

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

**ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL**



**DISEÑO DE UN PRODUCTO ENERGÉTICO PARA
DEPORTISTAS AMATEURS**

**TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**

Alumno: Juan Vicente Escrig

**Tutora: Purificación García Segovia
Cotutor: Javier Martínez Monzó
Cotutora: María Jesús Pagán Moreno**

Curso Académico: 2016/2017

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un nuevo tipo de barras energéticas para deportistas con una textura diferente a la de las barras comercializadas en la actualidad, que contienen quinoa y un aporte extra de magnesio, lo que le da a estas barras un excelente valor nutricional.

Los componentes o ingredientes que han sido utilizados para la elaboración de dichas barras son: harinas de quinoa y de trigo, quinoa inflada, miel, huevo, azúcar, mantequilla, leche, crispis de frambuesa, copos de avena, proteína de guisante, levadura, magnesio (cloruro de magnesio) y sal.

En este trabajo se han estudiado diferentes características de las barras energéticas así como de algunos de los ingredientes necesarios para su elaboración. Se han caracterizado las harinas de quinoa y de trigo que se han utilizado en el desarrollo de los productos de estudio. Se han determinado las características texturales, colorimétricas y sensoriales de las cuatro formulaciones de barras energéticas para deportistas. Después de recopilar los resultados y analizarlos, la formulación mejor valorada fue la Formulación Control (FC), elaborada con harina de trigo, no siendo tan bien valoradas las formulaciones que contenían harina de quinoa, por lo que se debería seguir investigando y desarrollando nuevas formulaciones que pudieran tener más aceptación por parte de los consumidores.

PALABRAS CLAVE: barra energética, nutrición deportiva, quinoa, textura, color, análisis sensorial, panel de catadores.

AUTOR: Juan Vicente Escrig.

TUTORA ACADÉMICA: Purificación García Segovia.

COTUTOR ACADÉMICO: Javier Martínez Monzó.

COTUTORA ACADÉMICA: María Jesús Pagán Moreno.

Valencia, Mayo 2017.

RESUM

El presente treball té com a objectiu desenvolupar un nou tipus de barretes energètiques per a esportistes amb una textura diferent a la de les barretes comercialitzades en la actualitat, que conté quinoa i una aportació extra de magnesi, el que li dona a estes barretes un excel·lent valor nutricional.

Els components o ingredients que han sigut utilitzats per a la elaboració d'estes barretes son els següents: farina de quinoa i de blat, quinoa unflada, mel, sucre, mantegam lletm crispis de gerd, flocs de civada, proteïna de pèsol, llevat, magnesi (clorur de magnesi) i sal.

A este treball s'han estudiat diferents característiques de les barretes energètiques, així com d'alguns dels ingredients necessaris per a la seua elaboració. S'han caracteritzat les farines de quinoa i de blat que s'han utilitzat en el desenvolupament dels productes d'estudi. S'han determinat les característiques texturals, colorimètriques i sensorials de les quatre formulacions de barretes energètiques per a esportistes. Després de recopilar els resultats i analitzar-los, la formulació millor valorada va ser la formulació control (FC), elaborada amb farina de blat, no siguent tan be valorades les formulacions que contenien farina de quinoa per el qual se deuria seguir investigant i desenvolupant noves formulacions que pugueren tindre mes acceptació per part dels consumidors.

PARAULES CLAU: barreta energètica, nutrició esportiva, quinoa, textura, color, anàlisi sensorial, panel de catadors.

AUTOR: Juan Vicente Escrig.

TUTORA ACADÈMICA: Purificación García Segovia.

COTUTOR ACADÈMIC: Javier Martínez Monzó.

COTUTORA ACADÈMICA: María Jesús Pagán Moreno.

València, Maig 2017.

SUMMARY

The present work aims to develop a new type of energy bars for athletes with a different texture from the bars currently marketed, which also contain quinoa and an extra supply of magnesium, which gives these bars an excellent nutritional value.

The components or ingredients that have been used in the manufacture of these bars are: quinoa and wheat flour, inflated quinoa, honey, egg, sugar, butter, milk, raspberry crispies, oat flakes, pea protein, yeast, Magnesium (magnesium chloride) and salt.

In this work have been studied different characteristics of the energy bars as well as some of the necessary ingredients for their elaboration. Quinoa and wheat flours, that have been used in the development of study products, have been characterized. The textural, colorimetric and sensorial characteristics of the four formulations of energy bars for athletes have been determined. After compiling the results and analyzing them, the most valued formulation was the Control Formulation (FC), elaborated with wheat flour, not being so well evaluated the formulations that contained quinoa flour, reason why it is necessary to continue investigating and developing new formulations which could be more widely accepted by consumers.

KEY WORDS: energy bar, sport nutrition, quinoa, texture, color, sensory analysis, tasting panel.

AUTOR: Juan Vicente Escrig.

ACADEMIC TUTOR: Purificación García Segovia.

ACADEMIC CO-TUTOR: Javier Martínez Monzó.

ACADEMIC CO-TUTOR: María Jesús Pagán Moreno.

Valencia, May 2017.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Deporte amateur.....	8
1.2. Las barritas energéticas.....	8
1.2.1. Definición y tipos de barritas energéticas.....	8
1.2.2 Estudio de mercado	9
1.3. La quinoa	10
2. JUSTIFICACIÓN.....	14
2.1. Perfil del consumidor	14
2.2. Relación del TFG con los estudios del grado	14
3. OBJETIVOS	15
3.1. Objetivo general.....	15
3.2. Objetivos específicos.....	15
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
4.1. Plan de trabajo	15
4.2. Materias primas	16
4.3. Métodos	17
4.3.1. Caracterización de las harinas.....	17
4.3.1.1. Capacidad y estabilidad espumante.....	17
4.3.1.2. Capacidad gelificante	18
4.3.2. Proceso de elaboración de las barritas energéticas.....	18
4.3.3. Caracterización de las barritas energéticas.....	19
4.3.3.1. Propiedades texturales	19
4.3.3.2. Propiedades colorimétricas.....	20
4.3.3.3. Análisis sensorial	21
4.3.4. Análisis estadístico	21
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	22
5.1. Caracterización de las harinas.....	22
5.1.1. Capacidad y estabilidad espumante.....	22
5.1.2. Concentración mínima de gelificación	23
5.2. Caracterización de las barritas energéticas.....	24
5.2.1. Textura	24
5.2.2. Color	27
5.2.3. Análisis sensorial.	27

5.2.3.1. Test de consumo	27
5.2.3.2. Análisis sensorial.....	32
6. CONCLUSIONES	34
7. BIBLIOGRAFÍA	36
8. ANEXOS	39
8.1. Anexo A	39
8.2. Anexo B	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de macronutrientes en la quínoa y en alimentos seleccionados por cada 100 g en peso seco (Koziol, 1992).....	10
Tabla 2. Comparación de los perfiles de los aminoácidos esenciales de la quínoa y otros cultivos seleccionados respecto con el patrón de puntuación recomendado por la FAO para niños con edades comprendidas entre los 3 y 10 años (g/100 g de proteína) (Koziol, 1992).....	11
Tabla 3. Contenido mineral en la quínoa y alimentos seleccionados, en mg por cada 100 g de peso seco (Koziol, 1992).....	12
Tabla 4. Formulaciones de las barritas elaboradas.....	18
Tabla 5. Aporte proteico por cada 100 gramos de harina (FAO, 2013).....	21
Tabla 6. Resultados obtenidos en ambos ensayos.....	21
Tabla 7. Resultados obtenidos en el ensayo de gelificación.....	22
Tabla 8. Resultados del análisis nutricional.....	23
Tabla 9. Resultados de los ensayos de Flexión y punción.....	24
Tabla 10. Resultados obtenidos en colorimetría.....	26
Tabla 11. Resultados obtenidos en la cata para los diferentes atributos.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución geográfica de la producción mundial de quínoa (fuente: FAO, 2013).....	13
Figura 2. Diagrama de flujo de la elaboración de las barritas.....	18
Figura 3. Diagrama de flujo de la elaboración de las barritas.....	20
Figura 4. Gráficos de los ensayos de flexión de las 4 formulaciones: a) FC, b) FQA, c) FQB, d) FQC.....	26
Figura 5. Gráficos de los ensayos de punción de las 4 formulaciones: a) FC, b) FQA, c) FQB, d) FQC.....	26
Figura 6. Genero de los catadores.....	28
Figura 7. Rango de edades de los catadores.....	28
Figura 8. Frecuencia de consumo.....	29

Figura 9. Tipo de barras que consumen.....	29
Figura 10. Tipo de barras que consideran más sana.....	30
Figura 11. Situación en la que consumen barras energéticas.....	30
Figura 12. Razón por la que consumen barras energéticas.....	31
Figura 13. Consideración de producto sano.....	31
Figura 14. Resultados de la cata realizada.....	32
Figura 15. Interés de compra de los catadores para las diferentes formulaciones.....	33

1. INTRODUCCIÓN

La nutrición es una parte crucial e indispensable para la correcta realización de la actividad física, ya no solo para los y las deportistas que se dedican a ello de manera profesional, sino que es importante además para aquellos que lo practican como hobby y de manera amateur, porque no solo se trata de una cuestión de conseguir buenos logros deportivos, también es una cuestión de salud y de bienestar.

Así pues, la nutrición deportiva tiene como objetivo la aplicación de los principios nutricionales para la mejora del rendimiento deportivo. En las décadas se ha profundizado mucho más acerca de las recomendaciones nutricionales específicas para deportistas. Y hoy en día la nutrición deportiva se trata de un mercado maduro, bastante avanzado, por lo que cualquier novedad que se pueda introducir en éste puede suponer una innovación sustancial que pueda ser muy interesante y útil para los deportistas amateurs.

1.1. Deporte amateur

El deporte amateur se define como el deporte de todos, el del tiempo libre, de ocio y recreación. Hace tiempo, instituciones gubernamentales promueven este concepto. Se intenta fomentar la práctica regular de la actividad físico/deportiva, buscando la recreación, la interrelación personal y el cuidado de la salud a través de actividades carentes de agobio o de las exigencias de la competición formal y reglada (Walter Del Real, 2014).

Hoy en día, debido a que la sociedad está mucho más concienciada de la importancia de mantenerse saludable y en forma, el número de personas que practica algún deporte a nivel amateur no para de crecer, por lo que la necesidad de investigar acerca de mejoras y novedades en la nutrición deportiva es importante ya no solo a nivel profesional, si no que los beneficios de estos estudios e investigaciones los podría aprovechar la sociedad en general.

1.2. Las barras energéticas

1.2.1. Definición y tipos de barras energéticas

Las Barras energéticas para deportistas son una fuente de carbohidratos con una cantidad variable de proteína y micronutrientes útiles para el ejercicio físico. Su principal finalidad es proveer de una manera concentrada al deportista de la energía y los carbohidratos necesarios para el antes, el durante y/o el después del ejercicio físico (AIS Sports Nutrition-Australia, 2014)

Las barras energéticas se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- Según el nutriente principal de la barrita energética, que no tiene que por qué coincidir siempre con el mayoritario:
 - o Barritas hidrocarbonadas: su contenido en este macronutriente llega como mínimo a la mitad de todo el producto. Algunas marcas pueden contener hasta más del 70%.
 - o Barritas proteicas: aunque su contenido hidrocarbonado sea elevado, la cantidad de proteínas que contienen hace que se catalogue en este apartado. El porcentaje proteico puede estar entre 5-20%.

- Según el ingrediente prioritario o característico de la barrita energética:
 - o Barritas de cereales: avena, trigo, maíz, sésamo, arroz, etc.
 - o Barritas con chocolate.
 - o Barritas con multifrutas. Dátiles, albaricoque...

Las barritas hidrocarbonadas están diseñadas para su uso en deportes intensos y prolongados con un mayor componente aeróbico: maratones, ciclismo, tenis, travesías, senderismo, etc.

Las barritas proteicas, aunque ya se ha mencionado que también contienen muchos hidratos, se encaminan principalmente a mejorar el rendimiento en deportes más anaeróbicos o de fuerza. Musculación, gimnasia, escalada, etcétera.

Las barritas hidrocarbonadas, que a su vez contienen una cantidad significativa de grasas, aportan energía de liberación y, además, energía para, por ejemplo, mantener el calor corporal cuando las condiciones ambientales son adversas, es decir, colaboran con el mantenimiento del aislante térmico del organismo en deportes como montañismo, largas travesías, triatlón (Arantza Ruiz de las Hera, 2015).

En el presente proyecto se ha estudiado el diseño de un nuevo tipo de barritas energéticas hidrocarbonadas dirigidas a deportistas amateurs y con características texturales diferentes a las ya existentes en el mercado, añadiéndole además una estructura tipo bizcocho, dándole así una textura más suave respecto a las barritas energéticas para deportistas presentes en el mercado. Además, llevarán añadidos entre sus ingredientes: Quinoa y Magnesio, ambos con muy buenas propiedades para la práctica deportiva, como se explicará más adelante.

1.2.2 Estudio de mercado

Las barritas energéticas son un suplemento alimenticio que incrementa la energía o los nutrientes que aporta la dieta, y sirven para cubrir necesidades puntuales. Así pues, es importante tener en cuenta que existen en el mercado distintas barritas energéticas con diferentes objetivos y que se consumen en situaciones concretas según las necesidades y

finalidades de cada consumidor. A continuación se resumen las situaciones en las que se suelen consumir las barras energéticas:

- Etapas rápidas de crecimiento, desarrollo y maduración, que no queden cubiertas con una alimentación completa y equilibrada.
- Situaciones de gran consumo calórico que desencadenan ciertas patologías. Habitualmente, cuanto más agresiva es una enfermedad o un proceso de hospitalización, mayor es el gasto que se deriva.
- Prácticas deportivas intensas o mantenidas, que hagan necesario el aporte de un plus para no perder o bajar el ritmo y obtener un rendimiento satisfactorio. (Arantza Ruiz de las Heras, 2015).

Como ya se ha dicho anteriormente, este trabajo se centra en la tercera situación descrita, es decir, en el diseño de barras energéticas para la práctica deportiva.

El consumo de barras energéticas con fines deportivos se remonta al año 1983, en el cual, un corredor llamado Brian Maxwell, que participó de un maratón, vio que durante la competición su desempeño fue normal y rutinario, pero al finalizar la prueba sufrió algunos problemas estomacales. Este episodio, y el hecho de que se repitiera a lo largo de las pruebas, motivó al corredor a buscar soluciones eficientes para ese inconveniente. Debido a esto, el deportista se puso finalmente en contacto con un nutricionista para comenzar a investigar y experimentar nuevas formas de cómo seguir paliar sus problemas.

Después de tres años de trabajo con alimentos e ingredientes, fundaron la Compañía Powerbar gracias a la obtención e inmediata comercialización de una barra hecha a base de cereales y leche. Lo que en un principio era un producto dedicado a corredores profesionales, gracias a su gran éxito, se expandió su consumo a otras muchas disciplinas. Actualmente, los productos comercializados por esa empresa se venden en más de treinta países alrededor del mundo (Marcelo, 2008).

En la actualidad la situación del mercado de la nutrición deportiva y, concretamente, de las barras energéticas, se encuentra en un punto de estancamiento, por lo que cualquier novedad introducida puede tener un gran impacto en el sector. Se trata por tanto de un mercado maduro, que es aquel mercado en el que los crecimientos potenciales de nuevos clientes y los de cambio de marca son mínimos.

1.3. La quinoa

La quinoa es considerada como un alimento de tipo básico, ya que en las antiguas civilizaciones de los Andes (América del Sur) ya se cultivaba y utilizaba antes de la llegada del colonialismo español, cuando ésta fue reemplazada por cereales. Su origen se localiza en las regiones de

Perú y Bolivia, concretamente, en zonas cercanas al Lago Tiquitaca. De manera ocasional se considera como un pseudocereal ya que es parecida a un grano, aunque también se dice que es una pseudosemilla oleaginosa, debido a que su contenido de grasa es alto (Vega-Gálvez et al., 2010). A continuación se aporta su clasificación taxonómica:

- Reino: Plantae
- Orden: Caryophyllales
- Familia: Amaranthaceae
- Subfamilia: Chenopodioideae
- Género: Chenopodium
- Especie: Chenopodium quinoa Willd

La población de los países de origen ya comenzó a intentar cultivarla entre los años 3000-5000 a.C. Como consecuencia del factor humano y de su cultivo, la planta de la quinoa sufrió diferentes variaciones morfológicas respecto a la planta de origen, los cambios más importantes fueron una importante pérdida de pigmentación y un incremento del tamaño de la planta y de la semilla (Mujica et al, 2001). Un primer intento de exportarla a Europa fracasó debido a la alta humedad del mar, las semillas se humectaron durante la travesía por lo que finalmente no germinaron (Mújica et al., 2001).

La quinoa puede consumirse como semilla o como grano: puede cocinarse como el arroz o se puede transformar en harina para utilizar en pan, sopas o bebidas, por lo que es considerada como un alimento con propiedades únicas (FAO, 2013).

En relación al valor nutricional de la quinoa (tabla 1), es similar al de las judías, el arroz, el maíz o el trigo. Es considerada como una fuente idónea de proteínas de elevada calidad, de fibra dietética así como de grasas poliinsaturadas.

Tabla 1. Comparativa de macronutrientes en quinoa y en otros alimentos por cada 100 g en peso seco (Koziol, 1992).

	Quinoa	Judía	Maíz	Arroz	Trigo
Energía (kcal/100g)	399	367	408	372	392
Proteína (g/100g)	16,5	28	10,2	7,6	14,3
Grasa (g/100g)	6,3	1,1	4,7	2,2	2,3
Total carbohidratos (g/100g)	69	61,2	81,1	80,4	78,4

Las proteínas de la quinoa se caracterizan por su elevada calidad y cantidad. (Repo-Carrasco et al., 2003). Destaca la presencia de 8 aminoácidos esenciales, definidos como aquellos que el propio organismo no puede sintetizar y deben obtenerse de fuentes externas. En la tabla 2 se pueden observar los perfiles de los aminoácidos esenciales de la quinoa y de otros cultivos

seleccionados comparados con patrón de puntuación recomendado por la FAO para niños con edades entre los 3 y 10 años (Koziol, 1992).

Se estudiaron no hace mucho tiempo cuatro variedades de quinoa y se demostró que existía una variación en la fibra dietética entre los 13,6 g y los 16,0 g por cada 100 g de peso en seco de quinoa cruda. La mayoría de esta fibra era insoluble, observándose un intervalo de 12,0 g a 14,4 g respecto a 1,4 g y 1,6 g de la fibra soluble por 100 g de peso en seco (Repo-Carrasco et al., 2003).

Se ha comprobado que la fibra dietética favorece la digestión y el tránsito intestinal ya que no es digerible por el organismo. Así pues la quinoa se considera apropiada para una buena digestión ya que el valor de su fibra dietética es más alto que el del resto de granos, aunque inferior al de las legumbres. (FAO, 2013)

Tabla 2. Comparación de los aminoácidos esenciales de la quinoa y de otros cultivos con respecto al patrón de puntuación recomendado por la FAO para niños con edades entre los 3 y 10 años (g/100 g de proteína) (Koziol, 1992).

	FAO	Quinoa	Maíz	Arroz	Trigo
Isoleucina	3	4,9	4	4,1	4,2
Leucina	6,1	6,6	12,5	8,2	6,8
Lisina	4,8	6	2,9	3,8	2,6
Metionina	2,3	5,3	4	3,6	3,7
Fenilalanina	4,1	6,9	8,6	10,5	8,2
Treonina	2,5	3,7	3,8	3,8	2,8
Triptófano	0,66	0,9	0,7	1,1	1,2
Valina	4	4,5	5	6,1	4,4

Además, la quinoa contiene un mayor número de grasas que otros alimentos como el trigo, las judías y el maíz (tabla 1). Las grasas ingeridas constituyen una importante fuente de calorías y además de facilitar al organismo en la absorción de vitaminas liposolubles. Más del 50% de las grasas que contiene la quinoa son ácido linoleico (Omega 3) y linolénico (Omega 6), ácidos grasos esenciales que nuestro organismo no puede producir por sí mismo (Reyes et al., 2006). Los ácidos grasos de la quinoa se consideran de gran calidad ya que poseen un alto contenido en vitamina E y un gran poder antioxidante, (Anderson et al., 2007).

La quinoa es una buena fuente de hierro, calcio, magnesio y zinc si se según las recomendaciones de consumo diario de minerales (tabla 3). A pesar de ello, contiene saponinas, que pueden interferir negativamente en la capacidad del cuerpo para absorber los minerales, por lo que es de gran importancia su extracción durante el procesado, eliminando también el sabor amargo característico de la quinoa (Siener et al., 2006).

Tabla 3. Contenido mineral en la quínoa y alimentos seleccionados, en mg por cada 100 g de peso seco (Koziol, 1992).

	Quinoa	Maíz	Arroz	Trigo
Calcio	148,7	17,1	6,9	50,3
Hierro	13,2	2,1	0,7	3,8
Magnesio	249,6	137,1	73,5	169,4
Fósforo	383,7	292,6	137,8	467,7
Potasio	926,7	377,1	118,3	578,3
Zinc	4,4	2,9	0,6	4,7

La quínoa se puede encontrar fácilmente en los países colindantes con los Andes, destacando Bolivia y Perú, como los principales productores, ya que de allí procede cerca del 92% de la producción mundial, y según la FAO multiplicaron por tres su producción total entre la década de los 90 y la actualidad (Suca & Suca, 2008).

Cabe destacar que la quinoa no solo se cultiva en los países cercanos a los andes, sino que gracias a su creciente fama y a su gran adaptabilidad se pueden encontrar estos cultivos en más de 70 países de todo el mundo (Figura 1). Por lo tanto, Italia, Estados Unidos, India y Kenia, entre otros, son algunas de las regiones con gran potencial de poder incrementar su cultivo en poco tiempo (FAO, 2013).



● Países con la mayor producción de quínoa ● Países con potencial de producción de quínoa

Figura 1. Distribución geográfica de la producción mundial de quínoa (fuente: FAO, 2013).

2. JUSTIFICACIÓN

2.1. Perfil del consumidor

El producto que se estudia en este trabajo son las barritas energéticas, alimento ideado para una gran ingesta de nutrientes en momentos determinados. Se quiere buscar un nuevo tipo de barritas energéticas para deportistas, consumidores que necesitan un gran aporte de energía durante un ejercicio físico de alto rendimiento.

Cabe destacar que este tipo de población está en aumento en los últimos años, y que se trata de consumidores muy exigentes, por lo que es muy importante la innovación en los productos que se les ofrece, sin que ello merme el aporte energético de las barritas energéticas que redundan en un aumento del rendimiento deportivo.

Puesto que el consumo de las barritas diseñadas, además de suponer un gran aumento de la energía obtenida, también conlleva un aporte extra de magnesio y de aminoácidos esenciales, los cuales se encuentran en la quinoa. Por lo tanto estas barritas también pueden ser de gran beneficio para aquellas personas con déficit de magnesio o aminoácidos.

Así pues, se trata de un nuevo tipo de barritas energéticas para deportistas, con una textura muy diferente a la de las barritas comercializadas actualmente, y que a su vez suponen un aporte extra de magnesio y aminoácidos esenciales.

2.2. Relación del TFG con los estudios del grado

Durante la realización de este trabajo han sido de gran utilidad muchas de las asignaturas que se han impartido en el Grado. Para la correcta realización de los diferentes análisis y ensayos han sido fundamentales los conocimientos adquiridos en materias como Nutrición humana y dietética, Propiedades físicas, Bioestadística. Así se han conseguido realizar con éxito tareas como la determinación exacta de las formulaciones de estudio, el análisis de textura y color o el análisis estadístico de resultados.

Quizás sí se ha echado en falta que durante la realización del Grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos se impartiese un asignatura dedicada a la búsqueda bibliográfica, en la que mediante teoría y casos prácticos se pudiese aprender en profundidad como y donde realizar una correcta búsqueda de bibliografía en internet o en bibliotecas, lo cual hubiese sido de gran utilidad durante el transcurso de este trabajo.

Destacar que, en caso de que se continuase estudiando el producto desarrollado y analizado en este trabajo, sería importante profundizar en las tareas de procesado del producto, su

envasado y embalaje, así como una campaña de marketing adecuada para darle el impulso necesario para que el producto final llegue a los consumidores diana.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

El objetivo general del presente trabajo ha sido desarrollar un nuevo tipo de barras energéticas para deportistas con una textura diferente a la de las barras comercializadas en la actualidad, con quinoa y con un aporte extra de magnesio, lo que le da a estas barras un alto valor nutricional.

3.2. Objetivos específicos

Para la correcta consecución del objetivo principal se marcaron una serie de objetivos específicos que se debían alcanzar durante el desarrollo del trabajo. Se enumeran a continuación:

- Obtener una caracterización eficaz de la harina de quinoa utilizada en el presente trabajo para la elaboración de las barras energéticas.
- Realizar un análisis exhaustivo de la textura y del color de las barras energéticas elaboradas.
- Obtener unas barras energéticas con una textura novedosa y que además del alto valor nutritivo que ya poseen, ofrecerle al consumidor un aporte extra de aminoácidos esenciales, mediante la quinoa, y de magnesio.
- Comprobar la aceptación que tendría por parte de los consumidores el nuevo tipo de barra energética para deportistas mediante la realización de una evaluación sensorial.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Plan de trabajo

Se llevó a cabo un plan de trabajo eficiente para poder llevar a cabo las tareas del proyecto con un orden a seguir y poder así alcanzar los objetivos planteados anteriormente. Así pues, estas fueron las actividades planificadas:

1. Revisión bibliográfica exhaustiva para conocer a fondo los temas y materiales que se iban a tratar en este trabajo.

2. Selección de la materia prima a utilizar en la elaboración de las nuevas barritas energéticas para deportistas, un análisis nutricional de las mismas, así como determinación de las formulaciones finales a estudiar.

3. Realización de los análisis de textura y de color, así como la evaluación sensorial mediante la cata por parte de consumidores.

4. Elaboración de las conclusiones del trabajo en función de los resultados obtenidos en la actividad anterior.

4.2. Materias primas

Se procedió a seleccionar las materias primas idóneas para la correcta elaboración del nuevo tipo de barritas energéticas para deportistas. Después de una búsqueda intensiva de ingredientes, y de múltiples pruebas con diferentes formulaciones, las materias primas seleccionadas fueron las siguientes:

Para la Formulación control se utilizó: harina de trigo (Aragonesa, Castellón, España), miel (Hacendado, Valencia, España), huevo (adquirido en un supermercado local), azúcar (Azucarera española), leche (Hacendado, Valencia, España), mantequilla (Hacendado, Valencia, España), copos de avena (Brüggen, Mercadona), crispis de frambuesa (Sosa, Cataluña, España), proteína de guisante (Coralim, Riba-roja de Túria, Valencia), magnesio (Coralim, Riba-roja de Túria, Valencia), levadura en polvo (Royal) y sal (Hacendado, Valencia, España).

Para la Formulación QA con quinoa se utilizó: harina de quinoa (Q'omer Bioactive Ingredients S.L., Paterna, España), miel (Hacendado, Valencia, España), huevo (adquirido en un supermercado local), azúcar (Azucarera española), leche (Hacendado, Valencia, España), mantequilla (Hacendado, Valencia, España), copos de avena (Brüggen, Mercadona), crispis de frambuesa (Sosa, Cataluña, España), proteína de guisante (Coralim, Riba-roja de Túria, Valencia), magnesio (Coralim, Riba-roja de Túria, Valencia), levadura en polvo (Royal) y sal (Hacendado, Valencia, España).

En cuanto a la Formulación QB se utilizó: harina de quinoa (Q'omer Bioactive Ingredients S.L., Paterna, España), miel (Hacendado, Valencia, España), huevo (adquirido en un supermercado local), azúcar (Azucarera española), leche (Hacendado, Valencia, España), mantequilla (Hacendado, Valencia, España), quinoa inflada (Q'omer Bioactive Ingredients S.L., Paterna, España), crispis de frambuesa (Sosa, Cataluña, España), proteína de guisante (Coralim, Riba-roja de Túria, Valencia), magnesio (Coralim, Riba-roja de Túria, Valencia), levadura en polvo (Royal) y sal (Hacendado, Valencia, España).

Por último, para la correcta elaboración de la Formulación QC se utilizó: harina de quinoa (Q´omer Bioactive Ingredients S.L., Paterna, España) y de trigo (Aragonesa, Castellón, España), miel (Hacendado, Valencia, España), huevo (adquirido en un supermercado local), azúcar (Azucarera española), leche (Hacendado, Valencia, España), mantequilla (Hacendado, Valencia, España), copos de avena (Brüggen, Mercadona), crispis de frambuesa (Sosa, Cataluña, España), proteína de guisante (Coralim, Riba-roja de Túria, Valencia), magnesio (Coralim, Riba-roja de Túria, Valencia), levadura en polvo (Royal) y sal (Hacendado, Valencia, España).

4.3. Métodos

4.3.1. Caracterización de las harinas

Las harinas alternativas son una importante fuente innovadora para formular nuevos alimentos. El término “Harinas compuestas” se utiliza para indicar todo tipo de alimento obtenido por mezcla de distintas harinas con o sin trigo y estas a su vez se pueden mezclar con otras materias primas de alto valor biológico con la posibilidad de incluir adición de proteína suplementaria de diversas fuentes que pueden estar asociados a la cultura alimentaria de un grupo (Apro et al. 2004). El término “harinas compuestas” fue ideado en 1964 por la FAO, definiéndose como: “mezclas elaboradas para producir alimentos a base de trigo, como pan, astas y galletas”. La caracterización de las harinas de trigo, maíz, soja y quinoa se realizó determinando las siguientes propiedades funcionales: capacidad espumante y gelificante.

4.3.1.1. Capacidad y estabilidad espumante

Para obtener la capacidad y estabilidad espumante se procedió a realizar dicha determinación mediante el protocolo de Narayana y Rao en 1982, con los ligeros cambios que realizaron sobre el mismo Akubor y Chukwu en 1992.

Así pues se mezclaron 50 mL de agua destilada a 30°C con 2 gramos de cada harina (maíz, soja, trigo y quinoa) en un cilindro de 100 mL, agitándose los mismos durante 5 minutos mediante la utilización de un IKA T25 digital ULTRA TURRAX (Staufen, Germany), a una velocidad constante de 6 rpm. Posteriormente se procedió a medir el Volumen inmediatamente tras la agitación y pasados 30 segundos de la misma, pudiéndose calcular así la Capacidad Espumante de las harinas (FC, Foaming Capacity), utilizando la Ecuación 1.

$$FC = \frac{\text{Vespuma tras la agitación} - \text{Vespuma antes de la agitación}}{\text{Vespuma antes de la agitación}} \times 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Pasados 60 minutos, se midió de nuevo el volumen resultante y se calculó así la estabilidad de la espuma (FS, Foaming Stability) mediante el uso la Ecuación 2.

$$FS = \frac{V_{\text{espuma tras la agitación}} - V_{\text{espuma antes de la agitación}}}{V_{\text{espuma antes de la agitación}}} \times 100 \quad \text{Ecuación 2}$$

4.3.1.2. Capacidad gelificante

Para realizar la determinación de la capacidad gelificante en base a la concentración mínima de gelificación se siguió el protocolo de Coofman y García (1977) que posteriormente fue modificado por Akubbor y Chukwu en 1999. Por lo tanto, se procedió a la preparación de suspensiones en tubos de 5 mL de agua destilada de diferentes concentraciones de las harinas: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 30% (w/v). Posteriormente, se introdujeron los tubos en un baño de agua a 100°C, se enfriaron rápidamente mediante una corriente de agua fría y se almacenaron durante 2 horas a 10°C.

La concentración en la que el tubo de ensayo correspondiente, al invertirlo, la mezcla solidificada de harina y agua no se derramó, correspondió con la concentración mínima de gelificación de esa determinada harina, la cual se determinó mediante la Ecuación 3.

$$\text{Concentración Mínima de Gelificación (\%)} = \frac{\text{Masa}}{V} \times \frac{\text{Masa Sólido (g)}}{V \text{ disolución}} \quad \text{Ecuación 3}$$

4.3.2. Proceso de elaboración de las barras energéticas

Para la elaboración de barras energéticas se pueden seguir diversos procedimientos según el tipo de barra que se quiera obtener. En el presente trabajo se han elaborado unas barras energéticas para deportistas con una textura novedosa, y decidió seguir el proceso que se muestra en la siguiente Figura:

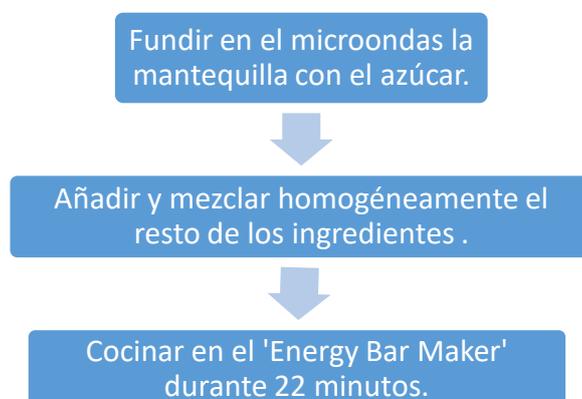


Figura 2. Diagrama de flujo de la elaboración de las barras.

En el presente trabajo se elaboraron 4 formulaciones (Porcentajes sobre la cantidad total de harina):

- FC: Formulación control elaborada 100% con harina de trigo.
- FQA: Formulación elaborada 100% con harina de quinoa.
- FQB: Formulación elaborada 100% con harina de quinoa, y a diferencia de la FQA, se sustituyeron los copos de avena por quinoa inflada.
- FQC: Formulación elaborada con un 20% de harina de quinoa y un 80% de harina de trigo.

Tabla 4. Formulaciones de las barritas elaboradas (46'6 gramos cada barrita).

Ingredientes	Formulaciones (g)			
	FC	FQA	FQB	FQC
Harina de Trigo	10	-	-	8
Harina de Quinoa	-	10	10	2
Miel	9	9	9	9
Huevo	7	7	7	7
Azúcar	3,5	3,5	3,5	3,5
Leche	3	3	3	3
Mantequilla	7	7	7	7
Copos de Avena	2,5	2,5	-	2,5
Quinoa inflada	-	-	2,5	-
Crispys de Frambuesa	1,5	1,5	1,5	1,5
Proteína de Guisante	2,5	2,5	2,5	2,5
Magnesio	0,2	0,2	0,2	0,2
Levadura en polvo	0,2	0,2	0,2	0,2
Sal	0,2	0,2	0,2	0,2

4.3.3. Caracterización de las barritas energéticas

La correspondiente caracterización de las barritas energéticas elaboradas en el presente trabajo se realizó en función de sus propiedades de textura y de color. Además, posteriormente también se analizaron organolépticamente.

4.3.3.1. Propiedades texturales

Para la correcta realización de los análisis de los parámetros texturales se utilizó el programa Texture Exponent 32 v 1.0 (Stable Micro Systems, Surrey, UK), en el cual se usaron las técnicas instrumentales de flexión en un punto y punción. Las compresiones realizadas se efectuaron bajo las siguientes condiciones operativas: velocidad de pre-ensayo 1 mm s⁻¹, velocidad de ensayo 0,50 mm s⁻¹, velocidad de post-ensayo 10 mm s⁻¹, fuerza 0,05 N, distancia 20 mm y tiempo de recuperación de 5 segundos. Se realizaron 2 mediciones a cada una de las formulaciones para los dos ensayos realizados.

-Ensayo de punción: mide la fuerza necesaria para hacer penetrar un punzón en un alimento hasta que alcanzar el umbral de fluencia (tensión que corresponde al inicio de la deformación plástica). Se utilizó un cilindro de 2 milímetros. La profundidad de penetración es constante en la mayoría de ensayos. En las gráficas resultantes se puede observar cómo se produce un aumento rápido de la fuerza con la distancia de la curva registrada, correspondiente a una deformación del alimento. A continuación se produce un cambio brusco en la pendiente, ese es el momento en el que el punzón comienza a penetrar y que se alcanza el umbral de fluencia. Finalmente, la fuerza comienza a disminuir (Martínez et al., 2007).

-Ensayo de flexión: se basa en someter el producto a un alto nivel de fuerza hasta que se fracture. Se utiliza para productos en formas de láminas como barritas, galletas, barras de chocolate y pasta entre otros (Bourne, 1982). Se utilizó el accesorio HDP/3PB de flexión en 3 puntos.

4.3.3.2. Propiedades colorimétricas

Para la realización de los análisis correspondientes a las propiedades colorimétricas de las barritas energéticas se utilizó un espectrocolorímetro Minolta CM-700d (Minolta Co., Tokyo, Japan) obteniendo con él las coordenadas CIE-L*a*b*, utilizando un iluminante estándar D65 y un observador o ángulo de visión estándar de 10°. Se realizaron 8 mediciones a cada una de las formulaciones.

En colorimetría, la L* representa la medida de luminosidad, la a* representa una medida del contenido de rojo o de verde de un color, y la b* representa una medida del contenido de amarillo o de azul de un color (Martínez et al., 2007). Cabe destacar que a partir de las coordenadas colorimétricas, se procedió a calcular las coordenadas psicofísicas de tono (hab*) (ecuación 4) y croma (Cab*) (ecuación 5). El espacio de color CIE L*a*b* está representado en la Figura 3.

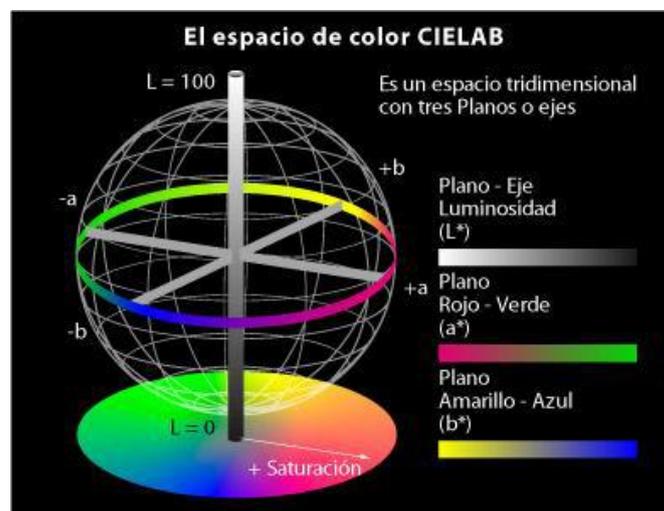


Figura 3. Espacio colorimétrico CIE L*a*b*.

$$h^* = \arctg \frac{b^*}{a^*} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$C^* = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{Ecuación 5}$$

Los valores de a^* , b^* y L^* carecen de interés cuando se trata del punto de vista de un consumidor, cuando de verdad estas coordenadas toman importancia es cuando se obtiene numéricamente la diferencia de color (ΔE) (Martínez et al., 2007), la cual se consigue mediante la ecuación 6:

$$\Delta E = \sqrt{(a(\text{muestra}) - a(\text{control}))^2 + (L(\text{muestra}) - L(\text{control}))^2 + (b(\text{muestra}) - b(\text{control}))^2} \quad \text{Ecuación 6}$$

4.3.3.3. Análisis sensorial

Para poder evaluar con certeza lo que el consumidor opinaba acerca de las diferentes formulaciones de barritas energéticas para deportistas desarrolladas en el presente trabajo se decidió realizar una cata de análisis sensorial con las cuatro formulaciones elaboradas: FC, FQA, FQB y FQC.

Para la realización de la cata, se utilizó un panel formado por 32 catadores, de los cuales 25 fueron de sexo femenino y 7 de sexo masculino, con edades comprendidas entre 21 y 55, y con una edad media de 29 años.

La aceptabilidad de los consumidores se evaluó mediante una escala hedónica de 9 puntos (1=disgusta muchísimo, 5=ni gusta ni disgusta, 9=gusta muchísimo) donde se reflejaba el grado de aceptación de los mismos, frente a diferentes atributos a valorar (apariencia, color, firmeza, esponjosidad, textura en boca, consistencia, sabor, dulzor y valoración general del producto) (anexo B). Además se realizó un test de consumo, para obtener más información sobre los hábitos de los catadores respecto al producto estudiado en el presente trabajo (anexo A).

4.3.4. Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos obtenidos en este trabajo se realizó mediante la utilización del programa informático Centurion XV versión 15.2.06 (Manugistics Corp., Rochville E.E.U.U), mediante el análisis de la varianza ANOVA con un nivel de confianza del 95%.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Caracterización de las harinas

Se procedió a realizar la caracterización de las harinas. Se escogieron para ello la harina de quinoa y las harinas más comunes en el mercado: harina de soja, harina de trigo y harina de maíz, con el objetivo de definir las propiedades de las mismas. Se realizaron los siguientes experimentos: estudio de la capacidad y de la estabilidad espumante y estudio de la concentración mínima de gelificación.

5.1.1. Capacidad y estabilidad espumante

Se ha relacionado en algunas ocasiones la buena capacidad espumante con una reducción de la tensión superficial, con la flexibilidad de las moléculas de proteína así como con una alta cantidad de proteína globular ordenada, por lo que se puede dificultar la desnaturalización superficial, la cual se encarga de una baja formación de espuma (Akinyato et al., 1998). Por otro lado, el hecho de que en la fase acuosa estén expuestos los aminoácidos puede favorecer las emulsiones, la solubilidad, así como las propiedades espumantes (Kinsella, 1979). A continuación se muestra el aporte proteico por cada 100 gramos de las distintas harinas estudiadas.

Tabla 5. Aporte proteico por cada 100 gramos de harina (FAO, 2013).

Maíz	8,3
Soja	37,3
Trigo	9
Quinoa	16,5

Por lo que se pudo observar en los resultados obtenidos en los ensayos, las harinas de maíz y de soja poseen una nula capacidad espumante, siendo la harina de trigo la que mejor capacidad espumante posee. En cuanto a la estabilidad espumante, la única que posee cierto grado de dicha propiedad es la harina de trigo, mientras que el resto de las harinas estudiadas carece completamente de esta capacidad.

Tabla 6. Resultados obtenidos en ambos ensayos.

	Maíz	Soja	Trigo	Quinoa
Capacidad espumante	0	0	4,2 ± 0,7	0,4 ± 0,06
Estabilidad espumante	0	0	0,5 ± 0,2	0

Las harinas son capaces de producir espuma debido a que las proteínas que poseen las mismas de forma natural tienen una superficie activa. Las proteínas solubles reducen la tensión superficial de la interfase entre burbujas de aire y el líquido de alrededor, obstruyéndose así la coalescencia. Las moléculas proteicas pueden además desplegarse e interactuar entre sí formando una película o multicapa, aumentando así la flexibilidad que posee la interfase aire-líquido, lo que conlleva una mayor dificultad de rotura de burbujas y un aumento de la estabilidad de la espuma (Adebowale & Lawal, 2004).

Una alta capacidad espumante puede ser debida a un aumento de la flexibilidad proteica, fundiéndose en la interfase aire-agua con mayor rapidez y encapsulando en su interior partículas de aire, lo que provoca la formación de espuma (Aluko & Yada, 1995). Como la capacidad espumante de las masas está relacionada con su capacidad de aireación, sería de esperar que las masas fabricadas con harinas de maíz, soja o quinoa tuvieran una menor aireación que las elaboradas con harina de trigo, lo cual es de gran importancia sobre la textura deseada en los productos finales.

5.1.2. Concentración mínima de gelificación

La concentración mínima de gelificación se define como la capacidad de gelificación, una propiedad físico-química, asociada a la proporción de los diferentes constituyentes del producto estudiado tales como carbohidratos, proteínas y lípidos, en este caso, los constituyentes de las harinas (Aguilera, 2009). Se muestran en la siguiente tabla los resultados obtenidos en el ensayo de concentración mínima de gelificación.

Tabla 7. Resultados obtenidos en el ensayo de gelificación.

	CGM (%)
Maíz	14
Soja	8
Trigo	6
Quinoa	12

Debido a la formación de gel con el agua, y a estar sometidas a un calentamiento y enfriamiento bruscos, en las proteínas del trigo se forman una gran cantidad de enlaces de hidrógeno, por lo que las proteínas se colocan de forma paralela. Así pues, al expulsar al exterior de la red las moléculas de agua, tiene lugar la cristalización de las proteínas.

Las proteínas de la quinoa sin embargo no son capaces de resistir los procesos largos y bruscos de enfriamiento y calentamiento por lo que, aunque estas proteínas sean de alto valor

biológico, no son capaces de formas cristales. Por otro lado, las proteínas de maíz, al contener menos cantidad de proteínas, son incapaces de alinearse y formar puentes de hidrógeno, por lo que no cristalizan con facilidad y el agua se mantiene en el interior de la red. La concentración proteica es la que va a determinar la formación y firmeza de los geles en los alimentos. (Granito et al. 2004).

5.2. Caracterización de las barritas energéticas

Se analizaron mediante diferentes ensayos los parámetros texturales, los parámetros colorimétricos y los parámetros sensoriales de las cuatro formulaciones de barritas energéticas para deportistas elaboradas, para conseguir así una caracterización de las mismas lo más completa posible.

Se realizó también un análisis nutricional de la FC (formulación control) para tener presente que las aportaciones nutricionales de las formulaciones desarrolladas debían estar acorde a las aportaciones nutricionales generales de las barritas energéticas del mercado. Se aporta en la siguiente tabla los resultados del análisis obtenidos mediante una calculadora nutricional:

Tabla 8. Resultados del análisis nutricional.

Energía	89,5	Kcal
Proteínas	4,25	g
Hidratos de Carbono	10,1	g
Grasa total	4,65	g
Fibra	0,345	g
Ácidos Grasos Saturados	1,4	g
Ácidos Grasos Poliinsaturados	0,265	g
Colesterol	34,9	mg
Calcio	8,35	mg
Magnesio	82,8	mg

5.2.1. Textura

La textura se define como *“todos los atributos mecánicos, geométricos y superficiales de un producto perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles y, si es apropiado, visuales y auditivos”* (Rosenthal, 2001).

La exigencia de los consumidores cada día es más alta, por lo que en la aceptación o el rechazo de muchos alimentos, y especialmente del producto del presente trabajo, juega un papel vital la textura que posean las barritas energéticas. Así pues, se considera de gran importancia estudiar las propiedades mecánicas de las diferentes formulaciones elaboradas en este trabajo.

El objetivo del ensayo de punción es la determinación de la dureza en cada punto del interior de los alimentos de ensayo. Se muestran en la siguiente tabla los resultados obtenidos en los ensayos realizados.

Tabla 9. Resultados medios de los ensayos de Flexión y punción.

Muestras	Ensayo de flexión		Ensayo de punción
	Fuerza Máxima (g)	Área Curva (g/s)	Fuerza máxima(g)
FC	666 ± 43 ^a	10710 ± 1728 ^a	776 ± 43 ^a
FQA	571 ± 1 ^b	13057 ± 1308 ^b	915 ± 18 ^b
FQB	684 ± 162 ^a	17885 ± 3611 ^c	810 ± 41 ^c
FQC	628 ± 56 ^{ab}	10287 ± 1121 ^a	587 ± 99 ^d

FC: Formulación Control. FQA: Formulación A con Quinoa. FQB: Formulación B con Quinoa. FQC: Formulación C con Quinoa.

Con estos ensayos se pretendía comprobar si existían diferencias significativas entre las diferentes formulaciones elaboradas en cuanto a las propiedades texturales. Se ha estudiado las fuerzas máximas y las áreas de las curvas en la flexión, así como las fuerzas máximas en punción.

En el ensayo de flexión se pueden observar diferencias entre las 4 formulaciones, aunque las fuerzas máximas no difieren mucho entre sí, variando más la fuerza máxima de la FQA. En cuanto a las áreas de las curvas se observa como la FC y la FQC son las más similares, debido a que ambas están elaboradas mayoritariamente con harina de trigo, mientras que la FQA y la FQB están elaboradas con harina de quinoa, lo que les confiere una mayor dureza y por lo tanto una mayor área de curva.

En cuanto al ensayo de punción, se observan diferencias significativas entre las 4, siendo la fuerza máxima de la FQC la más parecida a la de la FC. Se observa que las formulaciones que más fuerza necesitan para atravesar las barritas son la FQA y la FQB.

Así pues, se puede concluir que la utilización y mezcla de diferentes tipos de harina en la elaboración de las barritas energéticas tiene una gran repercusión en las propiedades texturales de las mismas, siendo las barritas elaboradas con harina de quinoa las que más dureza poseen, característica importante de cara al consumo de las mismas por parte de los posibles clientes.

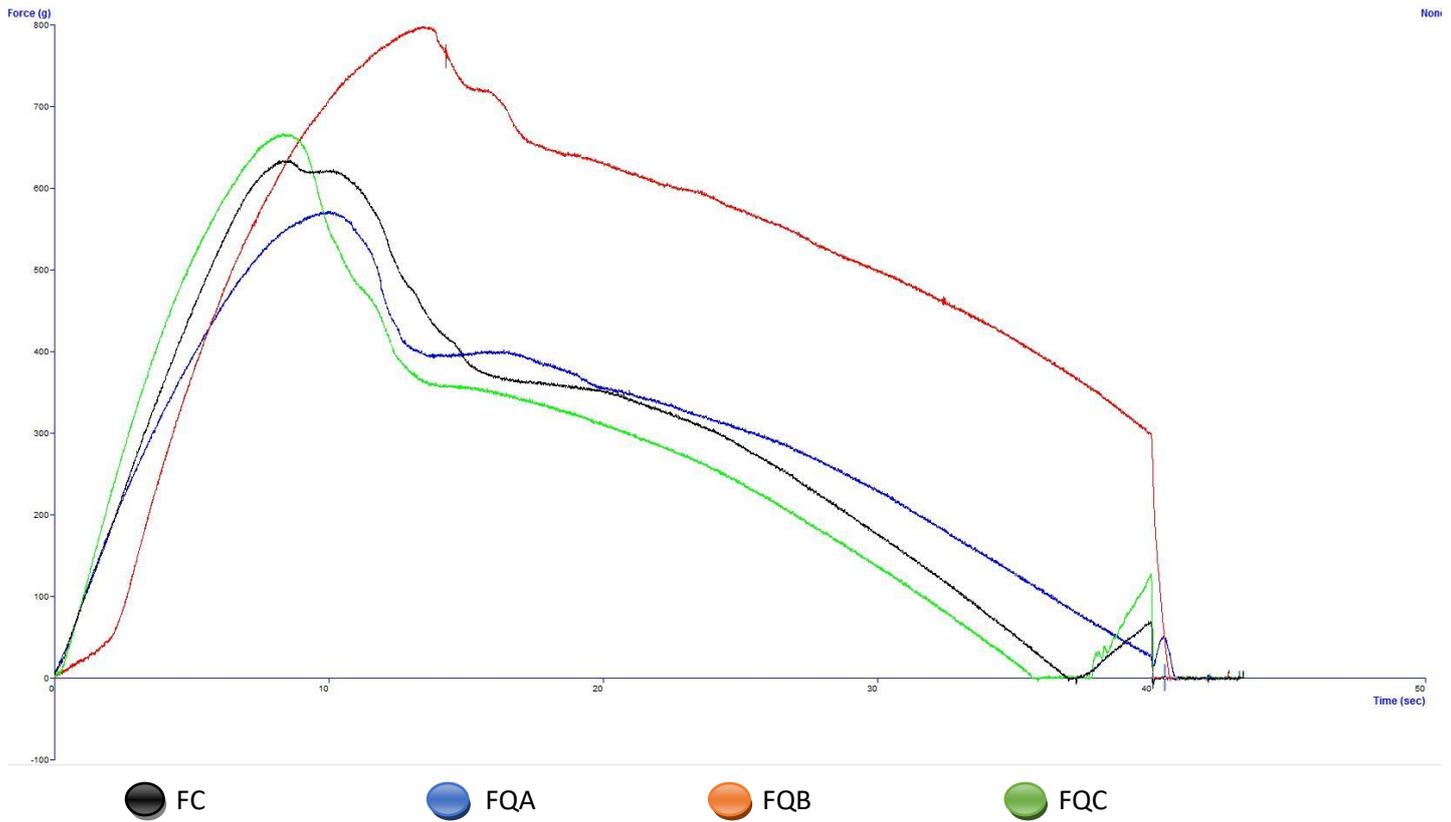


Figura 4. Gráfico de las 4 formulaciones de uno de los ensayos de flexión.

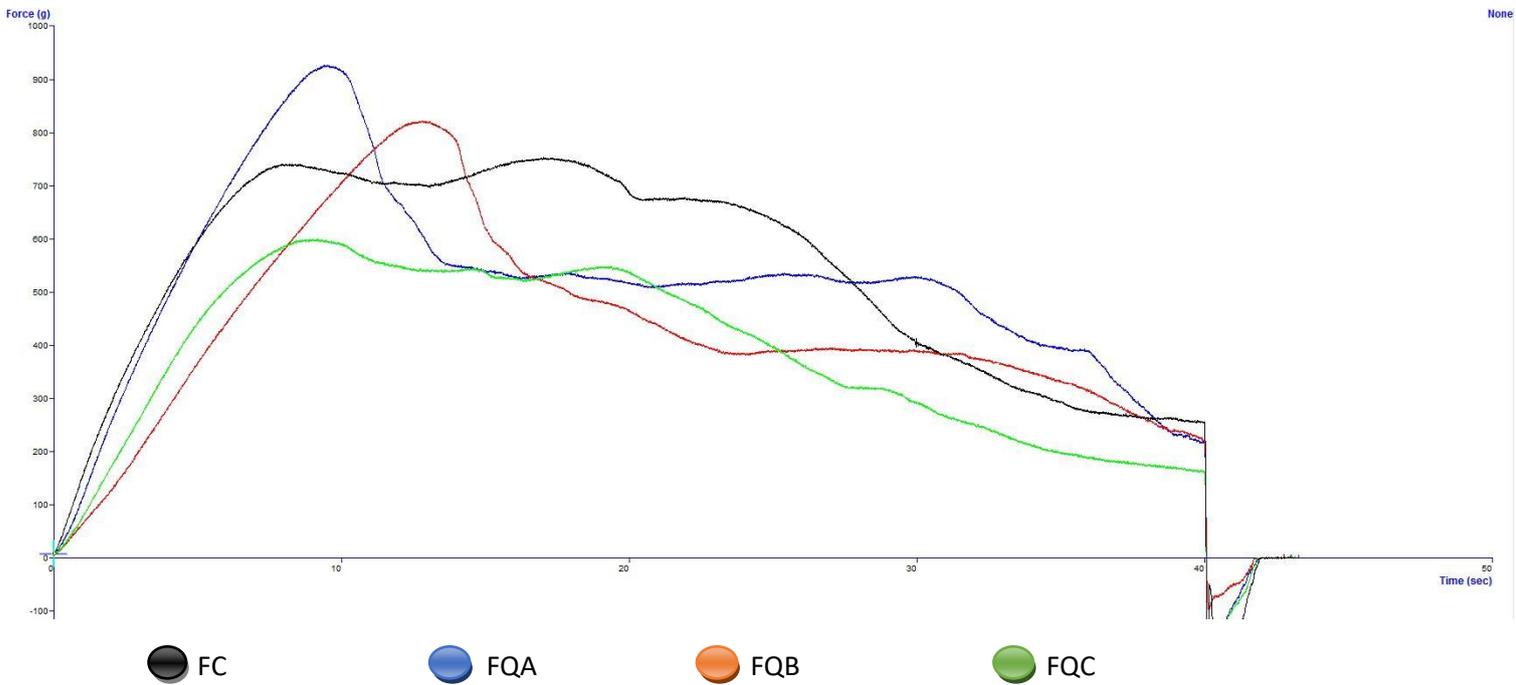


Figura 5. Gráfico de las 4 formulaciones de uno de los ensayos de punción.

5.2.2. Color

Se realizaron los ensayos de colorimetría con el fin de detectar si existían diferencias de color entre las formulaciones elaboradas. Se aportan a continuación los resultados obtenidos:

Tabla 10. Resultados obtenidos en colorimetría.

	L	a	b	h	C	ΔE
FC	54,80 ± 3,08 ^a	4,37 ± 0,62 ^a	23,71 ± 1,81 ^a	1,39 ^a	24,11 ^a	0
FQA	52,62 ± 0,38 ^b	4,77 ± 0,22 ^b	27,10 ± 0,18 ^b	1,40 ^a	27,52 ^b	4,06
FQB	52,06 ± 1,42 ^b	4,89 ± 0,35 ^b	27,30 ± 1,17 ^b	1,39 ^a	27,73 ^b	4,54
FQC	53,59 ± 1,67 ^{ab}	4,71 ± 0,52 ^b	26,38 ± 1,79 ^b	1,39 ^a	26,80 ^b	2,96

ΔE<1'5=Pequeñas diferencias; 1'5< ΔE<12=Diferencias apreciables; ΔE>12=Muy apreciables

Analizando la luminosidad de las barritas (L*) se puede observar que existe una diferencia entre las barritas que más harina de quinoa contienen en su formulación (FQA y FQB) respecto al resto que contienen parte o el total del contenido de harina de trigo, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre ellas. Se observan prácticamente resultados idénticos en los atributos de color a* y b*. Así pues, se puede comprobar que la harina de quinoa le aporta a las barritas energéticas atributos de color sustancialmente diferentes que la harina de trigo.

Por lo tanto, se puede comprobar observando la diferencia de color (ΔE) de las cuatro formulaciones que la que menos difiere de la FC (elaborada con harina de trigo) es la FQC (elaborada con un 80% de harina de trigo respecto al total de la harina). Las tres formulaciones con harina de quinoa, FQA, FQB y FQC, poseen diferencia colorimétricas apreciables según estos resultados de ΔE.

5.2.3. Análisis sensorial.

5.2.3.1. Test de consumo

Se realizó previamente a la evaluación sensorial un test de consumo a los 32 catadores que realizaron este análisis para conocer en qué medida estaban familiarizados con los productos desarrollados y elaborados, las barritas energéticas para deportistas. Se indica a continuación el género de los 32 catadores y los rangos de edades de los mismos. La mayoría fueron mujeres en un rango de edad de entre los 18 y los 35 años:

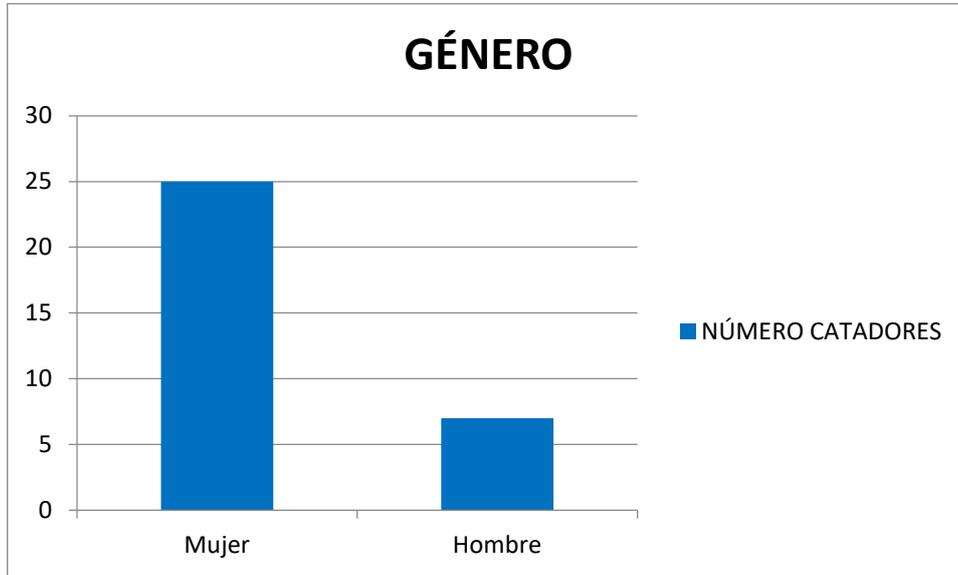


Figura 1. Género de los catadores.

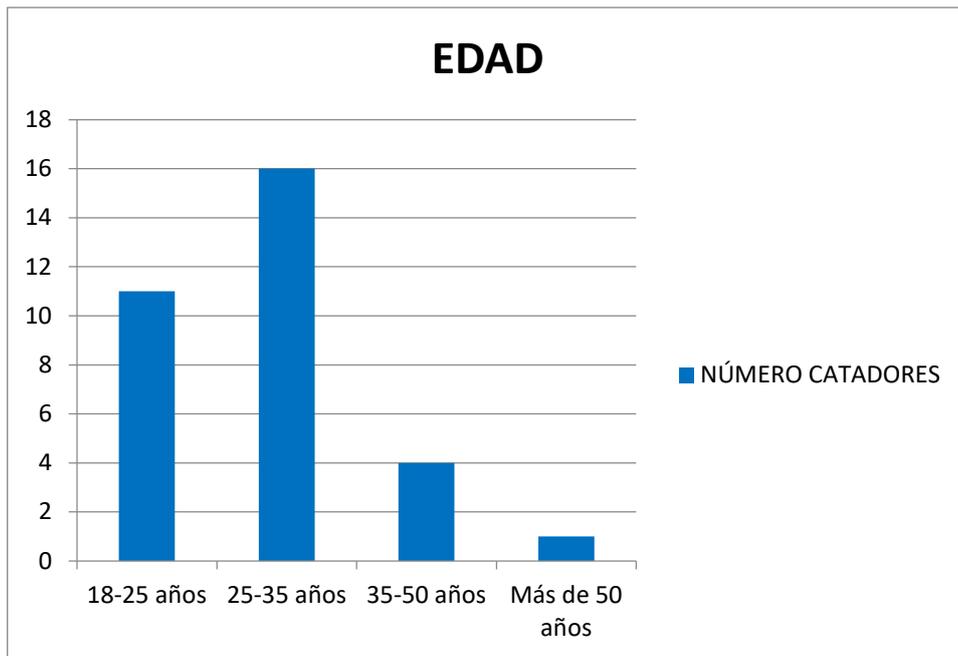


Figura 2. Rango de edades de los catadores.

La primera pregunta que se les realizó fue la frecuencia con la que consumían barras energéticas, en caso de consumirlas. La mayoría de los catadores las consumen con una frecuencia de una a tres veces al mes:

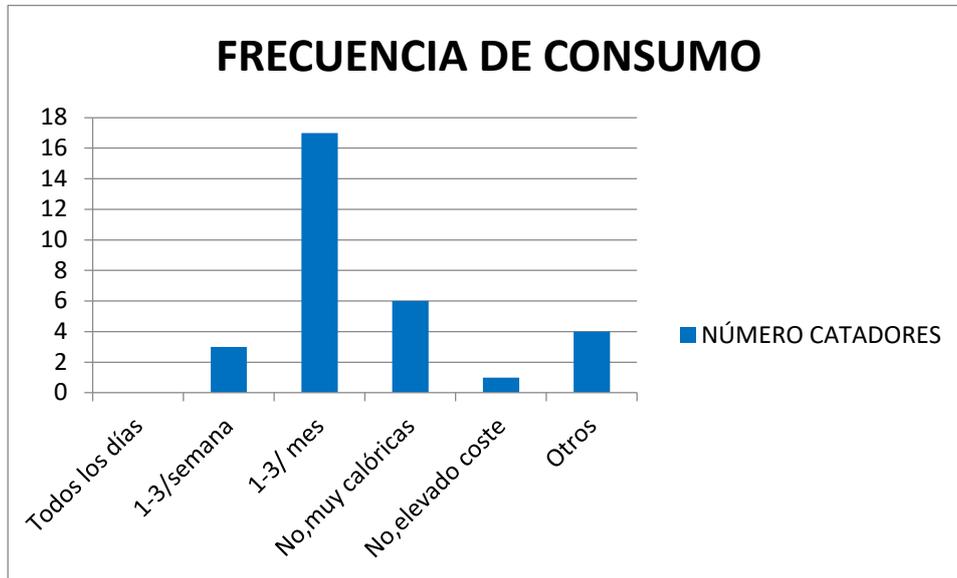


Figura 3. Frecuencia de consumo.

La segunda pregunta fue en relación al tipo de barras que consumían en el caso de que si fuesen consumidores de barras energéticas. Ocho de los catadores eran consumidores de barras energéticas para deportistas:

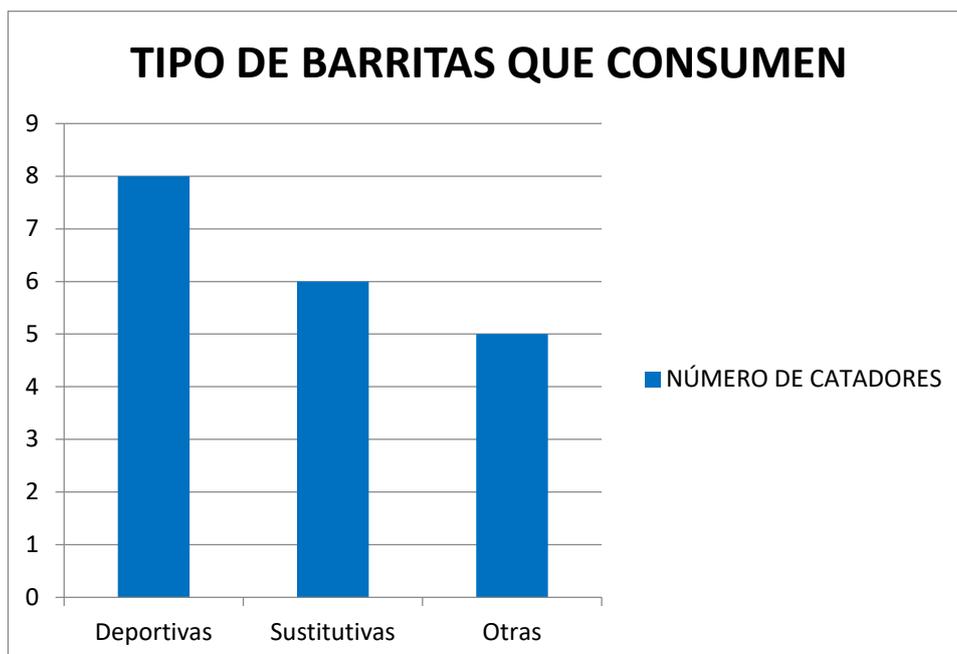


Figura 4. Tipo de barras que consumen.

La siguiente cuestión que se les formuló fue qué tipo de barras energéticas les parecían más sanas. Un alto número de los catadores indicó que le parecían más sanas las barras energéticas para deportistas respecto a las sustitutivas u otras a indicar:

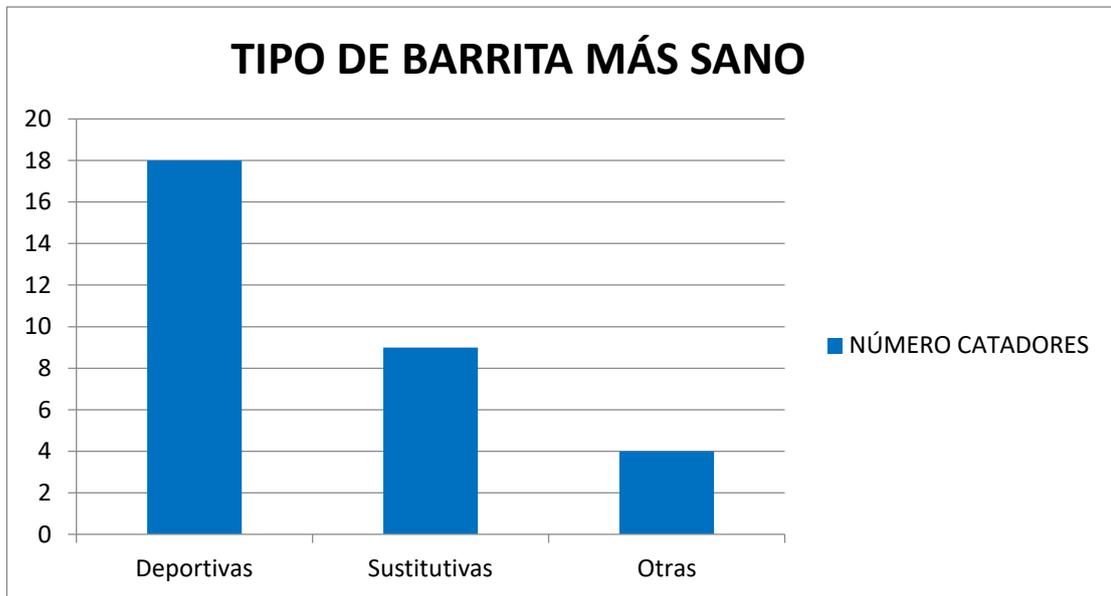


Figura 5. Tipo de barras que consideran más sana.

Posteriormente se les planteó que indicaran en qué situaciones es común que consuman barras energéticas. Las respuestas estuvieron muy repartidas, la mayoría entre el almuerzo, la merienda, de viaje o durante el seguimiento de una dieta.

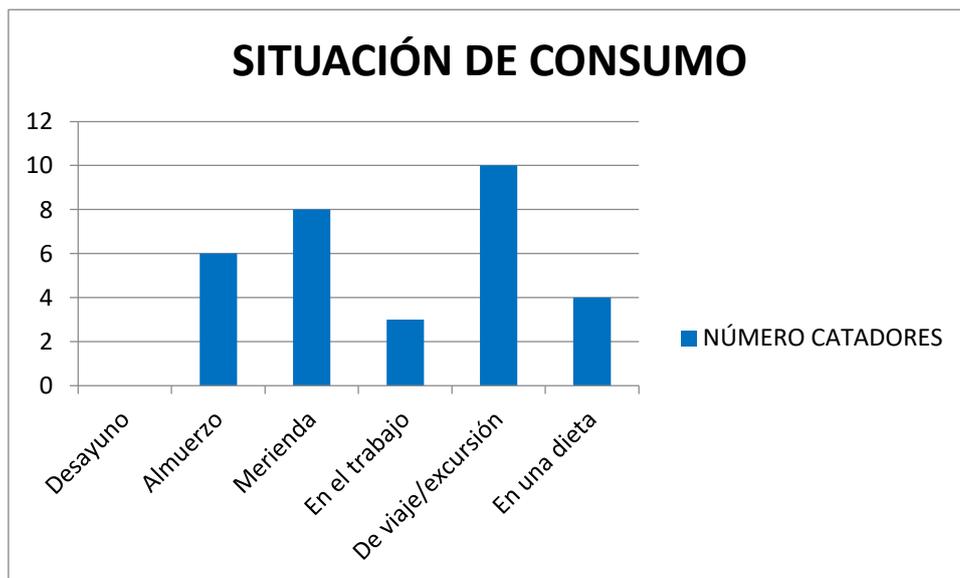


Figura 6. Situación en la que consumen barras energéticas.

Se les preguntó también el motivo del consumo de barras energéticas. La mayoría de ellos lo hacen por comodidad, otros por gusto, y solo unos pocos por conseguir una mejora del rendimiento deportivo.

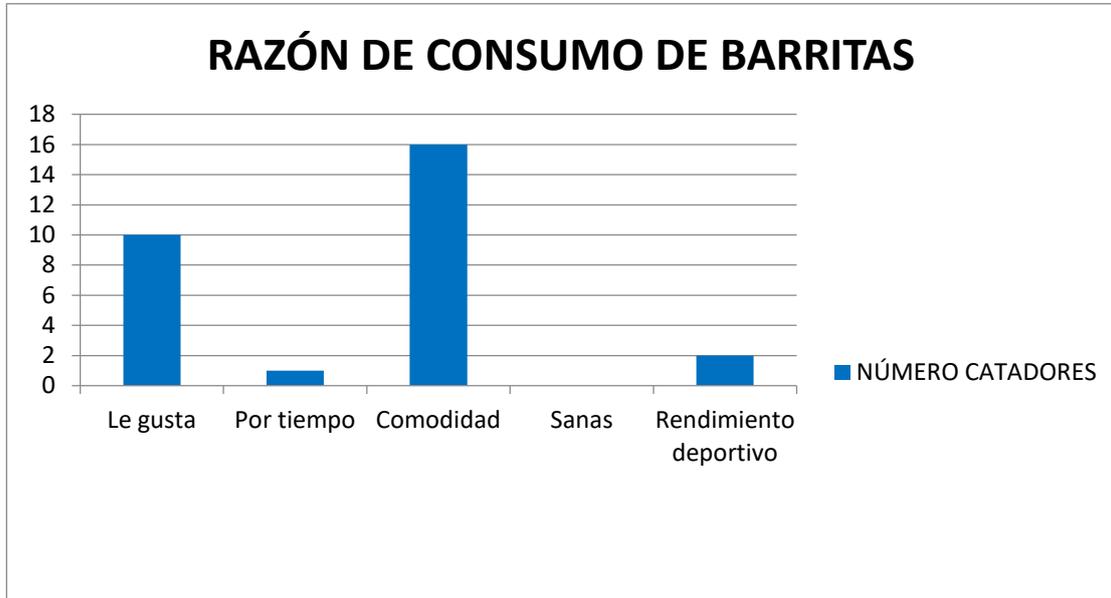


Figura 7. Razón por la que consumen barras energéticas.

Por último, se les planteó que indicaran si las barras energéticas les parecía un producto sano y equilibrado. Hubo disparidad en la contestación a esta pregunta.

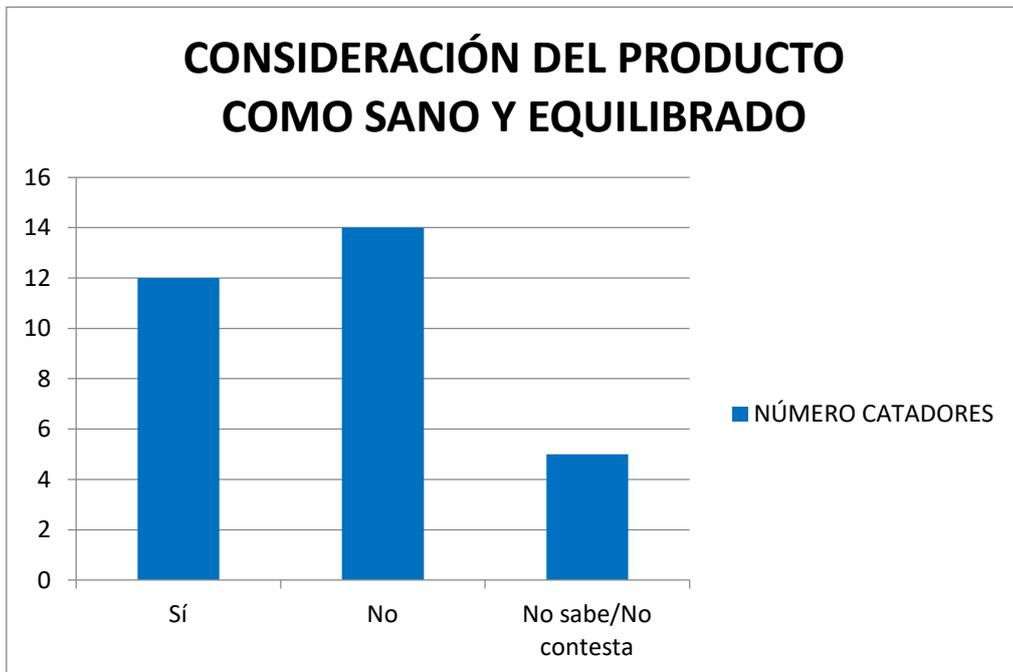


Figura 8. Consideración de producto sano.

5.2.3.2. Análisis sensorial.

Se les planteó a los catadores que evaluaran diferentes características organolépticas de las cuatro formulaciones desarrolladas y elaboradas. Tuvieron que evaluar los siguientes parámetros: Aspecto global, Color, Firmeza, Pegajosidad, Dureza, Consistencia, textura, Dulzor, Sabor, Aceptabilidad del producto, Innovación del producto y posible Interés de compra en caso de comercializarse.

Los resultados obtenidos en la cata se recogieron, se informatizaron y se analizaron para poder obtener unas conclusiones acerca de la opinión de los consumidores.

Tabla 11. Resultados obtenidos en la cata para los diferentes atributos sobre un máximo de 9 puntos.

ATRIBUTOS/FORMULACIONES	FC	FQA	FQB	FQC
ASPECTO GLOBAL	5,06 ± 2,12 ^a	5,97 ± 2,04 ^a	5,59 ± 2,00 ^a	5,53 ± 1,92 ^a
COLOR	5,63 ± 1,95 ^a	5,97 ± 1,86 ^a	5,69 ± 2,04 ^a	5,41 ± 1,78 ^a
FIRMEZA	5,53 ± 1,70 ^a	5,47 ± 2,33 ^a	5,06 ± 1,58 ^a	5,13 ± 2,01 ^a
PEGAJOSIDAD	4,91 ± 2,33 ^a	4,44 ± 2,21 ^a	4,03 ± 1,86 ^a	4,56 ± 2,09 ^a
DUREZA	3,88 ± 1,74 ^a	4,56 ± 1,78 ^a	4,31 ± 2,10 ^a	4,16 ± 1,35 ^a
CONSISTENCIA	5,19 ± 1,49 ^a	4,38 ± 1,81 ^a	4,28 ± 1,99 ^a	5,28 ± 1,71 ^a
TEXTURA	6,16 ± 1,71 ^a	5,41 ± 1,88 ^{ab}	4,16 ± 1,69 ^b	5,63 ± 1,58 ^a
DULZOR	4,84 ± 1,97 ^a	5,25 ± 1,98 ^a	4,38 ± 2,04 ^a	4,88 ± 1,68 ^a
SABOR	6,31 ± 1,79 ^a	5,88 ± 1,83 ^a	4,72 ± 1,87 ^b	5,56 ± 1,76 ^{ab}
ACEPTABILIDAD	6,09 ± 1,87 ^a	6,09 ± 1,75 ^a	4,75 ± 1,88 ^b	5,50 ± 1,76 ^a
INNOVADOR	5,16 ± 1,99 ^a	5,16 ± 1,87 ^a	4,72 ± 1,75 ^a	5,09 ± 1,87 ^a

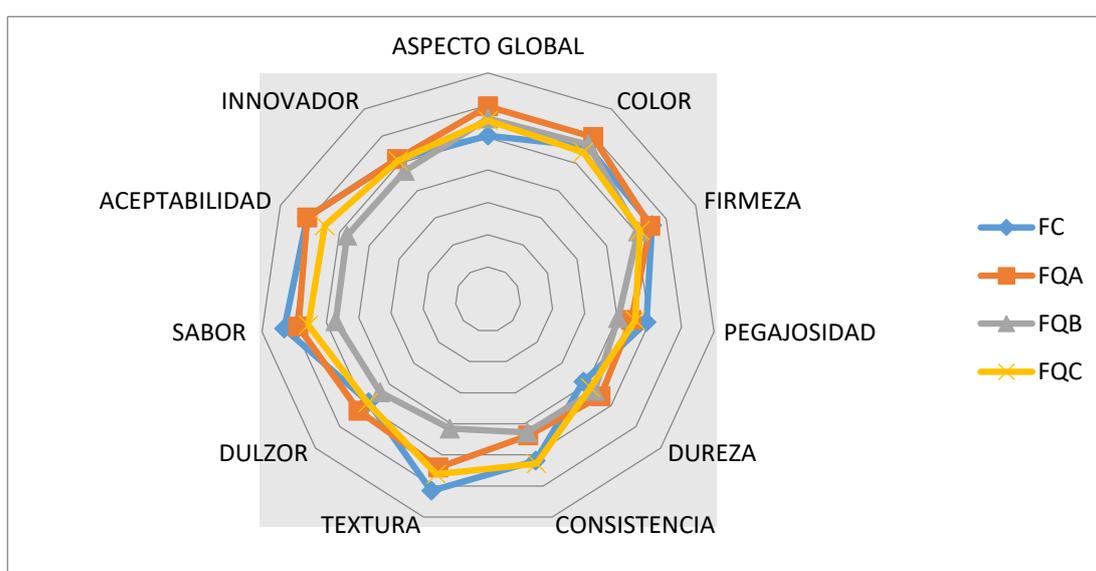


Figura 9. Resultados de la cata realizada.

En cuanto al interés que tendrían los catadores en comprar los cuatro productos desarrollados se aportan a continuación los resultados obtenidos:

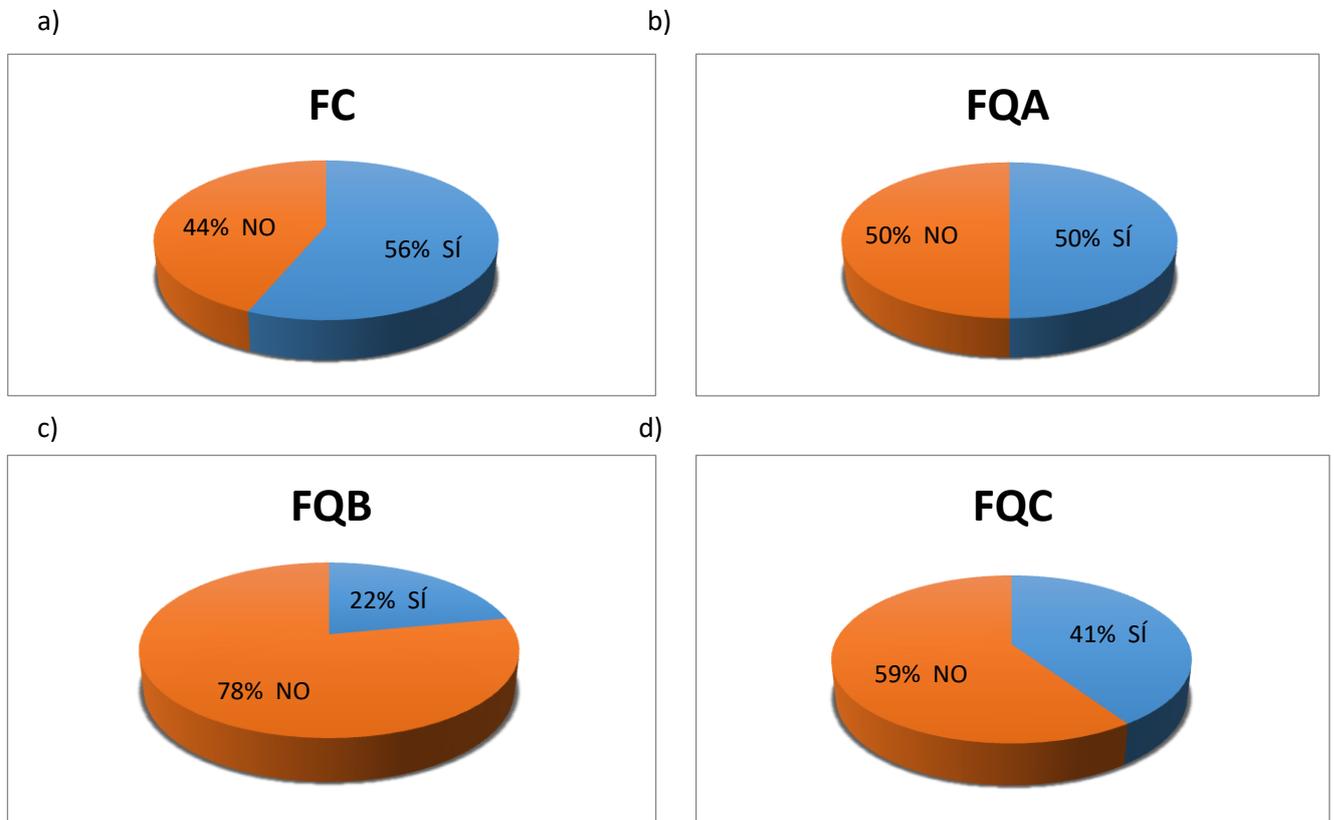


Figura 10. Interés de compra de los catadores para las diferentes formulaciones.

Para el correcto análisis de los resultados se realizó un análisis de la varianza simple, pudiéndose distinguir con claridad si existían diferencias significativas entre las cuatro formulaciones.

Los parámetros que estuvieron mejor valorados fueron el aspecto global y el color, siendo muy bien puntuadas las cuatro formulaciones y habiendo poca variación entre ellas. La dureza fue el atributo que peores valoraciones obtuvo teniendo en cuenta las cuatro formulaciones.

En general, la Formulación Control (FC) fue la que mejor puntuaciones obtuvo, aunque en dulzor, dureza y pegajosidad los catadores indicaron que eran parámetros que deberían mejorarse. La que peor valoraron los catadores fue la FQB, la cual obtuvo unas valoraciones más bajas que las otras tres formulaciones en muchos de los atributos estudiados. Este hecho se puede deber a que la quinoa inflada añadida en esta formulación, junto con la harina de quinoa, no le aportó las características adecuadas a esta barrita energética. Por último, respecto al interés de compra sí existieron diferencias entre las formulaciones, siendo la FC la que más interés de compra suscitó, y la FQB la que menos.

En algunos atributos estudiados existieron pocas diferencias significativas, pese a que FC era la fórmula más diferente puesto que no contenía quínoa en alguno de los atributos no existían diferencias estadísticamente significativas entre FC y las otras mientras que si que existía alguna diferencia entre las formulaciones elaboradas con quínoa. Así por ejemplo en el color no existen diferencias significativas entre las 4 formulaciones estudiadas. La textura difería entre FQB y el resto, como también en cuanto a aceptabilidad y sabor. Respecto a la firmeza no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones. En lo referente a la dureza tampoco existían diferencias estadísticamente significativas entre las cuatro formulaciones. Tampoco se encontraron diferencias significativas en cuanto al dulzor entre las formulaciones desarrolladas.

Así pues, la formulación que más convenció a los catadores fue la FC elaborada con harina de trigo, ya que 18 de los 32 catadores estarían dispuestos a comprarla. Las formulaciones que se elaboraron con harina de quinoa o cierta cantidad de ella convencieron un poco menos, siendo la FQA la que más catadores compraría, 16 de ellos, la mitad. Esto lleva a pensar que la harina de quinoa podría ser la causante de que cierto atributos organolépticos de las barras energéticas se vieran afectados.

6. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha buscado desarrollar una barra energética para deportistas con una textura tipo bizcocho novedosa en este tipo de productos y con aporte de magnesio y de aminoácidos esenciales provenientes de la quinoa. Se han realizado diferentes análisis para caracterizar y evaluar las diferentes formulaciones elaboradas a lo largo del trabajo. Observando los resultados obtenidos en las diferentes determinaciones se puede concluir lo siguiente:

- El hecho de elaborar las barras energéticas con harina de quinoa le confiere a éstas unas propiedades texturales y colorimétricas determinadas, las cuales difieren respecto a las propiedades que se obtienen mediante la elaboración de las mismas con harina de trigo.
- No se ha conseguido elaborar una formulación tipo bizcocho con quinoa que haya convencido a los catadores, es posible que sea debido a que el consumidor no está acostumbrado ni familiarizado a los atributos organolépticos que este pseudocereal le confiere a los productos.
- A pesar de no obtener una formulación que pudiera tener cabida en el mercado, en el presente trabajo se ha obtenido información valiosa acerca de la innovación en el sector de las barras energéticas para deportistas, más concretamente, en la

innovación con otro tipo de textura de las mismas, así como el uso de diferentes ingredientes en su elaboración, como la harina de quinoa o la quinoa inflada.

- Se podría plantear un futuro estudio en el que se elaborase este tipo de barras energéticas para deportistas pero con otras mezclas de harinas con la harina de quinoa, buscando una aceptación mayor de los consumidores.

7. BIBLIOGRAFÍA

Adebowale, K;Lawal, O. (2004). Comparative study of the functional properties of bambara groundnut (*Voandzeia subterranean*), jack bean (*Canavalia ensiformis*) and Mucuna bean (*Mucuna pruriens*) flours. *Food Research International*,37:355-365

Aguilera Gutiérrez, Y. (2009). *Harinas de leguminosas deshidratadas: caracterización nutricional y valoración de sus propiedades tecno-funcionales*. Tesis doctoral en Ciencias Químicas. Universidad autónoma de Madrid. 308 pp.

AIS Sports Nutrition-Australia, 2014. 'Sports supplements'. https://www.ausport.gov.au/ais/sports_nutrition/supplements

Akintayo, E.; Oshodi,A.;Esuoso,K.(1998). Effects of NaCl, ionic strength and pH on the foaming and gelation of pigeon pea (*Cajanus cajan*) protein concentrates. *Food Chemistry*; 64:1-6

Akubor, P.I.; Chukwu, J.K.(1999) Proximate composition and selected functional properties of fermented and unfermented African oil bean (*Pentaclethra macrophylla*) seed flour. *Plant Foods for Human Nutrition* Kluwer Academic Publishers,Netherlands págs. 227–238.

Aluko, R.,Yada, R.(1995). Structure, function relationships of cowpea (*Vigna unguiculata*) globulin isolate: influence of pH and NaCl concentration on physicochemical and functional properties. *Food Chemistry* 53(3):259-265

Anderson, A., Cokera, J.;Ondrusa, M. (2007). Characterization of lipid oxidation products in quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Food Chemistry*, 101(1):185-192.

Apro, N.J.;Rodríguez J.;Orbea M.M.; Puntieri, M.V. (2004) *Desarrollo de harinas compuestas precocidas por extrusión y su aplicación en planes alimentarios*. INTI-Cereales y Oleaginosas.

Arantza Ruiz de las Heras, 2015. 'Barritas energéticas'. *WebConsultas*. <http://www.webconsultas.com/ejercicio-y-deporte/nutricion-deportiva/barritas-energeticas-12142>

Arantza Ruiz de las Hera, 2015. 'Composición y tipo de barritas energéticas'. *WebConsultas*. <http://www.webconsultas.com/ejercicio-y-deporte/nutricion-deportiva/composicion-y-tipos-de-barritas-energeticas-12145>

Bourne,M.C.(1990). Basic Principles of Food Texture Measurement,en *Dough Rheology and Baked Product Texture*, Springer US, Estados Unidos, 331-334.

Coffman, G.W.; Garcia, V.V. (1977). Functional properties and amino acid content of a protein isolate from mung-bean flour *International Journal of Food Science & Technology*, 12 (5): 473–484.

Granito, M.; Guerra, M.; Torres, A.; Guinand, J. (2004). Efecto del procesamiento sobre las propiedades funcionales de *Vigna Sinensis*, 29:521-526

FAO (2001) Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.); *Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro*. Santiago de Chile.

FAO, 2013 (Online) disponible en: <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/>

Kinsella, J. (1979). Functional Properties of soy proteins. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56:242-58.

Koziol, M. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 5, 35-68.

Marcelo, 2008. 'La barra de cereal'. *Maratoniano.es*. <http://www.maratoniano.es/la-barra-de-cereal/>

Martínez, N.; Chiral, A.; Talens, P.; González, C. Moraga, G. 2007, Propiedades ópticas en alimentos: color, *Propiedades físicas de los alimentos*, Universitat Politècnica de València, España, págs. 89-124

Martínez, N.; Chiral, A.; Talens, P.; González, C.; Moraga, G. 2007, Propiedades texturales de alimentos, *Propiedades físicas de los alimentos*, Universitat Politècnica de València, España, págs. 173-200

Mujica, A.; Jacobsen, S.E.; Izquierdo, J.; y Marathe, J. P. (2001). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.); *Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro* FAO.

Repo-Carrasco, R.; Espinoza, C.; Jacobsen, S.E. (2003). Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19: 179-189.

Reyes Montaña, E.A.; Ávila Torres, D.P.; Guevara Pulido, J.O. (2006). Componente nutricional de diferentes variedades de quinoa de la región Andina. *AVANCES Investigación en Ingeniería*, 5:86-97.

Siener, R.; Honow, R.; Seidler, A.; Voss, S.; Hesse, A. (2006). Oxalate contents of species of the Polygonaceae, Amaranthaceae and Chenopodiaceae families. *Food Chemistry*,98:220-22.

Suca Apaza, F.; Suca Apaza, C.A. 2008. *Competitividad de la Quinoa, una Aplicación del Modelo de Michael Porter*. EUMED, Lima.

Vega-Galvez, A.; Miranda, M.; Vergara, J.; Uribe, E.; Puente, L.; y Martinez, E.A.; 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*), and ancient Andean grain. *J Sci Food Agric*.

Walter Del Real, 2014. Diferencias entre los deportistas profesionales y los amateur. <http://deportesyeducacionfisica.com/deportes/diferencias-entre-los-deportistas-profesionales-y-los-amateur/>

8. ANEXOS

8.1. Anexo A

¿Consumes habitualmente barras energéticas? (elija sólo la opción que se adapte mejor a su situación):

- Sí, diariamente.
- Sí, habitualmente (1 a 3 veces por semana).
- Sí, ocasionalmente (1 a 3 días al mes).
- No, porque me parecen muy calóricas.
- No, por su coste.
- No, otros motivos. Si desea puede especificar _____

¿Qué tipo de barras energéticas consumes?

- Para deportistas.
- Sustitutivas de comidas.
- Otras: _____

¿Qué tipo de barras energéticas le parecen más sanas?

- Para deportistas.
- Sustitutivas de comidas.
- Otras: _____

¿En qué situaciones consumes barras energéticas? (elija sólo la opción que se adapte mejor a su situación):

- Para desayunar.
- Para almorzar.
- Para merendar.
- En el trabajo.
- Cuando va de viaje/excursión.
- Cuando sigue una dieta.
- Cuando está en plena competición deportiva.
- Otras: _____

¿Por qué las consumes? (elija sólo la opción que se adapte mejor a su situación):

- Porque le gustan.
- Por ahorrar tiempo.
- Por comodidad.
- Porque son sanas.
- Por rendimiento deportivo.
- Otras: _____

¿Las considera un alimento sano y equilibrado?

- Sí.
- No.
- No sabe/no contesta.

Puede indicarnos su edad:

- 18-25 años.
- 25-35 años.
- 35-50 años.
- Más de 50 años.

¿A qué género pertenece?:

- Hombre.
- Mujer.

8.2. Anexo B

CATA DE BARRITAS ENERGÉTICAS

--	--

Edad _____

Sexo _____

Fecha _____

A continuación, probará 4 tipos de barras energéticas.

Siga las instrucciones del cuestionario.

Muestra

--	--	--

VALORACIÓN VISUAL

1. Observe la muestra y **valore su aspecto global visual**:

	<input type="checkbox"/>									
Muy poco atractivo	1				5				9	Muy atractivo

2. Valore los siguientes atributos:

Atributo	Valoración																														
COLOR	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Muy poco atractiva</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Ni gusta ni disgusta</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">Muy atractiva</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	1				5					9	Muy poco atractiva				Ni gusta ni disgusta					Muy atractiva									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																						
1				5					9																						
Muy poco atractiva				Ni gusta ni disgusta					Muy atractiva																						
FIRMEZA	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Blanda</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">dura</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	1				5					9	Blanda									dura									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																						
1				5					9																						
Blanda									dura																						
PEGAJOSIDAD	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Poco pegajosa</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">Muy pegajosa</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	1				5					9	Poco pegajosa									Muy pegajosa									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																						
1				5					9																						
Poco pegajosa									Muy pegajosa																						

