una antigüedad de miles de años junto con otros granos como el amaranto (*Amaranthus caudatus*) o la kaniwa (*Pallidicaule chenopodium*).



Ilustración 1 Quinoa en grano

A pesar de su elevada capacidad de adaptación al clima severo, la sequía, altas y bajas temperaturas, todavía se está

investigando qué tipos de cultivos de quinua deben impulsarse en los países occidentales con el fin de adaptarse mejor a las diferentes condiciones climáticas debido a la eminente variabilidad genética. A su vez, se busca el desarrollo de genotipos con bajos niveles de saponinas, semillas grandes y alto rendimiento.

El consumo de quinua se concentra en los campesinos y pequeños productores de los países andinos, quienes mantuvieron su cultivo como parte de sus estrategias productivas y de supervivencia. En algunos de estos países, como Bolivia, Perú y Ecuador, se ha manifestado recientemente un creciente interés comercial por la quinua y sus productos derivados, cuyos requisitos son menos exigentes que los de la quinua en grano, debido a que el riesgo fitosanitario, en términos generales, decrece con el grado de procesamiento del producto. Este interés se ha transferido a la población que ha migrado a los principales centros urbanos de los países productores, lo que genera un impacto positivo en la demanda global de este pseudocereal. (FAO, 2013)

El aumento del consumo en los países importadores destaca principalmente en Estados Unidos, Canadá, Japón, Francia y Holanda, entre otros, que incrementan su consumo de una quinua tanto en grano como procesada, con altos estándares de calidad, y en especial elaborada bajo estándares de producción orgánica. (FAO, 2013)

A pesar del elevado potencial de expansión del consumo de quinua, todavía se mantiene lejos de las cifras de consumo exhibidas por otros cereales, con los cuales compite en la demanda alimenticia de la población. (FAO, 2013).

### 1.2.2. COMPARACIÓN CON OTROS GRANOS

La composición química de las distintas variedades de quinua presenta los siguientes valores en porcentaje de materia seca:

Tabla 1 Macronutrientes en materia seca en diferentes variedades de quinua

Contenido (% materia seca)						
Grano / cereal	Variiedad	Proteína	Grasa	Fibra cruda	Cenizas	Hidratos de carbono
QUINOA	40057	14,1	9,7	-	-	72,5
	Amarga	15,7	5,7	10,3	3,1	66,5
	Huanacay	14,4	6	4	2,9	72,6
	Roja	15,4	7,5	2,5	3,1	68,4
	Sajama	11,1	4	-	3	77,2
	Dulce	14,8	4,3	8,8	2,6	69,1
	Desconocido	16,5	6,3	3,8	3,8	69
	Blanca	14,1	7,2	2,1	2,4	74,3
Amarilla	16	6,2	3,1	3,7	68,5	

Fuente: (Gonzales, 1989;., Wright et al. 2002;., Repo-Carrasco, 1992;., De Bruin, 1963;., ValenciaChamorro, 2003.)

Estableciendo un valor medio aproximado para cada uno de los componentes, los porcentajes obtenidos para valorar la composición nutricional media de todas las variedades de quinoa son los siguientes:

*Tabla 2 Composición nutricional de la quinoa*

<b>COMPONENTE</b>	<b>%</b>
<b>PROTEÍNAS</b>	14,7
<b>HIDRATOS DE CARBONO</b>	69,9
<b>GRASA</b>	7,1
<b>FIBRA</b>	4,5
<b>CENIZAS</b>	2,4

Constituye una excelente fuente de proteínas, reuniendo todos los aminoácidos esenciales de forma equilibrada y en porcentajes más elevados que otros alimentos vegetales, tomando como ejemplo la lisina y la metionina, que generalmente son deficientes en otros cereales. Además, no contiene prolamina, una proteína del gluten, permitiendo el consumo de productos derivados de quinoa a consumidores celíacos. Su contenido graso está libre de colesterol y los ácidos grasos omega-6 (ácido linoleico) disminuyen la cantidad de ácidos grasos saturados sin comprometer el color y la textura en la elaboración de pan (Calderelli y col., 2010)

Es un grano rico en fibra y sus carbohidratos son de fácil digestibilidad y los polifenoles que presenta mejoran la capacidad antioxidante de este grano y sus productos derivados. (Alvarez-Jubete y col., 2010).

El elevado contenido en saponinas condiciona a la quinoa a diversos procesos de eliminación de estos compuestos glucosídicos. Presentan una estructura formada por una parte glucona (compuesta por azúcares sencillos de una a cinco unidades) y una parte aglucona o sapogenina (compuesta por un esqueleto esteroideal C27 o triterpenoide C30). Estos metabolitos poseen una propiedad hemolítica al entrar en contacto con la sangre, ya que interactúan con el colesterol presente en la membrana de los eritrocitos. Debido a esta propiedad, la toxicidad de las saponinas es un riesgo elevado si se administran por vía intravenosa, mientras que por vía oral su carácter tóxico es muy bajo.

Al comparar la quinoa con otros granos como el maíz, arroz o trigo, se observa claramente un valor proteico y un contenido en grasa mayor, siendo menor el aporte de hidratos de carbono.

Tabla 3 Contenido en macronutrientes en granos de quinoa, maíz, arroz y trigo. (Koziol. 1992)

	Quinoa	Maíz	Arroz	Trigo
<b>Energía (kcal/100g)</b>	399	408	372	392
<b>Proteína (g/100g)</b>	16,5	10,2	7,6	14,4
<b>Grasa (g/100g)</b>	6,3	4,7	2,2	2,3
<b>Hidratos de carbono (g/100g)</b>	69	81,1	80,4	78,4

### 1.2.3. PRODUCTOS EN EL MERCADO QUE INCORPORAN QUINOA

La consolidación del interés en los mercados internacionales y la ampliación de los volúmenes de producción han promovido la diversificación de los usos de la quinoa (FAO, 2013), que pasa de ser consumida únicamente en forma de grano a ser sometida a diversos procesos de transformación agroindustrial, para incorporarla a productos basados en harina de quinoa, tales como masas panarias o de repostería.

La evolución de sus formas de consumo pretende agregar valor a preparados alimenticios dado su alto aporte nutricional.

Actualmente, la oferta de productos que incorporan quinoa es significativamente amplia, abarcando distintas gamas de productos desde panes hasta pastas, barritas de cereales, harinas, batidos, lácteos o una gran variedad de snacks catalogados como productos saludables (rosquilletas, crackers, tortitas extrusionadas, entre otros).

La gran mayoría de productos catalogados como saludables que se encuentran en el mercado incorpora un elevado contenido en grasa y azúcares simples, mermando su carácter nutritivo y dejando de ser apropiados para deportistas, así como para otros usuarios.

## 1.3. INGREDIENTES BASE DE UNA MASA PANARIA

El desarrollo de una formulación de masa panaria requiere la utilización de las siguientes materias primas:

### 1.3.1. HARINA

Para la elaboración de un pan es necesario utilizar una harina panificable que permita otorgarle su aireación y estructura característica. Este último aspecto depende de la principal proteína presente en la harina de trigo: el gluten. Por ello, al elaborar productos con harinas de otros

cereales o pseudocereales sin gluten, será necesario combinarlas con harina de trigo en diferentes proporciones para que el producto pueda panificar correctamente.

El principal hidrato de carbono presente en la harina de trigo es el almidón, localizado en las células del endospermo. Su función está directamente relacionada con la absorción de agua, responsable del hinchado de la masa al aumentar la temperatura durante el horneado. (Stanley Cauvain, Linda Young, 2006). Este tratamiento térmico es responsable de la gelatinización del almidón, que se produce por ruptura de las fuerzas que mantienen unidos los polímeros que lo forman, amilasa (estructura lineal y aparentemente amorfa) y amilopectina (estructura ramificada). Esta estructura pasa de un estado relativamente ordenado a un estado totalmente amorfo.

Otra de sus funciones consiste en la transformación en azúcar fermentable llevada a cabo por las levaduras. A pesar de que la harina contiene azúcar, la cantidad que posee no es suficiente como para producir todo el gas necesario para la elevación de la masa.

La firmeza de la miga de pan durante el almacenamiento es debida a una estructura cristalina en el producto incluso cuando la humedad disminuye, fenómeno conocido como retrogradación.

#### **1.3.1.1. IMPORTANCIA DEL GLUTEN**

El gluten es una proteína ergástica de naturaleza amorfa presente en la semilla de numerosos cereales. En el trigo representa un 80% de sus proteínas, clasificadas en dos grupos: gliadinas y gluteninas, ambas insolubles y definidas por Osborne en 1924. Desempeñan un papel importante en calidad de la harina y las propiedades reológicas de la masa, siendo las segundas las principales responsables de las propiedades elásticas del gluten. Gracias a esta elasticidad, es posible la fermentación de la masa, adoptando ésta una consistencia esponjosa con el horneado. Como consecuencia de la rotura de los enlaces intermoleculares y la permanencia de la configuración longitudinal de los enlaces de gluten, la masa adquiere una propiedad plástica. La plasticidad es una propiedad adquirida como consecuencia de la rotura de los enlaces intermoleculares, manteniendo la configuración longitudinal de los enlaces del gluten.

#### **1.3.2. AGUA**

El agua desempeña un papel fundamental en la solubilidad y dispersión de los ingredientes durante el proceso de mezclado y en la formación de la masa, contribuyendo a las propiedades de plasticidad y extensibilidad y permitiendo que crezca con el gas producido durante la fermentación. A su vez hidrata los almidones, facilitando su digestión, y posibilita la porosidad del pan, ya que sin ella el producto quedaría seco y quebradizo. La humedad del producto final es un factor importante, ya que es la responsable de mantener la frescura característica del pan.

#### **1.3.3. SAL**

La contribución principal de la sal en los productos de panadería afecta al sabor, a la vez que a una actividad de agua regulada y con ello a una vida útil libre de mohos y a una restricción de la actividad de las bacterias productoras de ácidos.

#### **1.3.4. AZÚCAR**

Es el sustrato que emplean las levaduras para producir gas. Las fuentes de obtención son la sacarosa y maltosa presentes en la harina. Estos disacáridos no son directamente fermentables, por ello las enzimas invertasa y maltasa, presentes en la harina, los transforman en azúcares

simples (monosacáridos) conocidos como azúcares invertidos, constituidos por una mezcla de glucosa y fructosa.

Maltosa + Agua ---**Maltasa**----> 2 Glucosa

Sacarosa + Agua ---**Invertasa**----> Glucosa + Fructosa

Antes de añadir las levaduras a la masa, se diluyen en una cantidad controlada de agua a la que se le añade unos gramos de azúcar para que éstas lo utilicen como sustrato y comiencen a llevar a cabo la reacción de fermentación.

### 1.3.5. LEVADURA

La levadura empleada en panadería es *Saccharomyces cerevisiae* y su función más importante es la produciendo anhídrido carbónico y alcohol etílico en forma de etanol a partir de los azúcares explicados anteriormente, facilitando de este modo la hinchazón de la masa panaria. Contribuye a la producción de sustancias que colaboran en la modificación de las estructuras de las proteínas de la harina (gluten), capacitando a las paredes celulares para retener el anhídrido carbónico producido. Parte del aroma y sabor característicos de una masa panaria es debido a la producción de alcoholes, éteres y ácidos (acético, butírico y láctico) por actividad de las levaduras.

### 1.3.6 CLARA DE HUEVO

La clara de huevo está formada principalmente por agua (88%) y proteínas (11%), siendo la ovoalbúmina la más importante, cuyas propiedades son de especial interés tanto desde el punto de vista culinario como nutritivo, debido a su riqueza en aminoácidos esenciales en proporciones muy equilibradas.

Los cinco componentes proteínicos principales que aporta son los siguientes:

- Ovoalbúmina: Es la proteína más abundante de la clara, fácilmente desnaturalizable por calor, separable por cromatografía y con carácter espumante en productos alimenticios, aportando ligereza y aireación a los productos alimenticios. Se le aplica la denominación *fosfoglicoproteína*, ya que está integrada por tres fracciones, A1, A2 y A3, en una proporción de 85:12:3, respectivamente, que se diferencian por su contenido en fósforo. Presenta grupos sulfhidrilos, responsables en gran medida del sabor, textura y aroma característicos del huevo.
- Ovotransferrina: (conalbúmina): Es una proteína no fosforilada formada por dos cadenas polipéptidicas. No presenta grupos sulfhidrilo pero sí enlaces disulfuro. Se desnaturaliza por calor, pero su termorresistencia aumenta al actuar como quelante de metales, en especial del hierro. Su actividad antiviral y antimicrobiana actúa contra numerosos microorganismos gram + y - y es posible aislarla mediante cromatografía líquida evitando la desnaturalización de la proteína.
- Ovomucina: Presenta cualidades gelificantes y propiedades bioactivas, pudiéndose aislar mediante el método de precipitación isoeléctrica y además de por cromatografía.
- Lisozima: Es un polipéptido natural constituido por 129 aminoácidos, aislable mediante métodos de cristalización y precipitación o por filtración a través de membranas o cromatografía. Provoca la lisis de los polisacáridos complejos que forman las paredes bacterianas de las bacterias Gram+, provocando su lisis. Debido a este carácter antimicrobiano, es utilizada de forma aislada en diversos procesos industriales, en los que actúa de forma inmediata y es eliminada por precipitación e inactivación, como ocurre en la producción de vino (controla las bacterias lácticas evitando el picado láctico del vino por exceso de este ácido láctico, sin afectar al trabajo de las

levaduras) o en la fabricación de quesos (combate el *Clostridium tyrobutyricum*, responsable de las hinchazones tardías en los semicurados y curados)

- **Ovomucoide:** Glucoproteína rica en glucosamina y aminoácidos azufrados que no coagula en presencia de calor. Es considerado un posible alérgeno debido a su resistencia frente a la acción digestiva. (Lewis, 1950)

Su función tecnológica en los productos procesados es proporcionar estructura y ligazón entre todos los componentes debido a su carácter aglutinante.

Las investigaciones biotecnológicas más recientes permiten obtener péptidos con actividad antihipertensiva a partir de las proteínas de la clara mediante hidrólisis enzimática, siendo esto un aspecto de gran importancia en la prevención de enfermedades cardiovasculares.

Con el fin de aumentar el contenido proteico del producto y debido al ya mencionado elevado valor nutricional, se añade albúmina de huevo en polvo y clara de huevo sustituyendo al agua a la formulación de la masa panaria que dará lugar al producto final.

## **1.4 Relación con el Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos**

Para llevar a cabo con éxito el desarrollo del proyecto y adaptar el producto al sector de mercado diana, es necesario aplicar todo tipo de conocimientos adquiridos durante el Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, entre otros:

- Nutrición (cálculo de valor nutricional y energético del producto, efectos en el metabolismo y propiedades beneficiosas o negativas, diseño de dietas para poblaciones que presentan distintas necesidades)
- Microbiología (seguridad alimentaria del producto evitando o retrasando el crecimiento de microorganismos que puedan desarrollarse, prevención de posibles enfermedades microbianas, adición de determinados microorganismos para mejorar la elaboración, transformación y calidad del producto)
- Procesado de alimentos (conocimiento de las instalaciones, equipos y tratamientos a aplicar para asegurar que las condiciones en las que se producirá el producto responden correctamente a unas medidas higiénicas y a un control del proceso de producción)
- Marketing (técnicas de diseño de productos para crear un formato innovador que logre captar la atención del consumidor, comunicación con el consumidor facilitando no sólo un producto sino también una experiencia, desarrollo de planes de marketing)
- Economía (elaboración de planes de negocio para asegurar un balance positivo entre los ingresos y los gastos de la empresa)

Durante el curso 2015-2016, la participación como miembro del equipo Gemüse S.L. en Ecotrophelia España 2016, representando a la Universidad Politécnica de Valencia. Es un certamen enfocado a estudiantes universitarios de grado y máster que pretende promover el espíritu empresarial y la competitividad en la industria alimentaria. Su objetivo es potenciar la innovación alimentaria mediante la creación de nuevos productos alimenticios eco-innovadores que serán posteriormente evaluados por un comité de expertos en nutrición, salud, seguridad alimentaria o sostenibilidad entre otras. Permite a los concursantes la familiarización con la gestión y el desarrollo de proyectos que abarcan desde innovación alimentaria hasta aspectos

profesionales. En este certamen, se enfoca la empresa como unidad económica de producción, se trabajan las vías de toma de decisiones y las técnicas y métodos empleados para un correcto funcionamiento de la inversión, financiación, información, producción y comercialización

Este proyecto, esta vez a nivel individual, se ha desarrollado empleando el mismo método de generación de ideas que fue utilizado para el concurso y que se explica en el apartado 3.2.1.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

En base a lo expuesto en la introducción, este Trabajo Final de Grado tiene como objetivo general la creación de un snack proteico a partir de una masa panaria llevando a cabo una sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinoa y una adición de clara de huevo y albúmina en polvo para aumentar el contenido en proteínas. Se busca conseguir un nuevo producto de alto valor nutricional para satisfacer las necesidades proteicas de un usuario preocupado por su alimentación.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para la consecución de dicho objetivo se fijan cuatro objetivos específicos:

- Determinación del porcentaje más adecuado de la mezcla de harina de trigo y harina de quinoa para llevar a cabo la panificación y conseguir un pan suficientemente aireado.
- Ajuste del contenido proteico mediante la adición de diferentes fuentes proteicas hasta alcanzar una cantidad de al menos 10 gramos por ración de 45 gramos de producto.
- Determinación de las propiedades físicas del producto mediante valores de color y textura.
- Aceptación del producto por parte del consumidor a través de un análisis sensorial.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 MATERIAS PRIMAS E INGREDIENTES

Las materias primas empleadas en la elaboración del snack proteico y sus proporciones son las siguientes:

Tabla 4 Ingredientes empleados en la elaboración del snack proteico.

Ingrediente	Casa comercial	Cantidad (g)	
Harina de quinoa	Cultivos de Ecuador	15,0	9,8 %
Harina de trigo	Gallo	60,0	39,2 %
Sal	Hacendado	1,9	1,2 %
Levadura	Levital	6,0	3,9 %
Clara de huevo líquida	Huevos Guillén	39,3	25,7 %
Albúmina en polvo	Sosa Ingredients	25,0	16,3 %
Agua	-	5,8	3,8 %

##### 3.1.1 Sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinoa

El trigo (*Triticum aestivum*) representa uno de los granos más utilizados y mejor estudiados, en parte debido a las características reológicas y de horneado del gluten. Por sus cualidades para el proceso de panificación (el gluten es necesario para que el producto pueda airearse correctamente, como se ha explicado anteriormente) y dado que la amilopectina presenta mayor facilidad de transformación en glucógeno que la amilosa, el snack ha sido elaborado con harina de trigo en mayor proporción, ya que el almidón de trigo normal contiene un 25% de amilosa (la molécula de almidón menor y linear) y un 75% amilopectina (la molécula ramificada y más grande).

Basándose en las investigaciones sobre la idoneidad de las mezclas de harina de quinoa y harina de trigo para la preparación de una masa panaria (Alvarez-Jubete y col., 2010), que evalúan la influencia de la sustitución parcial de harina de quinoa en las propiedades nutricionales y funcionales de los productos resultantes se puede afirmar que supone una mejora de estas características.

La sustitución de un 20% de harina de trigo por harina de quinoa aumenta en un 26% el contenido de proteína del pan resultante, así como los aminoácidos esenciales, en unos valores de 26,5% para la lisina, 8,85% para la metionina y un 9,8% para la histidina, 10% para la grasa, 17% para el potasio, 48% para el hierro y 73% para el magnesio en comparación con el pan de trigo (Stikic y col., 2012).

La sustitución de un 15% de harina de trigo por harina de quinoa aumentó el contenido total de polifenoles en un 11%, el contenido total de flavonoides en un 36% en comparación con el pan de trigo (Chlopicka y col., 2012).

## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 ¿QUÉ ES EL DESIGN THINKING?

Es una metodología de gran utilidad desarrollada de forma teórica en la Universidad de Stanford en California (EEUU) empleada para detectar necesidades reales de posibles usuarios o consumidores y generar ideas innovadoras que puedan solucionarlas de forma exitosa y eficaz, facilitando a las empresas la comercialización de sus productos.

Este método se fundamenta en la comprensión de las necesidades y los deseos del consumidor y la conversión de las ideas desarrolladas en contenido visual (tablas, diagramas, etc) facilitando de este modo una visión creativa e innovadora.

Siguiendo los principios del *design thinking*, es necesario que el producto a desarrollar cumpla tres aspectos:



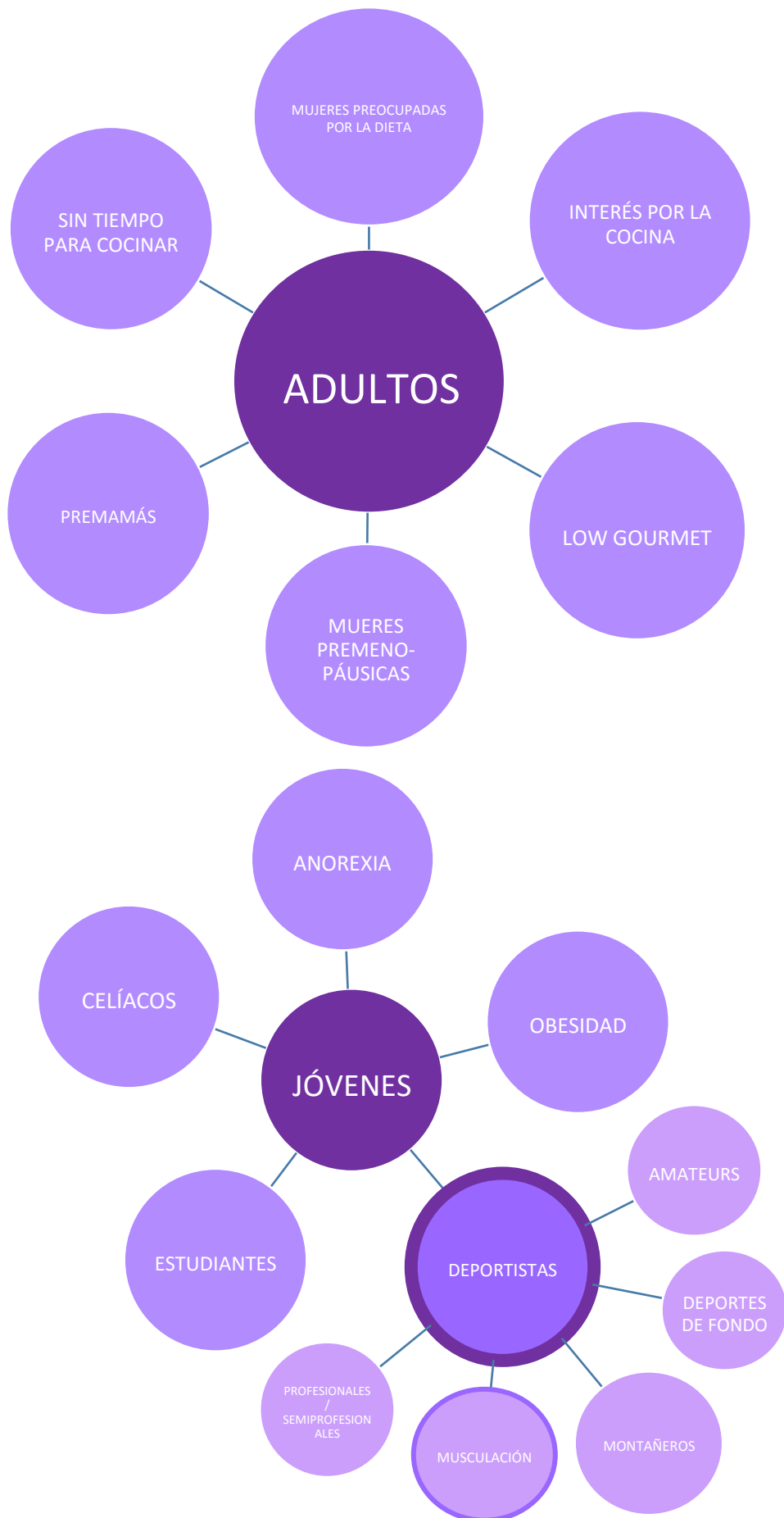
Ilustración 2 Características de un producto desarrollado mediante Design Thinking

### 3.2.2 PREFASES DEL DESIGN THINKING

#### 3.2.2.1 SEGMENTACIÓN DE LA POBLACIÓN

En primer lugar, debe realizarse una segmentación de la población en distintos colectivos en función de diferentes aspectos como la edad, actividad física o necesidades nutricionales, entre otros.





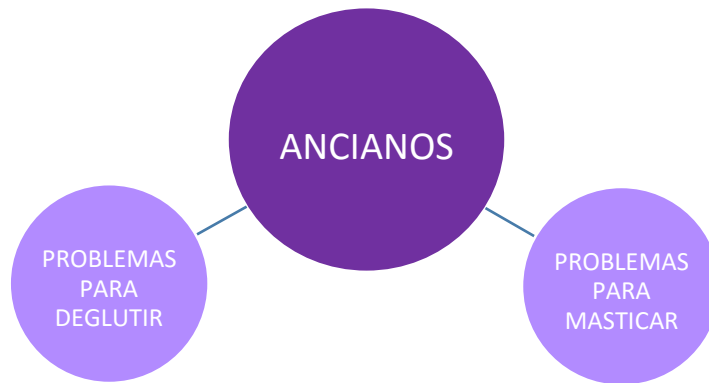


Ilustración 3 Diagrama de segmentación poblacional.

Esta clasificación es muy útil para identificar un grupo de consumidores propenso a consumir un producto innovador. Una vez realizada, es necesario priorizar en uno de los colectivos para atender a sus necesidades. En este caso, el grupo poblacional seleccionado es el de los deportistas, en concreto los atletas cuya atención se centra en la musculación.

### 3.2.2.2. HUMANIZACIÓN

Para poder empatizar con el usuario, se crea un perfil perteneciente al grupo de consumidores en el que se va a centrar el desarrollo del producto. Para ello, se humanizan las características del consumidor a través de un nombre, una edad y unas actividades a desarrollar relacionadas con las necesidades que se van a cubrir. Una forma de facilitar este proceso es utilizando un mapa de conceptos.

PERSONA.MAPEAR/CLIENTE

PROYECTO  FECHA   
 DISEÑADO POR  VERSIÓN

**CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS / COMUNIDAD**

¿cuál es su edad? ¿cómo es su familia?  
 ¿cuál es su trabajo?  
 ¿cuál es su nivel cultural?  
 ¿con quién tiene más confianza? ¿quién es la persona en la que se apoya?

**NECESIDADES / MOTIVACIONES**

¿cuáles son sus Necesidades / Motivaciones en el Momento / Escenario descrito?

¿cuál es el Momento / Escenario donde le situamos?

**MOMENTO / ESCENARIO**

Diseñado por: Thinkersco®  
Si puede ser permitido puede ser diseñado?  
 Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas 4.0 Internacional.  
 Para ver una copia de esta licencia, visite: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**DESIGNPEDIA™** ThinkersC®  
[WWW.DESIGNPEDIA.INFO](http://WWW.DESIGNPEDIA.INFO) [WWW.THINKERSCO.COM](http://WWW.THINKERSCO.COM)

## PERSONA

- NOMBRE: Andrea
- EDAD: 22
- OCUPACIÓN: Estudiante
- ACTIVIDAD: Deportista, preocupada por su dieta y por la ganancia y conservación de su masa muscular. Emplea muchas horas en la biblioteca y entrena cinco días a la semana.

## CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS Y COMUNIDAD

- 22 años
- Vive con sus padres. En casa se come sano PERO no siempre acorde con la dieta que sigue
- Nivel cultural alto
- Amigos, pareja, equipo y familia son sus mayores apoyos.
- Nivel económico bajo, compra en supermercados de marca blanca.
- Sabe cocinar.

## NECESIDADES Y MOTIVACIONES

- Bailar y entrenar
- Mantener una alimentación sana y acorde con su entrenamiento
- Obtener resultados académicos y deportivos
- Esfuerzo, constancia y disciplina
- Control de kcal y nutrientes
- Fuerza de voluntad

## ENTORNO

UNIVERSIDAD / BIBLIOTECA

ESCUELA DE DANZA

GIMNASIO

- Muchas horas fuera de casa → no dispone de cocina → MÁQUINAS DE VENDING / TRAER DE CASA
- Rodeada de gente con hábitos alimenticios distintos a los suyos
- Festivales de música
- Quedar a tomar algo con sus amigos →

PROBLEMA ¿QUÉ CONSUMIR?

## OBJETIVOS Y METAS

- Ganancia de masa muscular magra
- Definición muscular → disminución del % grasa
- Poder comer alimentos que come todo el mundo sin dejar de cumplir su dieta
- Ingerir nutrientes necesarios fuera de casa

### 3.2.3 ETAPAS DEL DESIGN THINKING

El proceso de Design Thinking se compone de cinco etapas y no necesariamente es lineal. En cualquier momento se podrá retroceder o avanzar por las etapas incluso sin pasar por ellas consecutivamente.

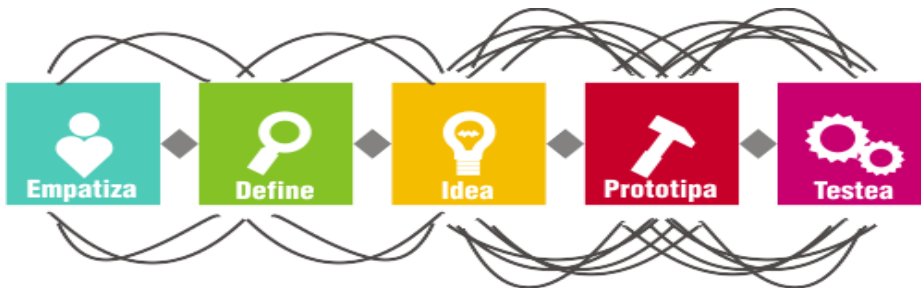


Ilustración 5 Etapas del proceso de Design Thinking.

#### 3.2.3.1 EMPATIZAR

La primera fase del proceso consiste en observar y analizar el comportamiento y los hábitos del usuario para comprender sus necesidades y ser capaces de generar soluciones consecuentes. Para ello, se emplea un mapa de empatía que ayudará a resolver problemas que no son propios sino de otro usuario mediante un análisis de sus preocupaciones o deseos a través de lo que piensa, siente, oye, dice, hace y ve.

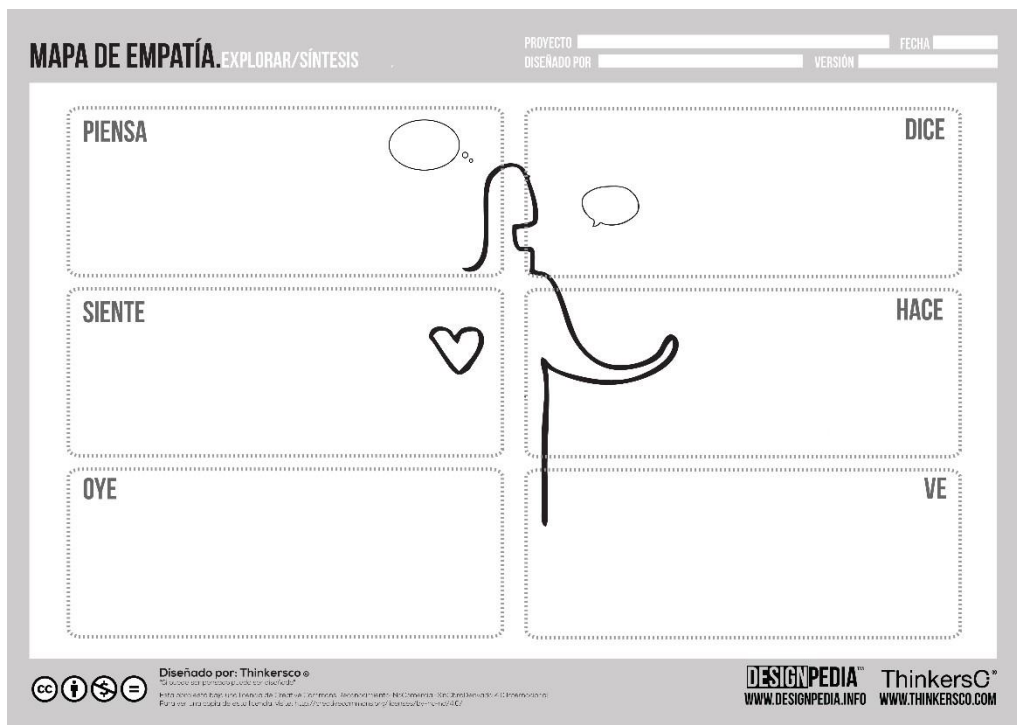


Ilustración 6 Mapa de empatía.

Andrea **PIENSA**:

- La fuerza de voluntad y la constancia es la clave del éxito.
- Es necesario un balance entre alimentación y entrenamiento para alcanzar objetivos deportivos.
- Le gustaría no tener que preocuparse tanto del tiempo necesario para la preparación de sus comidas diarias.

Andrea **SIENTE**:

- La necesidad de comer alimentos posiblemente fritos, grasos, poco proteicos y con buen sabor.
- Comer fuera de casa le impide completar los requerimientos nutricionales que exige su dieta (escaso aporte proteico, calorías en exceso...)
- Curiosidad por nuevos productos con texturas crujientes y sabor acentuado

Andrea **OYE**:

- En ocasiones lleva al extremo su preocupación por los nutrientes que ingiere.
- Es importante una dieta equilibrada para mantener un estilo de vida saludable.

Andrea **DICE**:

- Debe asegurarse de ingerir diariamente una cantidad de proteínas, hidratos y grasas determinada para alcanzar sus metas deportivas y para contribuir al aumento y mantenimiento de su masa muscular.
- Quiere poder dipear como la gente de su entorno social sin preocuparse por consumir calorías en exceso o pocas proteínas.

Andrea **HACE**:

- Controla mucho su alimentación (la ingesta de sal, de grasas, de colesterol, etc.)
- Consume alimentos con valor nutricional elevado y con un alto contenido proteico.
- Sigue una rutina de entrenamiento durante 6 días de la semana.
- Suele someterse a análisis para comprobar el correcto funcionamiento de su dieta.

Andrea **VE**:

- Si combina su alimentación y sus entrenamientos correctamente, puede alcanzar sus objetivos.
- El porcentaje poblacional que sufre sobre peso aumenta con el tiempo.
- La innovación en productos alimenticios catalogados como saludables está en auge.
- Cada vez más usuarios se interesan por llevar una vida saludable.



### 3.2.3.2. DEFINIR

Se realiza un análisis de la información recopilada durante la primera fase de y se seleccionan los datos de valor que son útiles para alcanzar una solución. Esta etapa es crítica para el proceso de diseño ya que permite generar una declaración significativa del problema que facilitará una visión de qué necesita y por qué motivo lo necesita. De este modo se identifican los problemas cuyas soluciones serán clave para la obtención de un resultado innovador.

“Andrea necesita un producto salado rico en proteínas, bajo en grasa, con textura crujiente y aireada y de buen sabor porque es deportista, no puede consumir snacks con alto contenido en grasa y quiere variar las fuentes proteicas de su dieta.”

### 3.2.3.3. IDEAR

Se generan conceptos con diferentes recursos para crear soluciones innovadoras. Mediante *brainstorming*, *mind maps* o *storyboards* se recopilan propuestas y alternativas que pueden ser escogidas como posibles ideas a desarrollar. De este modo es posible contemplar el problema desde distintas perspectivas y el potencial de innovación aumenta con las diferentes opciones y aspectos a tratar.

Dadas las condiciones que debe cumplir el producto (salado, alto contenido proteico, bajo contenido graso, textura crujiente, buen sabor), se concluye una idea de producto con un formato snack y apto para dipear. Pensando en los ingredientes que podrían contribuir a estas características y su proceso de elaboración, se establece como idea final un producto a partir de una masa panaria utilizando harina de trigo y harina de quinoa enriquecido con proteína de huevo. Éste podría satisfacer las necesidades del usuario, presentando un valor nutricional elevado gracias a las propiedades de la quinoa expuestas en el apartado 1.2.2. y al aporte proteico procedente de la albúmina de huevo.

### 3.2.3.4. PROTOTIPAR

Las ideas concebidas en la etapa anterior se materializan mediante prototipos que permiten visualizar de mejor manera las posibles soluciones y permitiendo identificar con éxito posibles errores, fallos de elaboración o concepciones mal orientadas.

Respondiendo a las necesidades del perfil de referencia tras haber concluido la fase de empatización y las posteriores, se elabora una masa panaria que dará lugar al producto final con harina de quinoa y harina de trigo en una proporción 1:4 como ingredientes base, enriquecida con albúmina de huevo.

Tras someter la masa a un proceso de fermentación durante una hora en estufaje a una temperatura de 33 °C y a un proceso de horneado y posterior congelación para facilitar su laminado, se prueban diferentes tiempos y temperaturas para eliminar la humedad y conseguir un producto tostado, seco y crujiente evitando que se queme.

Las fases del proceso de elaboración son las indicadas en el siguiente diagrama de flujo:

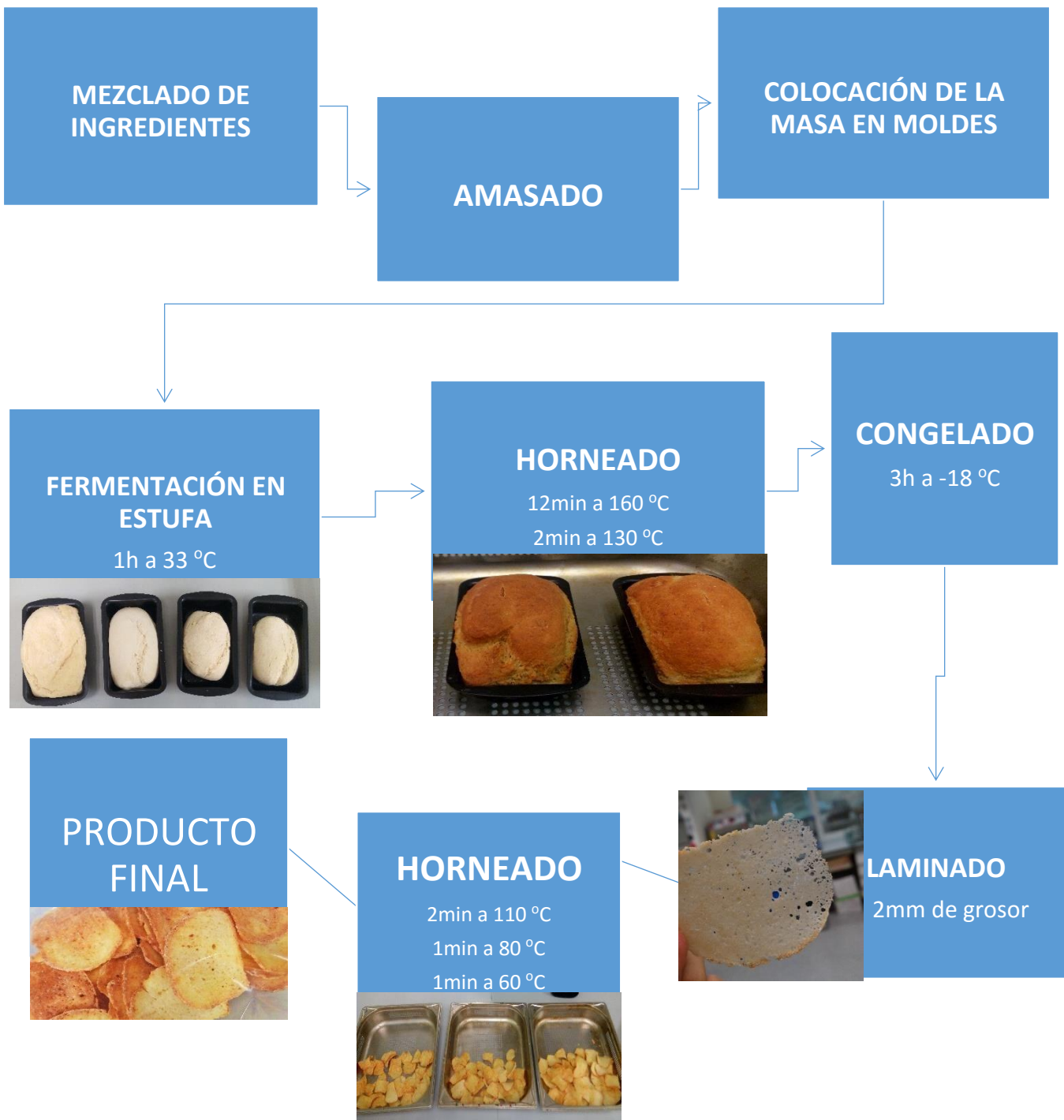


Ilustración 7 Diagrama de flujo del proceso de elaboración del snack.

### 3.2.3.5. EVALUAR / TESTAR

Es necesario evaluar las propiedades del producto y obtener un feedback por parte de los consumidores implicados sobre el prototipo desarrollado para poder identificar posibles carencias, aspectos a mejorar significativamente o fallos no detectados en la etapa de prototipado. Con ello es posible empatizar con ellos y facilitar la creación no sólo de una sensación determinada al consumir el producto sino de una experiencia.

Los análisis a los que se somete al producto son de carácter nutricional, físico-químico y sensorial.

#### 3.2.3.5.1. ANÁLISIS NUTRICIONAL

Con el fin de comprobar que el producto presenta un valor nutricional elevado y que cumple con la condición de producto bajo en grasa y con un alto contenido en proteína, se analizan los macronutrientes contenidos en las cantidades de los ingredientes que conforman el producto, especificando su contenido en proteínas, hidratos de carbono, grasas, azúcares, grasas saturadas, ácido glutámico, valina, leucina, isoleucina y su aporte energético.

#### 3.2.3.5.2. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

##### Textura

La textura, definida como la manifestación sensorial de la estructura alimentaria y la forma en que esta estructura reacciona a las fuerzas aplicadas, representa la unión de todos los atributos mecánicos, geométricos y superficiales de un producto, detectados a través de receptores mecánicos, táctiles, visuales y auditivos (Szczeniak, 1963). Además, la textura puede relacionarse con la deformación, desintegración y flujo del alimento cuando se aplica una fuerza (Bourne, 2002).

Los análisis de textura son procedimientos instrumentales que simulan el movimiento de masticación de la mandíbula y se llevan a cabo para cuantificar parámetros tales como dureza, gomosidad, crujibilidad, masticabilidad, fracturabilidad, elasticidad, cohesividad o deformación plástica, entre otros, que son considerados atributos de textura. (Costell, 2002)

Generalmente, a nivel industrial se evalúa un atributo en concreto, el que predomina en la sensación final de textura del producto (crujibilidad en galletas, gomosidad en confituras, dureza en el queso, etc).

En el proceso de evaluación del snack proteico, estos análisis se realizan con el fin de valorar la calidad estructural del snack en comparación con otros productos de consumo similar como chips o tostas de pan para observar o no diferencias significativas entre ellos y conseguir una aceptación del producto en el mercado.

El ensayo a realizar es una comparación de las cualidades texturales de las muestras mediante una compresión con una célula de Ottawa y se lleva a cabo en un texturómetro TA-XTPlus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK), que trabaja con el software TextureExponent Lite 32 (versión 4.0.8.0), estableciendo una distancia de retorno de 52mm y una velocidad de ensayo de 2 mm/s. Este ensayo se lleva a cabo 10 veces con diez muestras de dos de las formulaciones (control y hierbas provenzales) y con chips de patata y tostas de pan con el fin de realizar una comparación.

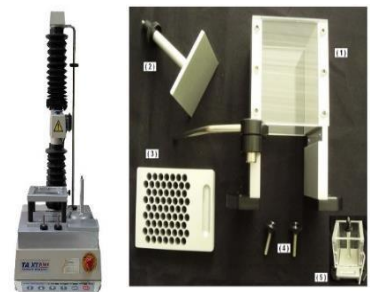


Ilustración 8 Texturómetro y célula Ottawa

Esta prueba fracciona la muestra hasta desintegrarla, simulando el efecto de la mandíbula al masticar. A través de este test es posible analizar la fracturabilidad, deformación plástica y crujencia del producto.

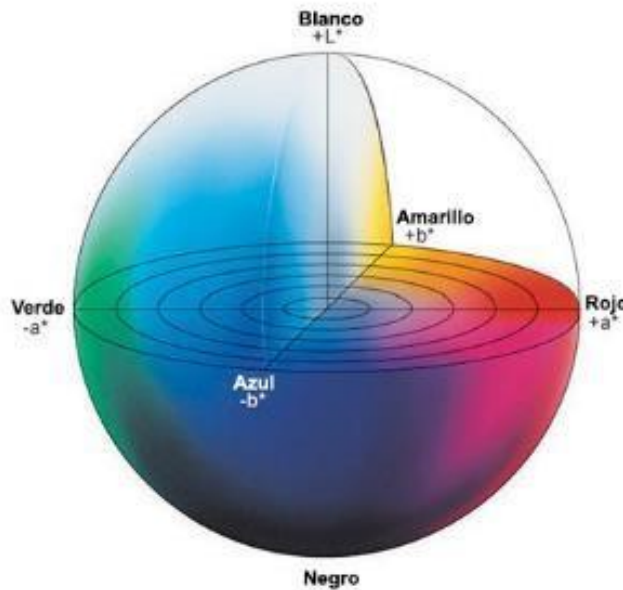
## Color

El color es un conjunto de señales que entran en el cerebro a través del sentido de la vista. Pero se ha de definir el color psicofísico como la medida que tiene por objeto relacionar el color físico con el percibido. Esta cuantificación se realiza a través de coordenadas de color, que representan la respuesta de cada cono del ojo al estímulo percibido. Estas respuestas dependerán del estímulo luminoso exterior y de la respuesta del ojo.

Es posible cuantificar las coordenadas de color mediante los espacios uniformes de color, siendo el espacio CIE  $L^*a^*b^*$  uno de los más utilizados en ciencia y tecnología de alimentos establecido por la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE). Abarca todo el espectro de visión del ojo humano y lo representa de manera uniforme, posibilitando la descripción de todos los colores visibles independientemente de cualquier tecnología gráfica.

Los parámetros a definir en este espacio son los siguientes:

- $L^*$  (eje vertical) indica la luminancia, atributo de la sensación visual según la cual una superficie emite más o menos luz, expresada en porcentaje (desde 0, que indica negro, hasta 100, que indica blanco)
- $a^*$  (eje horizontal) representa las coordenadas del color rojo ( $a^*$  positiva) o verde ( $a^*$  negativa)
- $b^*$  (eje horizontal y perpendicular al eje  $a^*$ ) representa las coordenadas del color amarillo ( $b^*$  positiva) o azul ( $b^*$  negativa)



*Ilustración 9 Mapa de coordenadas CIELab.*

A partir de las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  se pueden obtener el **tono**, atributo según el cual una superficie parece similar a uno o varios de los colores percibidos, y la **pureza**, contenido de color de una superficie evaluado en proporción a su luminosidad (saturación). Estos atributos de color percibido son definidos como:

- **$h^*$**  (tono)  
Se cuantifica mediante el ángulo que indica la orientación relativa del color respecto al origen  $0^\circ$ , midiendo la tonalidad.

$$h^* = \arctg \frac{b^*}{a^*}$$

- **$C^*$**  (pureza)  
Se mide desde el punto central del espacio CIELab, indicando un alto grado de saturación al obtenerse valores elevados.

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

- La diferencia global de color entre las tres coordenadas se representa mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2}$$

El análisis del color del producto se realiza mediante un espectrofotómetro Konica Minolta CM 2600d con iluminante D65 y ángulo del observador  $10^\circ$ , empleando un sistema CIE  $L^*a^*b^*$ , siendo el parámetro  $L^*$  la claridad o luminosidad y  $a^*$  y  $b^*$  los índices de cromaticidad ( $a^*$  corresponde al componente rojo-verde y  $b^*$  al componente amarilloazul). El tipo de evaluación del color a emplear es SCI (componente especular incluido). Mide el color “verdadero” de un objeto incluyendo la reflexión de luz especular y difusa y haciendo que no se vea afectada por ningún tipo de superficie. Este ensayo se lleva a cabo realizando tres disparos en 10 muestras de cada una de las formulaciones elaboradas.



Ilustración 10  
Colorímetro Konica  
Minolta CM 2600d.

El SCI mide el aspecto total independientemente de las condiciones de la superficie. Tras calibrar el equipo disparando a un punto blanco y a un punto negro, se lleva a cabo la medida del color en el snack en diez muestras de cada formulación, tomando tres puntos distintos de cada una de las muestras.

### 3.2.3.5.3. ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial permite conocer la opinión del consumidor sobre el producto y mejorar su aceptación, siendo relevante no únicamente en los procesos de mejora y optimización de productos sino también en la innovación y marketing alimentarios. Al tener en cuenta las preferencias del usuario desde las etapas de diseño del producto es posible alcanzar sus expectativas una vez desarrollado.

Se realiza un análisis sensorial con un panel de 25 catadores no expertos y no entrenados que evalúan los atributos apariencia, color, sabor, crujibilidad y aceptabilidad mediante un cuestionario, valorándolos en una escala del 1 al 10 (Anexo 1).



*Ilustración 11 Cata del producto.*

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para observar posibles diferencias significativas entre las variables analizadas para cada una de las formulaciones y en cada uno de los análisis llevados a cabo, se introducen los datos en el programa de estadística Statgraphics Centurion y se realiza una comparación de las variables mediante una ANOVA Simple para un nivel de confianza de 95%.

### 4.1 RESULTADOS DEL ANÁLISIS NUTRICIONAL

La tabla 5 recoge los datos de la valoración nutricional de los diferentes ingredientes empleados recopilados según la Base de Datos Española de Composición de Alimentos a modo de estimación, ya que su obtención se lleva a cabo realizando una suma de los diferentes macronutrientes aportados por cada ingrediente.

Tabla 5 Valor nutricional del snack proteico

VALOR NUTRICIONAL											
Ingrediente	Cantidad (g)	kcal	PROTEÍNA	HC	azúcares	GRASAS	saturadas	Ác. glutámico (mg)	Leucina (mg)	Valina (mg)	Isoleucina (mg)
Harina de quinoa	15	58,8	2	11	0,4	1,0	0,1	0	140	95	104
Harina de trigo	60	206	6	43	1,2	0,8	0,2	1991	421	250	223
Sal	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Levadura	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clara de huevo	39	20	4	0	0	0	0	557	366	333	251
Albúmina	25	100	25	0	0	0	0	4	3	1,8	1,8
Agua	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Masa total del producto	<b>153,0</b>	385	37	54	1,6	1,7	0,3	2551	930	679	580
Ración	<b>100,0</b>	<b>252</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>1</b>	<b>1,1</b>	<b>0,2</b>	<b>1668</b>	<b>608</b>	<b>444</b>	<b>379</b>
Ración	<b>60,0</b>	<b>151</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,1</b>	<b>1001</b>	<b>365</b>	<b>266</b>	<b>227</b>

Como se indica en la tabla adjunta, una ración de 60 gramos de producto aporta 150,9 kcal, aproximadamente 15 gramos de proteína, 21 gramos de hidratos de carbono y su contenido en grasa es despreciable (0,7 gramos), confirmando estos valores el carácter saludable del producto y haciéndolo acorde a una dieta para deportistas.

## 4.2 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

### Color

El promedio de los valores obtenidos para cada una de las coordenadas del sistema CIELab para cada muestra y su desviación estándar se ven representados en la siguiente tabla:

Tabla 6 Promedios y desviaciones estándar de las coordenadas L\*, a\* y b\* de cada formulación.

		L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)
<b>Snack neutro</b>	Media ± Desviación estándar	62 <sup>b</sup> ± 4	6 <sup>a</sup> ± 3	40 <sup>a</sup> ± 4
<b>Snack hierbas</b>	Media ± Desviación estándar	56 <sup>a</sup> ± 5	7 <sup>a</sup> ± 3	31 <sup>b</sup> ± 2
<b>Snack pizza</b>	Media ± Desviación estándar	61 <sup>ab</sup> ± 6	5,5 <sup>a</sup> ± 0,5	26,6 <sup>c</sup> ± 1,2
<b>Snack parmesano</b>	Media ± Desviación estándar	59 <sup>ab</sup> ± 5	8 <sup>a</sup> ± 7	31 <sup>b</sup> ± 6

NOTA: Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias estadísticamente significativas.

- Comparando los valores de L\* en cada una de las muestras no se aprecia una diferencia estadísticamente significativa entre las muestras ( $p > 0,5$ ) excepto entre la muestra de snack neutro y la de hierbas.
- En cuanto al parámetro a\*, tampoco existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de a\* entre cada una de las formulaciones ( $p > 0,05$ ).
- Contrastando los valores de b\*, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de b\* entre cada una de las diferentes muestras ( $p < 0,05$ ), excepto entre el snack de hierbas y el snack con sabor a parmesano, que no presentan diferencias significativas en sus valores de b\* ( $p > 0,05$ ).

Los promedios y las desviaciones de los valores obtenidos para el tono, croma y diferencia de color de cada una de las muestras se ven representados en la siguiente tabla:

Tabla 7 Promedios y desviaciones de los atributos de color tono, croma y diferencia de color para cada una de las muestras.

		h (tono)	C (croma)	ΔE (diferencia de color)
<b>Snack neutro</b>	Media ± Desviación estándar	82 <sup>a</sup> ± 3	41 <sup>a</sup> ± 5	86 <sup>a</sup> ± 3
<b>Snack hierbas</b>	Media ± Desviación estándar	78 <sup>a</sup> ± 4	32 <sup>b</sup> ± 3	83 <sup>a</sup> ± 4
<b>Snack pizza</b>	Media ± Desviación estándar	78,1 <sup>a</sup> ± 0,8	28 <sup>b</sup> ± 2	86 <sup>a</sup> ± 2
<b>Snack parmesano</b>	Media ± Desviación estándar	79 <sup>a</sup> ± 9	32 <sup>b</sup> ± 7	83 <sup>a</sup> ± 8

NOTA: Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias estadísticamente significativas.

- Las diferentes muestras no presentan diferencias significativas en lo que al tono respecta ( $p > 0,05$ ).
- En referencia al croma, se identifican diferencias significativas entre la formulación neutra y las tres muestras con sabor ( $p < 0,05$ ).



- En cuanto a la diferencia de color, ninguna de las muestras presenta diferencias significativas entre sí ( $p > 0,05$ ).

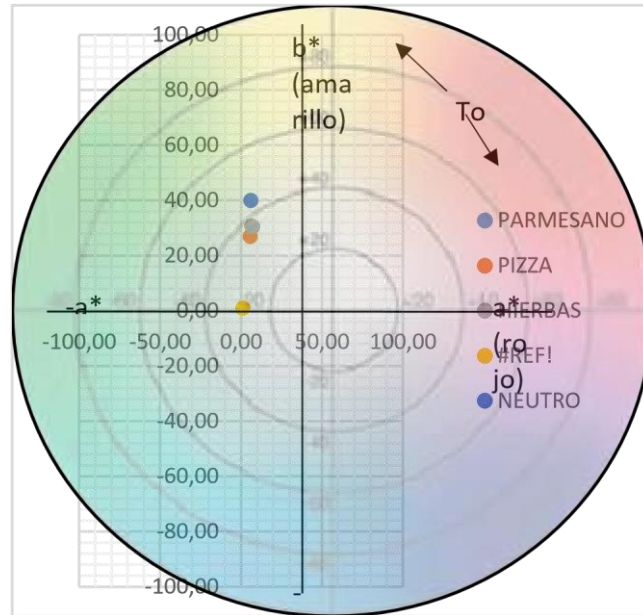


Ilustración 12 Representación de los resultados de  $a^*$  vs  $b^*$  para cada una de las muestras.

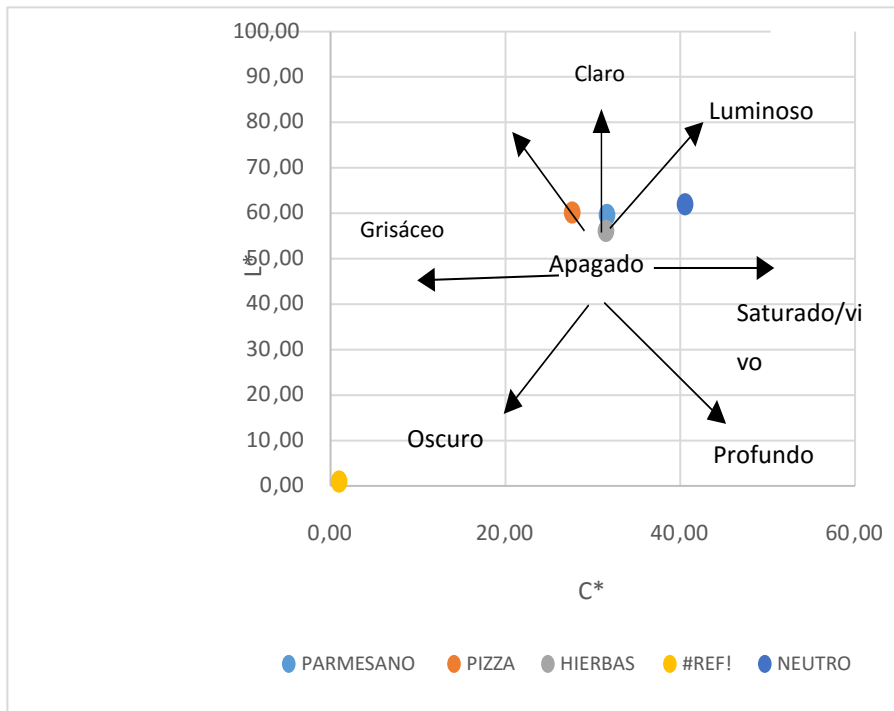


Ilustración 13 Representación de los resultados de  $C^*$  vs  $L^*$  para cada una de las muestras

## Textura

La **fracturabilidad** de las muestras se mide en Newtons en base a la tendencia del material a la fractura al aplicarse una fuerza; la **deformación**, que permite evaluar la tenacidad y resistencia a la rotura del snack, es obtenida en base al área que encierra la curva obtenida; y la **crujibilidad**, que se manifiesta mediante un sonido característico al someter el producto a una fuerza aplicada, es representada por el número de picos de fractura obtenidos en cada ensayo

Tabla 8 Valores de fracturabilidad, deformación plástica y crujibilidad para cada una de las formulaciones.

		FRACTURABILIDAD (N)	DEFORMACIÓN PLÁSTICA (N)	CRUJENCIA (n° de picos de fractura)
CHIPS	Promedio ± desviación estándar	3 ± 3	338 ± 61	41 <sup>a</sup> ± 25
TOSTAS	Promedio ± desviación estándar	4 ± 5	327 ± 137	10 <sup>a</sup> ± 4
SNACK CONTROL	Promedio ± desviación estándar	4 ± 5	323 ± 21	49 <sup>b</sup> ± 7
SNACK HIERBAS	Promedio ± desviación estándar	3 ± 2	450 ± 91	28 <sup>c</sup> ± 9

- En lo que respecta a la fracturabilidad, no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre las diferentes muestras.
- A nivel de crujencia, las muestras sí presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).
- La deformación plástica presenta diferencias significativas entre los snacks, los chips y las tostas ( $p < 0,05$ ).

Cabe destacar que las diferencias significativas obtenidas se deben a la formulación de los diferentes productos. Los chips, a diferencia del snack y las tostas, no están elaborados a partir de una masa panaria, y por ello la crujibilidad y la deformación plástica presenta diferencias significativas. El producto desarrollado se ha comparado con chips y con tostas por su semejante forma de consumo, ya que los tres se consideran snacks para dipear y consumir con acompañamientos como cremas, hummus o patés.

### 4.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Conocer la opinión y la percepción del consumidor a cerca del producto desarrollado es primordial para su mejora y su correcta elaboración

En la siguiente tabla se observan los promedios y las desviaciones estándar de cada uno de los valores obtenidos para cada atributo analizado mediante el análisis sensorial llevado a cabo con el panel de catadores no entrenados mencionado en el apartado 6.2.3.5.3:

Tabla 9 Resultados para cada atributo sensorial en cada una de las formulaciones

		APARIENCIA	COLOR	SABOR	CRUJIBILIDAD	ACEPTABILIDAD
<b>Snack neutro</b>	Media ± desviación	6,2 <sup>a</sup> ± 0,8	6,381 <sup>a</sup> ± 1,117	5,2 <sup>a</sup> ± 1,5	7,3 <sup>a</sup> ± 1,9	5,6 <sup>a</sup> ± 1,2
<b>Snack hierbas</b>	Media ± desviación	6,7 <sup>ab</sup> ± 1,5	6,7 <sup>a</sup> ± 1,5	7,1 <sup>b</sup> ± 1,2	8,0 <sup>a</sup> ± 0,9	6,6 <sup>a</sup> ± 1,4
<b>Snack pizza</b>	Media ± desviación	7,0 <sup>b</sup> ± 0,8	7,0 <sup>a</sup> ± 0,9	7,05 <sup>b</sup> ± 1,16	7,6 <sup>a</sup> ± 1,4	7,0 <sup>a</sup> ± 1,0
<b>Snack parmesano</b>	Media ± desviación	6,9 <sup>ab</sup> ± 1,3	6,7 <sup>a</sup> ± 1,5	7,2 <sup>b</sup> ± 1,4	7,7 <sup>a</sup> ± 1,4	7,0 <sup>a</sup> ± 1,3

NOTA: Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias estadísticamente significativas.

Fijándose la condición de obtener un valor mayor o igual a 5 en cada uno de los atributos y para cada una de las formulaciones, puede concluirse que los resultados obtenidos son satisfactorios excepto en el snack neutro, que presenta un grado de aceptación menor, principalmente debido a su sabor, poco intenso a diferencia del resto.

Respecto a ambos aspectos, los catadores percibieron diferencias entre el sabor del snack neutro y las tres formulaciones restantes ( $p < 0,05$ ) pero no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre las muestras elaboradas con especias o sabores, ocurriendo lo mismo con la aceptabilidad.

En relación a la apariencia, no se encuentran diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en la percepción de los catadores excepto entre el snack neutro y el snack con sabor a pizza.

Respecto al color y la crujibilidad, los catadores no encuentran diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre ninguna de las muestras.

En el siguiente gráfico de araña se observan los resultados de manera gráfica y visual

#### Resultados de la cata de snack proteico

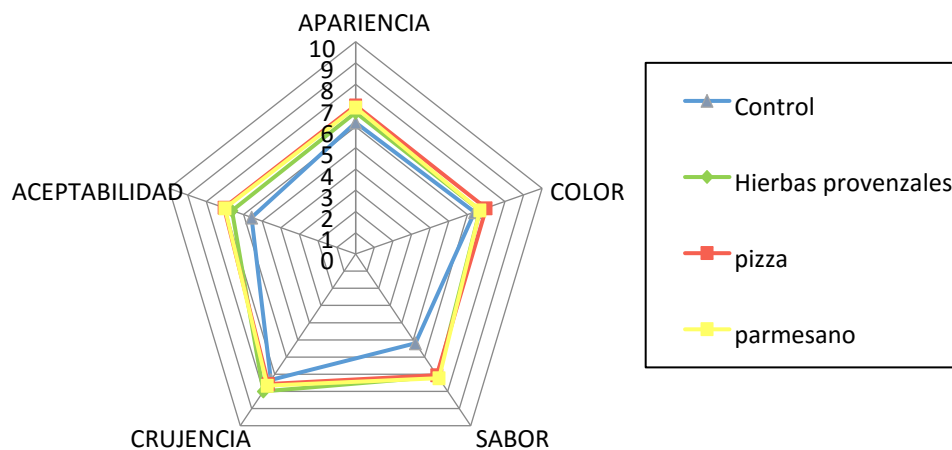


Ilustración 14 Resultados del análisis sensorial en formato gráfico.

Se puede observar de nuevo como la muestra control queda diferenciada del resto de muestras, destacando una peor valoración de su sabor y su aceptabilidad por encima del resto de atributos. Con ello se concluye que los catadores se basan principalmente en el sabor para escoger la aceptabilidad del producto, siendo el snack con sabor a pizza y el snack con sabor a parmesano los más valorados.

Adjunto en el anexo 7.1 se encuentra el cuestionario a contestar por cada uno de los catadores para cada una de las muestras.

## **5. LIMITACIONES**

Para un completo desarrollo del proyecto sería necesario abarcar las limitaciones que presenta.

Al ser un producto con vistas a ser comercializado, sería necesario someterlo a estudios microbiológicos que determinasen el tiempo exacto de vida útil y posibles tratamientos que facilitasen su conservación, así como diferentes envasados con diferentes atmósferas modificadas que asegurasen una máxima calidad y conservación, sin alterar su sabor y textura por ablandamiento.

## 6. CONCLUSIONES

Como conclusión principal del trabajo, se considera el satisfactorio funcionamiento del modelo Design Thinking para desarrollar un producto que cumple con las necesidades de un grupo poblacional determinado, en este caso el sector de los deportistas.

Mediante la sustitución de parte de la harina de trigo por harina de quinoa se consigue elaborar exitosamente una masa panaria que conserva su capacidad de aireación y con un contenido proteico elevado, puesto que ha sido enriquecida con albúmina de huevo. Con ello, se alcanzan unos valores de macronutrientes acordes con una dieta saludable para usuarios deportistas.

El objetivo de comparar el producto desarrollado con chips y tostas ya comercializados reside únicamente en evaluar la textura para alcanzar el máximo nivel de semejanza a la crujencia de un producto ya presente en el mercado y consumido por numerosos usuarios. El número de picos de fractura que presenta el snack de quinoa se acerca más al de los chips que al de las tostas, por ello su similitud es mayor con los primeros. Para llevar a cabo esta comparación no se valora el color y sus atributos, ya que, inicialmente se conocía que serían diferentes.

A partir de los resultados del análisis sensorial es posible concluir que la percepción del usuario se basa en el sabor del producto para decidir sobre su aceptabilidad.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Alvarez-Jubete, L., Arendt, E.K., Gallagher, E. (2010) Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional glutenfree ingredients.

Bourne, M.C. 2002. Food Texture and Viscosity Concept and Measurement. Elsevier Science and Technology Books.

Calderelli, V., Benassi, M., Visentainer, J. and Matioli, G. (2010). Quinoa and flaxseed: potential ingredients in the production of bread with functional quality. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53(4), pp.981-986.

Chlopicka, J., Pasko, P., Gorinstein, S., Jedryas, A. and Zagrodzki, P. (2012). Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads. *LWT - Food Science and Technology*, 46(2), pp.548-555.

Costell, E. (2002) Evaluación sensorial de la textura de los alimentos Laboratorio de Propiedades Físicas y Sensoriales del Departamento de Conservación y Calidad de Alimentos. IATA. CSIC

Diseño español. (2016). Design Thinking en Español. [online] Designthinking.es. Disponible en: <http://www.designthinking.es/inicio/index.php> [Accedido el 16.Septiembre 2016].

Fao.org. (2013). *Nutritional value- International Year of Quinoa 2013*. [online] Available at: <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/en/> [Accessed 24 Nov. 2016].

González-Gross M., Gutiérrez, A., Mesa, J.L, Ruiz-Ruiz, J., Castillo,M. (2001) La nutrición en la práctica deportiva: Adaptación de la pirámide nutricional a las características de la dieta del deportista.

Konica Minolta, (2016).

[online]pp.<http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-decolor-cie-lab/>. Available at: <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendoel-espacio-de-color-cie-lab/> [Accessed 24 Nov. 2016].

Lewis, J.C. Snell, N.S. Hirschmann, D.J. Fraenkel-conrat, H. (1950) Amino acid composition of egg proteins. Western Regional Research Laboratory.

Mini guía: una introducción al Design Thinking. (2016). 1st ed. [ebook] Stanford: Universidad de Stanford. Disponible ent: <https://dschool.stanford.edu/sandbox/groups/designresources/wiki/31fbd/attachments/027aa/GU%C3%8DA%20DEL%20PROCESO%20CREATIVO.pdf?sessionID=2f58897684fb982484d0df8fbb73761194ef1158> [Accedido el 24 Nov. 2016].

Pérez-Guisado, J. (2008) Rendimiento deportivo: glucógeno muscular y consumo proteico Departamento de Medicina. Facultad de Medicina. Universidad de Córdoba. Córdoba. España.

Repo-Carrasco, R., Espinoza, C. and Jacobsen, S. (2003). Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa ( *Chenopodium quinoa* ) and Kañiwa ( *Chenopodium pallidicaule* ). *Food Reviews International*, 19(1-2), pp.179-189.

Szczesniak, A. S. (1998) Sensory texture profiling. Historical and Scientific perspective. *Food Technology*.

Stanley, C. Young, L. (2006) Productos de panadería: ciencia, tecnología y práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

# 7. ANEXOS

## CATA DE SNACK PROTEICO

Edad \_\_\_\_\_ Deportista (sí/no) \_\_\_\_\_

Cod.Enc \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_

A continuación probará 4 snacks proteicos de diferentes sabores. Siga las instrucciones del cuestionario.

Muestra

1. **Valore la apariencia del producto :**

1

Me disgusta mucho 5 9 Me gusta mucho

2. **Con respecto al color del snack:**

1

Me disgusta mucho 5 9 Me gusta mucho

3. **Con respecto al sabor:**

1

Me disgusta mucho 5 9 Me gusta mucho

4. **Con respecto a la textura: ¿Cómo de crujiente le parece esta muestra?**

1

Muy poco crujiente 5 9 Muy crujiente

5. **En vista a todas las características del snack, valore la aceptabilidad global como:**

1

Totalmente rechazable 5 9 Totalmente aceptable