

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA I DEL MEDI  
NATURAL



## RELACIÓN TEXTURA-PERCEPCIÓN SENSORIAL EN BIZCOCHOS BAJOS EN GRASA ELABORADOS CON DISTINTOS TIPOS DE FIBRA

TRABAJO FIN DE GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

ALUMNO: Lucas Olaya Vañó

TUTORA: Isabel Hernando Hernando

COTUTORA: Amparo Quiles Chuliá

Curso Académico: 2015/2016

VALENCIA, Junio 2016



## RELACIÓN TEXTURA-PERCEPCIÓN SENSORIAL EN BIZCOCHOS BAJOS EN GRASA ELABORADOS CON DISTINTOS TIPOS DE FIBRA

**RESUMEN:** En el presente trabajo se ha planteado estudiar el efecto de la sustitución de un 30% de grasa en bizcochos, por distintos tipos de fibra, tanto en sus propiedades texturales como sensoriales. La grasa se ha sustituido por cinco tipos distintos de fibra (maltodextrina, trigo, manzana, grosella negra y una mezcla de patata y *Plantago ovata*) en cantidades suficientes para poder catalogar a dichos productos como fuente de fibra. Se evaluó la textura instrumental de los bizcochos y se evaluaron sensorialmente mediante la prueba check-all-that-apply (CATA) y una escala hedónica, las diferentes formulaciones de bizcochos por un panel de catadores no entrenados. Los catadores además contestaron un cuestionario sobre conocimientos de alimentación y salud. Los resultados mostraron una variación tanto en las propiedades texturales como en las sensoriales de los bizcochos además de poder establecerse una relación entre los resultados del conocimiento nutricional de los catadores con sus valoraciones sensoriales de las distintas formulaciones.

**Palabras clave:** Bizcocho, grasa, fibra, sustitución, textura, CATA, cuestionario nutricional, escala hedónica, *correspondence analysis*, *penalty analysis*.

## TEXTURE-SENSORY PERCEPTION RELATIONSHIP IN LOW FAT CAKES ELABORATED WITH DIFFERENT TYPES OF FIBRE

**ABSTRACT:** The effect of replacing 30 % of fat by different types of fiber in the textural and sensory properties of cakes is studied in the present work. The fat was replaced by five different types of fiber (maltodextrin, wheat, apple, black currant and a mixture of potato and *Plantago ovata*) in enough quantities to classify such products as a source of fiber. The instrumental texture of the biscuits was evaluated and also a sensory analysis of the different formulations of cakes was made by consumers using the check -all- that- apply (CATA) test and a hedonic scale. The consumers also answered a nutritional knowledge test. The results showed a variation in the textural and sensory properties of the different cakes and a relationship between the results of the consumer's nutritional knowledge with their sensory assessments for the different formulations was established.

**Key words:** Cake, fat, fiber, replacement, texture, CATA, questionnaire, hedonic scale, correspondence analysis, penalty analysis.

ALUMNO: Lucas Olaya Vañó

TUTORA: Isabel Hernando Hernando

COTUTORA: Amparo Quiles Chuliá

Curso Académico: 2015/2016

VALENCIA, Junio 2016

## ÍNDICE GENERAL

1. Introducción .....	1
2. Objetivo.....	5
3. Materiales y métodos.....	6
3.1 Materias primas.....	6
3.2 Elaboración de las masas y los bizcochos.....	6
3.3 Textura de los bizcochos.....	7
3.4 Análisis sensorial .....	7
3.4.1 Catadores.....	7
3.4.2 Cuestionario sobre conocimientos de nutrición.....	7
3.4.3 Cuestionario CATA ( <i>Check All That Apply</i> ) .....	8
3.5 Procesado de datos .....	8
4. Resultados y discusión.....	8
4.1 Textura de los bizcochos.....	8
4.2 Análisis sensorial .....	10
4.2.1 Cuestionario sobre conocimientos de nutrición.....	10
4.2.2 Cuestionario CATA ( <i>Check All That Apply</i> ) .....	12
4.2.3 Prueba de preferencia-aceptación. ....	16
5. Conclusiones .....	20
6. Bibliografía .....	20
7. Anexos.....	25

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Composición de las formulaciones estudiadas .....	6
TABLA 2. Valores medios de las propiedades texturales de los bizcochos, en función de su formulación.....	9
TABLA 3. Características demográficas de los catadores .....	10
TABLA 4. Porcentaje de aprobados del cuestionario de nutrición .....	11
TABLA 5. Frecuencia de selección de los atributos CATA (n=111) para las distintas formulaciones de bizcochos.....	12
TABLA 6. Textura, sabor y aceptación global de los catadores con mayor conocimiento nutricional .....	16
TABLA 7. Textura, sabor y aceptación global de los catadores con menor conocimiento nutricional .....	18

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 (a, b). Representación de las formulaciones de bizcochos ricos en fibra y con un 30% menos de grasa y los atributos en la primera, segunda y tercera dimensión del " <i>Correspondence Analysis</i> " .....	14
FIGURA 2. <i>Penalty Analysis</i> . Atributos con una mayor influencia sobre las muestras .....	15
FIGURA 3. <i>Penalty Analysis</i> . Atributos con mayor influencia sobre las muestras en los consumidores con mayor conocimiento nutricional.....	17
FIGURA 4. <i>Penalty Analysis</i> . Atributos con mayor influencia sobre las muestras en los consumidores con menor conocimiento nutricional.....	19

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Cuestionario de nutrición .....	25
ANEXO 2. Hoja de análisis sensorial.....	32

## 1. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la obesidad y el sobrepeso han alcanzado caracteres de epidemia a nivel mundial. En 2014, más de 1900 millones de adultos de 18 o más años tenían sobrepeso, de los cuales, más de 600 millones eran obesos. La prevalencia mundial de la obesidad se ha multiplicado por más de dos entre 1980 y 2014 (OMS, Nota descriptiva N° 311, 2015).

La preocupación por la prevalencia que la obesidad, la cual puede llegar a reducir la esperanza de vida de una persona hasta en diez años, está adquiriendo a nivel mundial se debe a su asociación con las principales enfermedades crónicas de nuestro tiempo, como las enfermedades cardiovasculares o ciertos tipos de cáncer. La prevalencia de la obesidad (especialmente en la infancia, donde alcanza cifras alarmantes) y su tendencia ascendente durante las dos últimas décadas, han hecho que también se afiance en España el término de “obesidad epidémica”.

En los últimos años, España ha experimentado lo que se denomina una “transición nutricional”. Se trata de una secuencia de modificaciones, tanto cuantitativas como cualitativas, en la alimentación, relacionadas con cambios económicos, sociales, demográficos y con factores de salud. Las dietas tradicionales han sido reemplazadas rápidamente por otras con una mayor densidad energética, lo que significa más grasa, principalmente de origen animal, y más azúcar añadido en los alimentos, unido a una disminución de la ingesta de carbohidratos complejos y de fibra. Estos cambios alimentarios se combinan con cambios de conductas que suponen una reducción de la actividad física durante el tiempo de ocio.

Una alimentación y nutrición adecuadas son importantes en todas las etapas de la vida, pero particularmente durante la infancia. La dieta de los niños y adolescentes españoles se caracteriza por un exceso de carnes, embutidos, lácteos y alimentos con alta densidad energética, como productos de bollería y bebidas carbonatadas (ricos en grasas y azúcares refinados, respectivamente) y por un déficit en la ingesta de frutas, verduras y cereales (Agencia española de consumo, seguridad alimentaria y nutrición. Estrategia NAOS. 2005. 9-11).

Los pasteles y otros productos similares son de gran importancia en el sector de la panadería, el cual, actualmente crece en el mercado mundial alrededor de un 1,5% al año. Como consecuencia de este crecimiento surge el planteamiento de nuevos retos de gran interés como la reformulación de estos productos con vistas a mejorar su calidad nutricional. (Wilderjans et al., 2013).

El bizcocho es un producto de panadería hecho a base de harina, azúcar, huevos, grasa o aceite y agentes leudantes. Se caracteriza por ser relativamente denso y tener una miga tierna y sabor dulce. Su contenido final de humedad varía normalmente entre valores en torno al 18% y 28%, siendo estos valores inferiores a los característicos del pan, pero mayores que los encontrados en otros productos como las galletas (Bennion et al., 1997). El proceso de fabricación del bizcocho implica modificaciones estructurales, dependiendo de la formulación y las condiciones del proceso, que son de enorme importancia para la calidad del producto. Los efectos de la formulación y las condiciones del proceso se pueden investigar mediante las propiedades texturales y estructurales del producto acabado (Nesrin et al., 2015).

Mediante la obtención de productos con una menor cantidad de grasa en su composición, podemos lograr una mejora en la salud de los consumidores evitando numerosas enfermedades relacionadas con un exceso en el consumo de productos altos en grasa, como las anteriormente citadas. Por ello, una estrategia que se ha planteado en los últimos años

para disminuir el valor calórico de los productos de bollería, como los bizcochos, es reducir su contenido en grasa. Sin embargo, esto supone un reto importante para la industria alimentaria debido a su importante funcionalidad en este tipo de productos. La funcionalidad de la grasa es muy versátil, siendo sus principales características mejorar el sabor; proporcionar una textura deseable; proporcionar lubricación para evitar que las partículas de gluten de trigo se adhieran entre sí, retardar el envejecimiento y proporcionar una estructura estable (Baldwin et al., 1972). La grasa ayuda además en la incorporación de burbujas de aire en la masa durante la mezcla y ayuda a la formación del producto (Khalil, 1998; Matsakidou et al. 2010). Por otra parte, los lípidos polares estabilizan las burbujas de gas, gracias a sus propiedades tensoactivas, y llenan los huecos en las películas proteicas, evitando así el escape de gas (Sikorski y Sikorska-Wisniewska, 2006).

Entre los compuestos utilizados como sustitutos de la grasa, podemos encontrar emulsionantes, distintos tipos de almidones modificados, gomas o fibras procedentes de una gran diversidad de alimentos como por ejemplo cereales o frutas. En este sentido, se han realizado numerosos estudios sobre el reemplazo de grasa en productos horneados como los bizcochos. En general, al disminuir el contenido de grasa se ha observado una disminución en la estabilidad de las burbujas de aire en la masa, las cuales coalescen y suben a la superficie, dando lugar a bizcochos de menor volumen y una textura más dura (Barker y Cauvain, 1994).

Rodríguez-García et al. (2012) estudiaron los efectos de la sustitución de grasa por inulina en la microestructura y propiedades físico-químicas de bizcochos, obteniendo una disminución significativa de la viscosidad de la mezcla y una distribución heterogénea del tamaño de las burbujas. Se observó además que la grasa se localizaba en la interfase de las burbujas, permitiendo un óptimo desarrollo de la estructura durante el horneado. En esta investigación, los bizcochos con una sustitución de grasa hasta del 70% fueron calificados como aceptables por un panel de consumidores. Pong et al. (1991) utilizaron un sustituto comercial de la grasa (basado en una mezcla de mono y diglicéridos y monoéster de poliglicerol con almidón de maíz waxy pregelatinizado y goma guar) para determinar su potencial como sustituto de la grasa en bizcochos. Los resultados mostraron una menor altura del bizcocho, una textura más firme, un mayor contenido de humedad y un color más oscuro de la miga. Asimismo, los resultados de la evaluación sensorial mostraron que el bizcocho era menos tierno y tenía menos uniformidad. Martínez et al. (2010) utilizaron fibra de cacao como sustituto de grasa en magdalenas. La textura de estas magdalenas mostró valores más bajos con respecto a la dureza, masticabilidad y resiliencia. En lo que respecta al aspecto sensorial, en general las magdalenas fueron valoradas como más difíciles de masticar y tragar a medida que se aumentaba el nivel de la fibra de cacao; se encontró además cierto grado de pegajosidad y de sabor amargo. Grigelmo et al. (1999) utilizaron fibra de melocotón en diferentes cantidades como sustituto de la grasa en magdalenas y se observó un aumento de la humedad debido a la alta capacidad de retención de agua de la fibra de melocotón. Parámetros como peso, altura, elasticidad y cohesión no se vieron afectados por el contenido de fibra, pero sí se produjo un oscurecimiento del producto. A pesar de ello, las magdalenas fueron consideradas aceptables por los consumidores tras la evaluación con una escala hedónica.

Por tanto, podemos observar como la sustitución de grasa por distintos tipos de fibra dietética en productos horneados como magdalenas o bizcochos, no solo produce importantes cambios en la textura a nivel sensorial, sino también a nivel instrumental. En este sentido, Zhan et al. (2010) observaron como la sustitución de grasa por inulina en magdalenas produjo un aumento de su humedad y densidad de la miga, así como una reducción del volumen. Una sustitución del 50% de la grasa produjo un ligero aumento en la firmeza mientras que una sustitución completa de la grasa dio como resultado una alta dureza y un bajo volumen. Se

hace evidente pues la importancia de realizar una correcta sustitución de la grasa, ya que como se puede observar tiene un papel clave en lo que a la textura del producto se refiere.

Cabe destacar también otros estudios de sustitución de grasa por fibra procedente de distintos tipos de cereales como por ejemplo trigo blando (Gebruers et al., 2008); germen de trigo (Sidhu et al., 1999); avena (Shewry et al., 2008); arroz (Nyman et al., 1984); salvado de centeno (Nilsson et al. 1996); así como estudios de sustitución de grasa por fibra procedente de distintas frutas y verduras como por ejemplo manzana (Bilgic li et al., 2007); naranja (Figuerola et al., 2005); guisantes (Collar et al., 2006, 2007) o mango (Ajila et al., 2008). La sustitución de grasa por fibra permite además mejorar el perfil nutricional de los bizcochos, por las propias características beneficiosas de la misma cuando se incorpora a los alimentos. Esto es sabido desde las observaciones realizadas por Trowell, hace ya 30 años en el este de África, y confirmadas más tarde por Burkitt (Burkitt et al., 1973), cuando se propuso la hipótesis de que una dieta con elevado contenido de fibra vegetal y de carbohidratos complejos protegía contra numerosas enfermedades propias de los países occidentales, como el cáncer de colon, el estreñimiento y la obesidad, entre otros.

Se entiende por fibra dietética los polímeros de hidratos de carbono con diez o más unidades monoméricas que no son hidrolizados por las enzimas endógenas del intestino delgado humano y que pertenecen a las categorías siguientes: polímeros de carbohidratos comestibles que se encuentran naturalmente en los alimentos en la forma en que se consumen; polímeros de carbohidratos obtenidos de materia prima alimentaria por medios físicos, enzimáticos o químicos, y que se haya demostrado que tienen un efecto fisiológico beneficioso para la salud mediante pruebas científicas generalmente aceptadas y aportadas a las autoridades competentes; polímeros de carbohidratos sintéticos que se haya demostrado que tienen un efecto fisiológico beneficioso para la salud mediante pruebas científicas generalmente aceptadas aportadas a las autoridades competentes (Codex Alimentarius CAC/GL 2-1985).

La fibra dietética puede incluir fracciones de lignina y/u otros compuestos asociados a los polisacáridos de las paredes celulares vegetales. Estos compuestos también pueden cuantificarse mediante ciertos métodos analíticos para la determinación de la fibra dietética. (Codex Alimentarius CAC/GL 2-1985).

En 2009, la Comisión del Codex Alimentarius adoptó un acuerdo sobre la definición de fibra dietética (Howlett et al., 2010). Los resultados de este acuerdo fueron alentadores e indicaron que la comunidad científica está de acuerdo en mantener un consenso mundial respecto a la inclusión de carbohidratos no digeribles con un grado de polimerización mayor que 3 como fibra dietética, además de incluir una lista no exhaustiva de los efectos beneficiosos de la fibra dietética.

La fibra dietética puede clasificarse según diferentes criterios; sin embargo, la clasificación más adecuada desde el punto de vista nutricional es la de su fermentabilidad en el colon. La fibra dietética fermentable o “soluble” incluye almidón resistente, pectinas, gomas, mucílagos, oligosacáridos resistentes y ciertos tipos de hemicelulosas y polisacáridos no amiláceos de reserva de la planta (American Association of Cereal Chemists. AACC Dietary Fiber Technical Committee 2001). La fracción escasamente fermentable o “insoluble” es variable e incluye celulosa, algunas hemicelulosas y lignina. Predomina en las hortalizas, verduras, algunas leguminosas y cereales. La fracción insoluble apenas sufre procesos fermentativos en el colon, y tiene un efecto más marcado en la regulación intestinal, con reducción del tiempo de tránsito digestivo y aumento del peso de las heces (Johnson, 1995).

Según diferentes organizaciones (American Dietetics Association, American Diabetes Association, American Heart Association, National Cancer Institute y otras), las ingestas recomendadas de fibra deben estar entre 20 y 35 g por persona y día, procedente del consumo de alimentos, no de suplementos, y debe incluir fibra soluble (de 5 a 10 g) y el resto insoluble (Jones J.M 1992–2000). En Estados Unidos el consumo medio es entre 11 y 15 g/día, de la que aproximadamente un 25% sería soluble y el resto insoluble, por lo que en ese país el 90% de la población no alcanza los 20 g/día. En los últimos años, no obstante, se ha podido observar que el consumo de fibra ha disminuido significativamente. En España, Varela et al. (1991) ya encontraron que iba disminuyendo el consumo de fibra, desde los 27 g/día de 1964 a los 20 g/día en 1991 (Varela et al., 1991). Estudios posteriores observan ingestas medias de fibra que se encuentran en torno a los 18–20 g/día (Serra et al., 2004; Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008).

Por otro lado, el mercado de los productos dietéticos que contienen fibra ha crecido. Por ello, al menos en parte, la deficiencia de ingesta de fibra contenida en los alimentos podría suplirse con la fibra dietética contenida en preparados comerciales, aunque representen un modelo de consumo diferente: menos natural, más caro y, sobre todo, menos placentero. Debe tenerse en cuenta que una dieta rica en fibra a partir de los alimentos es una dieta rica en cereales, legumbres hortalizas y frutas, pero pobre en grasas y productos de origen animal, mientras que con suplementos se consigue que una dieta rica en energía y productos de origen animal también lo sea en fibra siendo este un patrón de consumo diferente del comprobado como beneficioso en los estudios epidemiológicos y del que se conoce muy poco (Spiller, 2001).

La ingesta de fibra dietética proporciona muchos beneficios para la salud. Un consumo adecuado de fibra dietética reduce el riesgo de desarrollo de diversas enfermedades, como por ejemplo, enfermedad cardíaca coronaria (Liu et al., 1999), diabetes (Montonen et al., 2003), obesidad (Lairon et al., 2005) o ciertos desordenes gastrointestinales, entre otras (Petruzzello L et al., 2006). Por otra parte, el aumento del consumo de fibra dietética mejora las concentraciones lipídicas en el suero (Brown et al., 1999), disminuye la presión arterial (Keenan et al., 2002), mejora el control de la glucosa en sangre en la diabetes (Anderson et al., 2004), ayuda en la pérdida de peso (Birketvedt et al., 2005) y parece mejorar la función inmunológica del organismo (Watzl et al., 2005). El consumo de alimentos ricos en fibra además aporta a la dieta hidratos de carbono complejos, minerales, vitaminas y otros elementos bioactivos (Burkitt, 1973).

Para una mejora en la calidad de la dieta de los consumidores, es importante que éstos conozcan los efectos que tienen en la dieta los diferentes macronutrientes presentes en los alimentos como son las grasas, proteínas o carbohidratos. El conocimiento nutricional de los consumidores se considera de gran importancia a la hora de proporcionar información y de fomentar hábitos dietéticos más saludables (O'Brien y Davies, 2007; De Vriendt et al., 2009). Estudios realizados anteriormente han indicado que la influencia de los conocimientos de nutrición en la preferencia y selección de los alimentos es bastante pequeña (Shepherd, 1992; Wardle et al., 2000; Räsänen et al., 2003). En ese sentido, en un estudio llevado a cabo por Carrillo et al. 2011, el factor salud fue seleccionado por consumidores españoles como el séptimo en importancia a la hora de seleccionar los alimentos. Sin embargo, otros investigadores consideran que la información nutricional juega un papel clave en lo que a la selección de un estilo de vida saludable se refiere (Wills et al., 2009; Grunert y Wills, 2007).

El conocimiento del comportamiento del consumidor es de gran ayuda no solo para los fabricantes de alimentos, sino también para las autoridades encargadas de la regulación de alimentos. Los conocimientos respecto a una alimentación saludable son normalmente adquiridos a través de la familia o por la propia experiencia (Kümpel y Brunso, 2009). La

llamada ciencia del consumidor permite obtener información sobre las actitudes de los consumidores con respecto a la dieta y una mayor comprensión de la relación existente entre los alimentos y la salud (Köster, 2009; Lähteenmäki et al., 2010). Esta ciencia está ganando importancia en los últimos años y constituye una potente herramienta para los investigadores y para la industria a la hora de diseñar nuevos alimentos saludables.

Como ya se ha comentado, hay resultados contradictorios en los estudios referentes a la influencia que tiene los distintos conocimientos sobre alimentos saludables en la elección que realizan los consumidores a la hora de disfrutar de sus alimentos. ¿Están los consumidores influenciados por su conocimiento acerca de alimentos saludables a la hora de calificar los atributos sensoriales de los bizcochos? En este trabajo se pretende conocer si los consumidores con mayor conocimiento acerca de alimentación y salud puntúan mejor los atributos sensoriales de los bizcochos, que aquellos consumidores con menos conocimientos.

## 2. OBJETIVO

En base a lo expuesto en la introducción, en el presente Trabajo Final de Grado se plantea como objetivo principal evaluar el efecto de la sustitución de un 30% de grasa en bizcochos, sobre su textura tanto a nivel instrumental como sensorial. Para ello, la grasa se sustituye por cinco tipos distintos de fibra (maltodextrina, trigo, manzana, grosella negra y una mezcla de patata y *Plantago ovata*) en cantidades suficientes para poder catalogar a dichos productos como fuente de fibra, de forma que se logre conseguir una reformulación de estos productos con un contenido reducido en grasa y a su vez con un valor nutricional añadido al contener fibra dietética. También se pretende evaluar si el conocimiento de los consumidores acerca de alimentos saludables influye en las calificaciones que dan a los atributos sensoriales de los bizcochos. Para la consecución de este objetivo, se plantearon los siguientes objetivos parciales:

1. Evaluar la textura instrumental en bizcochos con sustitución de grasa por fibra.
2. Evaluar sensorialmente, mediante la prueba check-all-that-apply (CATA) y una escala hedónica, las diferentes formulaciones de bizcochos por un panel de catadores no entrenados.
3. Correlacionar los conocimientos generales de nutrición de los catadores, obtenidos mediante la realización de un test nutricional, con los resultados del análisis sensorial de las muestras, obtenidos a través de la escala hedónica y de la prueba CATA.

Para alcanzar los objetivos expuestos en el apartado anterior, se programa el siguiente plan de trabajo:

- Búsqueda y estudio bibliográfico, de manera sistemática, durante la realización del Trabajo Final de Grado. Estudio de la normativa y protocolos a seguir en la parte experimental.
- Diseño de experimentos.
- Obtención y selección de las formulaciones adecuadas.
- Elaboración de los bizcochos con los diferentes tipos de fibra.
- Determinación de la textura instrumental de los bizcochos obtenidos
- Evaluación sensorial, mediante la prueba (CATA) y una escala hedónica, de las diferentes formulaciones de bizcochos por un panel de catadores no entrenados. Realización del test sobre alimentación y salud por parte de los mismos catadores.
- Análisis de resultados.
- Redacción del documento de Trabajo Fin de Grado.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1 Materias primas.

Para la preparación de los bizcochos se utilizaron los siguientes ingredientes: harina de trigo (Harinas Segura S.L, Torrente, Valencia, España, composición proporcionada por el proveedor: 13,50-15,50% humedad, 9-11% proteínas); azúcar blanco (AB Azucarera Ibérica S.L.U., Madrid, España); yema y clara de huevo, ambas líquidas pasteurizadas (Ovocity, Llombay, Valencia, España); leche en polvo desnatada (Corporación Alimentaria Peñasanta, S.A., Siero, Asturias, España); aceite refinado de girasol (Aceites del Sur-Coosur, S.A., Vilches, Jaén, España); bicarbonato sódico E-500ii y ácido cítrico E-300 (Sodas y Gaseosas A. Martínez, S.L., Cheste, Valencia, España); sal; agua destilada. Las fibras utilizadas para sustituir la grasa fueron: Maltodextrina (90% de fibra dietética); fibra de trigo (97 % de fibra dietética); fibra de patata (65% de fibra dietética); fibra de *Plantago ovata* (80% de fibra dietética); fibra de manzana (55% de fibra dietética) y fibra de grosella negra (62,94% de fibra dietética).

#### 3.2 Elaboración de las masas y bizcochos.

Se elaboraron cinco formulaciones, que se presentan en la Tabla 1, en las que el 30% de aceite de girasol que contiene normalmente un bizcocho control (46 g de aceite/ 100 g de harina) se reemplazó por diferentes cantidades de las siguientes fibras: Maltodextrina (FB); fibra de trigo (TL); mezcla de fibra de patata y *Plantago ovata* (PP); fibra de manzana (MN) y fibra de grosella negra (GN), de manera que todas las formulaciones tuvieran un 3% de fibra. Para conseguir la dispersión correcta de la fibra, se incorporaron diferentes cantidades de agua destilada en la elaboración de las masas, teniendo en cuenta el porcentaje de fibra soluble e insoluble presente en cada una de las fibras. La cantidad de fibra a añadir en cada bizcocho se decidió en base a pruebas experimentales previas realizadas en el laboratorio.

**TABLA 1. Composición de las formulaciones estudiadas.**

	<b>FB</b>	<b>TL</b>	<b>PP</b>	<b>MN</b>	<b>GN</b>
<b>Harina</b>	100	100	100	100	100
<b>Azúcar</b>	100	100	100	100	100
<b>Yema</b>	27	27	27	27	27
<b>Clara</b>	54	54	54	54	54
<b>Leche desnatada</b>	50	50	50	50	50
<b>Aceite</b>	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2
<b>Fibra</b>	13,5	13	19,5	23	20
<b>Bicarbonato</b>	4	4	4	4	4
<b>Ácido Cítrico</b>	3	3	3	3	3
<b>Sal</b>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
<b>Agua</b>	13,5	26	32	23	20

Fórmulas en % respecto a la harina.

**FB: Formulación elaborada con fibra maltodextrina. TL: Formulación elaborada con fibra de trigo. PP: Formulación elaborada con fibra de patata y *Plantago ovata*. MN: Formulación elaborada con fibra de manzana. GN: Formulación elaborada con fibra de grosella negra.**

Las diferentes masas de los bizcochos se prepararon según el procedimiento “mezclado todo en uno” de Rodríguez-García et al., con algunas modificaciones. En primer lugar se introdujeron todos los ingredientes líquidos de la receta (yema, clara, leche y agua) en la

amasadora Kenwood Major Classic (Havant, Inglaterra, UK). A continuación, se adicionaron los ingredientes sólidos (harina, fibra, azúcar, bicarbonato, ácido cítrico y sal) en el mismo recipiente. Por último se añadió el aceite de girasol. Para obtener las masas homogéneas, se realizó el mezclado de todos los ingredientes durante 30 segundos a velocidad 1 (202 rpm), seguido de 1 minuto a velocidad 2 (260 rpm) y por último 3 minutos a velocidad 3 (320 rpm).

Para la obtención de los bizcochos, las diferentes masas se vertieron en moldes de Pyrex® de 20 cm de diámetro y se introdujeron en un horno convencional (Electrolux, modelo EOC3430DOX, Estocolmo, Suecia), precalentado a 180 °C durante 45 minutos. El horneado se llevó a cabo a 180 °C durante 45/47 minutos. Tras sacar los bizcochos del horno, se dejaron atemperar durante al menos 1 hora 30 minutos antes de proceder a su análisis. Todas las masas y bizcochos se prepararon por triplicado y los análisis se realizaron dentro de las 24 horas siguientes a su elaboración.

### **3.3 Textura de los bizcochos.**

Las propiedades texturales se evaluaron mediante un analizador de textura TA-TXTplus (Stable Microsystem, Ltd., Godalming, England, UK) usando el programa TextureExponent Lite 32 (versión 6.1.4.0, Stable Microsystems).

Se realizó un análisis de perfil de textura (TPA) en cubos de la zona central del bizcocho (1.5 x 1.5 x 1.5 cm), tras eliminar la corteza. La velocidad del test fue de 1mm/s, con una compresión del 20% de la altura original del cubo y el tiempo de reposo entre los dos ciclos de compresión fue de 5 s. La compresión se realizó con una sonda cilíndrica de aluminio de 35 mm de diámetro. Tras los dos ciclos de compresión se determinaron los parámetros: dureza, elasticidad, cohesividad, gomosidad, masticabilidad y resiliencia. Cada medida se realizó por cuadruplicado.

### **3.4 Análisis sensorial.**

#### **3.4.1 Catadores.**

En total, el número de participantes no entrenados que realizaron el análisis sensorial de los bizcochos y el cuestionario de nutrición fue de 111, con edades comprendidas entre 19 y 63 años y con niveles de estudios comprendidos entre primarios y universitarios, de forma que se consiguió una muestra significativa de población, al abarcar un amplio rango de participantes en ambos aspectos.

#### **3.4.2 Cuestionario sobre conocimientos de nutrición.**

Todos los participantes completaron un test sobre cuestiones de nutrición. Dicho test está basado en el "Nutrition Knowledge Questionnaire" (NKQ) diseñado por Parmenter and Wardle (1999), siendo una herramienta útil para conocer los conocimientos sobre nutrición y dietética de los participantes. Las preguntas presentes en el test fueron seleccionadas a partir de los cuestionarios realizados por Carrillo et al. (2012) y Parmenter et al. (1999). La selección de las preguntas se basó en uno de los objetivos de este Trabajo Final de Grado, obtener información sobre los conocimientos que tienen los catadores sobre los componentes de los alimentos tales como proteínas, grasa, fibra etc. y sus beneficios en la salud. Esta selección de preguntas también se realizó para reducir el tiempo necesario para completar el test.

En total, el test consta de 20 preguntas de tipo "seleccione solo una respuesta" o "marque una casilla por alimento", estando presente en todas las preguntas la opción "no lo sé" (Anexo 1).

### **3.4.3 Cuestionario CATA (*Check All That Apply*).**

La realización del test nutricional junto con el análisis sensorial de las muestras se llevó a cabo en una sala de catas donde cada catador recibió el test de nutrición junto con las hojas para el análisis sensorial dispuestas en orden aleatorio, estando cada una de ellas codificadas con un número al azar de tres cifras, correspondiente a cada tipo de muestra. Previa realización del test de nutrición, a cada catador se le entregó, según la codificación que podía observar en la hoja de análisis sensorial, la muestra que solicitaba, una por cada formulación estudiada (FB, TL, PP, MN, GN) servidas en bolsas de plástico termoselladas a temperatura ambiente. Se suministró agua a los consumidores y se les informó de que ingirieran una pequeña cantidad entre cada una de las diferentes muestras.

Cada hoja está dividida en dos partes: en primer lugar una prueba de preferencia-aceptación para la valoración mediante una escala hedónica de los atributos: textura, sabor y aceptación global. La escala utilizada fue de 9 puntos (9= muy consistente/me gusta mucho; 5= ni mucho ni poco/ni me gusta ni me disgusta; 1= poco consistente/me disgusta mucho). En segundo lugar, los catadores realizaron el cuestionario CATA en donde debían seleccionar de una serie de 20 atributos, aquellos que considerasen que estaban presentes en cada una de las muestras que se les entregaba (Anexo 2).

### **3.5 Procesado de datos.**

El análisis estadístico de los resultados obtenidos se realizó mediante el análisis de la varianza (ANOVA). Se calcularon las diferencias mínimas significativas (LSD) con un nivel de significación  $P < 0.05$ . Para ello se empleó el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI.II (StatPoint Technologies, Inc., Warrenton, VA, Estados Unidos). Se realizó también un “*Penalty Analysis*” (PA) y un “*Correspondence Analysis*” (CA) de los resultados del cuestionario CATA en función de la frecuencia de selección de los atributos sensoriales. De esta forma se obtiene una representación que tiene en cuenta toda la información conjunta, vinculándola al gráfico de posicionamiento, además de obtener información sobre que atributos tienen una mayor influencia en las distintas formulaciones. El análisis se realizó utilizando el software estadístico XLSTAT (versión 2.5.2010, Addinsoft®, Barcelona, España).

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Textura de los bizcochos.**

Los parámetros obtenidos a partir de las curvas del análisis del perfil de textura (TPA) de las diferentes formulaciones de bizcocho estudiadas, se presentan a continuación en la Tabla 2.

**TABLA 2. Valores medios de las propiedades texturales de los bizcochos, en función de su formulación.**

Formulación	Dureza (N)	Elasticidad	Cohesividad	Gomosidad (N)	Masticabilidad (N)	Resiliencia
<b>FB</b>	1,69 <sup>a</sup> (0,38)	0,89 <sup>a</sup> (0,02)	0,66 <sup>a</sup> (0,03)	1,12 <sup>a</sup> (0,26)	0,99 <sup>a</sup> (0,23)	0,31 <sup>a</sup> (0,03)
<b>TL</b>	2,51 <sup>b</sup> (0,26)	0,88 <sup>a</sup> (0,02)	0,70 <sup>b</sup> (0,01)	1,75 <sup>b</sup> (0,17)	1,55 <sup>b</sup> (0,16)	0,33 <sup>b</sup> (0,01)
<b>PP</b>	2,20 <sup>c</sup> (0,25)	0,92 <sup>b</sup> (0,01)	0,74 <sup>c</sup> (0,03)	1,64 <sup>bc</sup> (0,19)	1,50 <sup>b</sup> (0,17)	0,37 <sup>c</sup> (0,02)
<b>MN</b>	2,10 <sup>c</sup> (0,20)	0,93 <sup>b</sup> (0,03)	0,69 <sup>b</sup> (0,02)	1,45 <sup>cd</sup> (0,13)	0,49 <sup>c</sup> (1,35)	0,35 <sup>b</sup> (0,01)
<b>GN</b>	2,33 <sup>bc</sup> (0,47)	0,86 <sup>c</sup> (0,02)	0,59 <sup>d</sup> (0,06)	1,37 <sup>d</sup> (0,32)	1,18 <sup>a</sup> (0,28)	0,29 <sup>d</sup> (0,05)

Los valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar. <sup>a,b,c,d</sup> las medias con letras diferentes en la misma columna corresponden a las medias que difieren significativamente ( $P < 0.05$ ). **FB:** Formulación elaborada con fibra maltodextrina. **TL:** Formulación elaborada con fibra de trigo. **PP:** Formulación elaborada con fibra de patata y Plantago ovata. **MN:** Formulación elaborada con fibra de manzana. **GN:** Formulación elaborada con fibra de grosella negra.

En el primero de los parámetros, la dureza, la cual se define como la fuerza máxima que tiene lugar en el primer ciclo de deformación, podemos observar cómo existe un aumento significativo ( $P < 0.05$ ) del valor de la misma en las formulaciones TL, PP, MN y GN si las comparamos con la formulación FB, siendo las formulaciones TL y GN las de mayor dureza y la FB la de menor. Estos resultados coinciden con los estudios de otros autores, como Zambrano et al. (2004), que obtuvieron valores de dureza significativamente mayores en bizcochos con un 50% menos de grasa y elaborados con goma xantana. Houryieh et al. (2005) también encontraron valores de dureza significativamente mayores en magdalenas elaboradas con goma xantana y maltodextrina como sustitutos de la grasa, al compararlos con el control.

Los valores de elasticidad, que representa la altura que recupera el alimento durante el tiempo que transcurre entre el primer y segundo ciclo de compresión y mide la ruptura que ha sufrido la estructura original por la compresión inicial, nos indican que existe una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre todas las formulaciones excepto entre las formulaciones FB-TL y PP-MN, siendo las formulaciones PP y MN las de mayor elasticidad y la formulación GN la de menor.

En lo que hace referencia a la cohesividad, que representa la capacidad de un material para soportar una segunda deformación tras el segundo ciclo de prensado del TPA, prácticamente todas las formulaciones poseen valores significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) unas de otras, salvo entre las formulaciones TL y MN. La formulación PP posee el valor más alto de cohesividad, mientras que la formulación GN posee el menor valor.

Los valores del parámetro gomosidad, que expresa la energía que se necesita para descomponer un alimento semisólido al ser tragado, muestran que TL y PP presentan los valores significativamente más elevados ( $P < 0.05$ ) y FB los significativamente más bajos ( $P < 0.05$ ).

Con respecto a la masticabilidad, existen diferencias significativas entre los valores de las distintas formulaciones excepto entre FB y GN, y TL y PP. La formulación MN obtuvo el

menor valor de masticabilidad, siendo un valor significativamente menor ( $P < 0.05$ ) al del resto de las formulaciones. Por el contrario, el mayor valor de masticabilidad corresponde a las formulaciones TL y PP, al igual que ocurre con el parámetro de gomosidad.

Por último, en lo que a la resiliencia se refiere, la cual expresa la capacidad de un material para recuperar su forma original, ocurre prácticamente lo mismo que con el parámetro cohesividad, ya que los valores de las distintas formulaciones son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) unos de otros, con excepción de los valores de las formulaciones TL-MN. Además, es la formulación GN la que tiene el menor valor ( $P < 0.05$ ) mientras que la formulación PP es la de mayor valor ( $P < 0.05$ ).

## 4.2 Análisis sensorial.

### 4.2.1 Cuestionario sobre conocimientos de nutrición.

Las características demográficas del total de los participantes en el cuestionario de nutrición se muestran a continuación en la Tabla 3.

**TABLA 3. Características demográficas de los catadores.**

Participantes	Porcentaje de catadores (n=111) (%).
<b>Género</b>	
Hombre	53,15
Mujer	46,85
<b>Edad</b>	
18-29	62,16
30-45	20,72
>45	17,12
<b>Estudios</b>	
Primarios	4,5
Secundarios	15,32
Universitarios	80,18

Como se puede observar, se consiguió una muestra de catadores muy equilibrada entre hombres y mujeres. Con respecto a la edad, se dividió a los participantes en tres intervalos de edades distintos para poder abarcar de la forma más equilibrada posible al conjunto de los mismos. Si bien es cierto que la mayoría de los participantes pertenece al primer intervalo de edad, no era un objetivo inicial del presente Trabajo Final de Grado buscar las posibles diferencias entre los catadores en este aspecto. A pesar de ello, se consiguió que el resto de los intervalos de edad tuvieran cierta representación, pudiendo obtener así una muestra más heterogénea. En lo que al nivel de estudios se refiere, se hace evidente una mayor participación de catadores con nivel de estudios universitarios si lo comparamos con el resto. En este sentido cabe destacar que la mayoría de los catadores se consiguieron en un entorno universitario, motivo por el cual predomina este nivel de estudio sobre el resto.

El conocimiento nutricional de los participantes, en términos del porcentaje de respuestas correctas, se muestra en la Tabla 4.

**TABLA 4. Porcentaje de aprobados del cuestionario de nutrición.**

<b>Participantes</b>	<b>Porcentaje de aprobados (n=111) (%)</b>	<b>P-Value</b>
<b>Total de catadores</b>	69,37	
<b>Género</b>		0,1238
Hombre	64,4	
Mujer	75	
<b>Edad</b>		0,0259
18-29	63,77	
30-45	82,61	
>45	73,68	
<b>Estudios</b>		0,068
Primarios	20	
Secundarios	64,7	
Universitarios	73,03	

Los resultados indicaron que en el género no se presentan diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) con respecto al conocimiento nutricional de los participantes, con una confianza del 95%. Sin embargo, la diferencia entre los resultados podría indicarnos que las mujeres podrían tener un nivel un poco mayor de conocimiento nutricional con respecto a los hombres. Estudios previos han indicado que las mujeres tienen un mejor conocimiento nutricional que los hombres (Misra 2007; Gracia et al., 2007).

En referencia a la edad, podemos observar como los participantes situados en el intervalo de edades comprendido entre los 30 y 45 años, son los que mayor porcentaje de aprobados tienen, seguido por el intervalo de mayores de 45 años. Dichoutis y Lazaridis (2005) sugirieron una relación positiva entre el conocimiento nutricional y la edad ya que las personas mayores de 40 años tienen dietas más restringidas como consecuencia de la aparición de problemas en la salud. En este sentido, se encontraron diferencias significativas entre los intervalos de edad 18-29 y 30-45, con una confianza del 95%.

En cuanto a nivel de estudios, los participantes con estudios universitarios mostraron un mayor porcentaje de aciertos que los participantes con niveles secundarios o primarios. De-Vriendt et al.(2009) estudiaron los factores determinantes para el conocimiento nutricional en mujeres belgas y Dichoutis y Lazaridis (2005) estudiaron el conocimiento nutricional y el uso de etiquetas de los alimentos entre los consumidores de Atenas, encontrando una relación directa entre el nivel educativo y el conocimiento nutricional, lo que sugiere que la población con mayor nivel educativo podría ser más consciente y seleccionar los alimentos más saludables que aquellos con poca educación. Estos estudios concuerdan con el presente Trabajo Final de Gado, en el que los participantes con un nivel de estudios primarios obtuvieron el menor porcentaje de aprobados, existiendo además diferencias significativas entre los participantes con nivel de estudios primarios y los participantes con nivel de estudios universitarios ( $P < 0.05$ ) mientras que no se encontraron diferencias significativas entre el resto de los niveles de estudio ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2 .2 Cuestionario CATA (*Check All That Apply*).

Aunque las técnicas tradicionales de caracterización de alimentos, tales como el análisis descriptivo cuantitativo, proporcionan información precisa y fiable, los métodos de la caracterización sensorial de los alimentos por los consumidores son opciones interesantes a la hora de estudiar la percepción sensorial de los consumidores (Varela et al., 2012). El cuestionario CATA constituye un enfoque sencillo y válido que se utiliza para captar la información sensorial del consumidor para productos alimenticios. En este Trabajo Final de Grado se aplica dicho cuestionario con el fin de conocer como la adición de distintos tipos de fibra en bizcochos influye sensorialmente en los consumidores. Este método tiene la ventaja de reunir información sobre los atributos percibidos en el producto sin requerir de escala, lo que permite una descripción un poco menos artificial de las principales propiedades sensoriales del alimento probado.

La Tabla 5 muestra la frecuencia en la que cada atributo ha sido seleccionado para describir a las distintas formulaciones de bizcochos.

**TABLA 5. Frecuencia de selección de los atributos CATA (n=111) para las distintas formulaciones de bizcochos.**

Atributos	Formulaciones					Q de Cochran
	FB	TL	PP	MN	GN	
Alto en calorías	22	13	10	6	5	0
Aspecto esponjoso	85	71	71	75	70	0,091
Blando	68	38	37	46	38	<0,0001
Compacto	26	54	52	30	20	<0,0001
Desayuno/merienda	81	70	56	53	33	<0,0001
Difícil de masticar	1	9	9	4	3	0,032
Duro	0	7	9	1	2	0,001
Esponjoso al masticar	67	59	50	46	43	0,002
Fácil de masticar	80	53	61	53	55	0
Insípido	7	18	26	15	12	0,003
Nutritivo	29	14	20	29	24	0,007
Pastoso al masticar	22	20	26	32	20	0,183
Sabor a fibra	8	7	16	52	32	<0,0001
Sabor a frutas	9	6	6	29	65	<0,0001
Sabor extraño	3	2	1	14	39	<0,0001
Sabor dulce	72	64	54	57	51	0,011
Saludable	23	24	20	31	23	0,334
Seco al masticar	5	22	21	23	13	0
Textura arenosa	4	3	16	10	15	0,001
Textura extraña	1	2	6	10	11	0,004

FB: Formulación elaborada con fibra maltodextrina. TL: Formulación elaborada con fibra de trigo. PP: Formulación elaborada con fibra de patata y Plantago ovata. MN: Formulación elaborada con fibra de manzana. GN: Formulación elaborada con fibra de grosella negra.

Para conocer la presencia de diferencias significativas con respecto a los atributos entre las distintas formulaciones, se realizó la prueba Q de Cochran. En la gran mayoría de los atributos se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre unas formulaciones y otras, a excepción de los atributos “Pastoso al masticar” y “Saludable”.

En lo referente a los atributos relacionados con la textura, todas las formulaciones fueron principalmente descritas por los atributos “Aspecto esponjoso”, “Esponjoso al masticar” y “Fácil de masticar”. Atributos como “Compacto” o “Pastoso al masticar” también

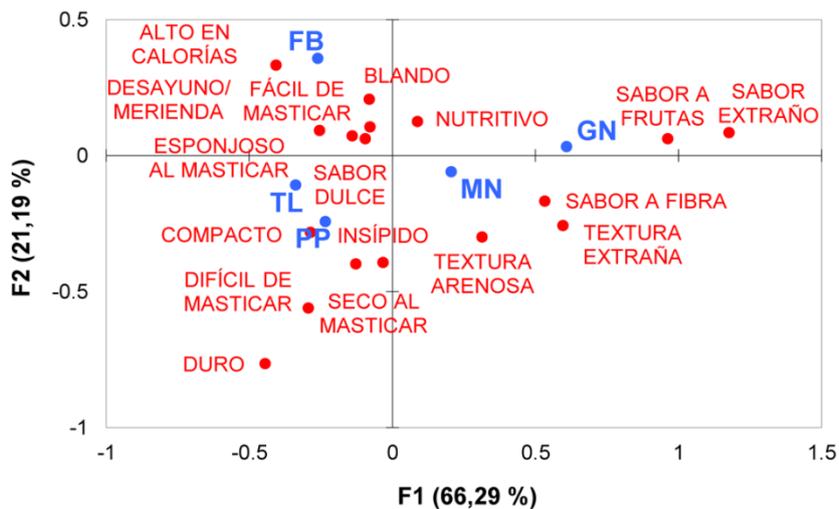
fueron relacionados en el conjunto de las formulaciones pero en menor medida que los atributos citados anteriormente. Cabe destacar que el atributo “Difícil de masticar”, a pesar de ser escasamente relacionado con las diferentes formulaciones, es en las formulaciones TL y PP donde más se ha relacionado, coincidiendo estos resultados con los datos obtenidos en las propiedades texturales de los bizcochos, donde la formulación TL mostró el mayor valor de dureza junto con GN y las formulaciones TL y PP fueron las que obtuvieron valores significativamente más altos ( $P < 0.05$ ) en los parámetros gomosidad y masticabilidad. Lo mismo ocurre con el atributo “Duro”, el cual fue relacionado con las formulaciones TL y PP, existiendo una notable diferencia con el resto de las formulaciones en las cuales dicho atributo era escasamente relacionado, o incluso nulo. Atributos relacionados de forma negativa a la textura como son “Textura extraña” o “Textura arenosa” fueron escasamente relacionados con las formulaciones, siendo las formulaciones FB y TL las menos relacionadas a estos atributos.

Con respecto a los términos relacionados con el gusto, el atributo “Sabor dulce” fue el más relacionado en todas las formulaciones y en especial en la formulación FB, siendo también uno de los más utilizados en el cómputo global. Estos resultados concuerdan con los obtenidos a través de la escala hedónica (Tablas 6 y 7), donde la formulación FB, junto con TL, obtuvo la mejor valoración en lo que al sabor hace referencia, mientras que la formulación GN obtuvo el menor valor, siendo también la formulación menos relacionada con el atributo “Sabor dulce”. En este aspecto cabe destacar que la formulación GN fue la más relacionada con el atributo “Sabor a frutas”, existiendo una gran diferencia con el resto de formulaciones, siendo quizá unos de los motivos por el cual esta formulación fue la menor valorada en lo que a aceptación global se refiere. Continuando con el atributo “Sabor a frutas”, es de destacar que la gran mayoría de catadores ha relacionado correctamente este atributo con las formulaciones en las que, en efecto, se utilizaron fibras procedentes de frutas, véase la formulación GN con fibra de grosella negra y la formulación MN con fibra de manzana. En lo referente al atributo “Sabor a fibra”, las formulaciones FB, TL y PP fueron escasamente relacionadas con este atributo en comparación con las formulaciones GN y en especial la MN. Esto puede ser debido a que el sabor a frutas, muy presente en estas dos formulaciones, se relaciona a su vez con un sabor a fibra, a pesar de que todas las formulaciones son ricas en fibra. En lo referente a atributos negativos relacionados con el gusto, como es el caso de “Sabor extraño”, destacar que la mayoría de las formulaciones fueron escasamente relacionadas con este atributo a excepción de la formulación GN, cuyo valor es bastante elevado en comparación al resto. Nuevamente este resultado se relaciona tanto con los resultados de aceptación global como de sabor, obtenidos a partir de la escala hedónica. Se hace evidente pues que la formulación GN no fue en su mayoría del agrado de los catadores, posiblemente debido a un excesivo sabor a frutas. Por último, el atributo “Insípido”, concordando con los resultados obtenidos acerca de los atributos respecto al sabor, fue principalmente relacionado con la formulación PP y poco relacionado con las formulaciones que obtuvieron tanto la mayor como menor puntuación en el atributo sabor en la escala hedónica (Tablas 6 y 7), como es el caso de las formulaciones FB y GN.

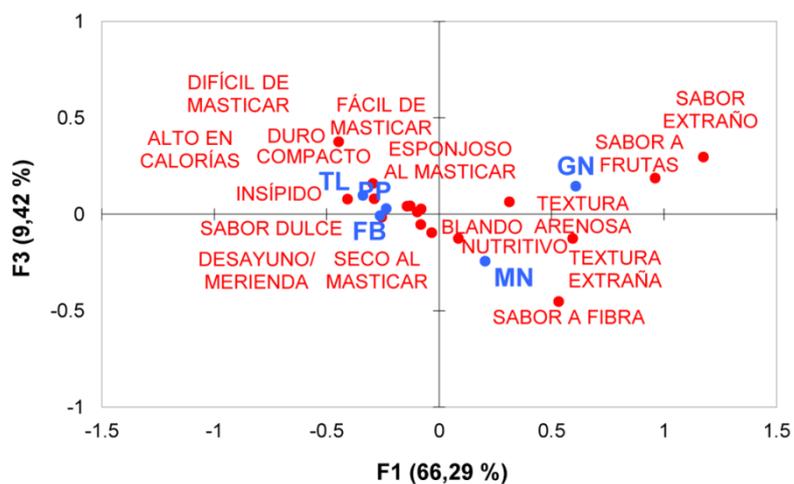
Todas las formulaciones fueron valoradas en mayor o menor medida con los atributos “Nutritivo” y “Saludable”, en especial la formulación MN que obtuvo la valoración más alta en estos atributos. En este sentido cabe destacar que dicha formulación es precisamente la mayor valorada con el atributo “Sabor a fibra”, pudiendo así sugerir este sabor en los catadores una relación entre la fibra y lo saludable. Por el contrario, el atributo “Alto en calorías”, fue escasamente relacionado con las formulaciones, si bien es cierto que la formulación FB obtuvo el mayor valor en este atributo. Por último destacar que el atributo de uso “Lo tomaría en el desayuno/merienda” fue altamente relacionado con la mayoría de las formulaciones a excepción de la formulación GN.

El "Correspondence Analysis" (CA) es una técnica estadística cuya finalidad es poner de manifiesto gráficamente las relaciones existentes entre las diversas modalidades de dos o más variables a partir de la información proporcionada por sus tablas de frecuencias (Salvador Figueras, 2003). En el presente Trabajo de Fin de Grado, el "Correspondence Analysis" (CA) de la frecuencia de selección de los términos sensoriales en la prueba CATA se realizó para obtener un mapa sensorial de las distintas formulaciones, que ayudó a visualizar las similitudes y diferencias entre ellas. Los resultados del "Correspondence Analysis" se muestran a continuación en la Figura 1.

**Análisis de correspondencia  
(ejes F1 y F2: 87,49 %)**



**Análisis de correspondencia  
(ejes F1 y F3: 75,71 %)**



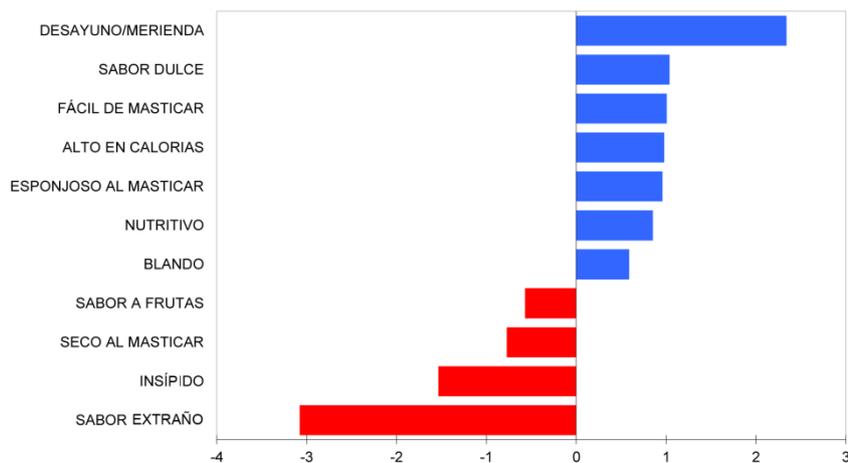
**FIGURA 1 (a, b).** Representación de las formulaciones de bizcochos ricos en fibra y con un 30% menos de grasa y los atributos en la primera, segunda y tercera dimensión del "Correspondence Analysis".

Las primeras dos dimensiones del “*Correspondence Analysis*” explicaron el 87,49% de la variabilidad de los datos experimentales, que sumadas a la tercera dimensión explican un total del 96.9% de la variabilidad. Como se puede observar, las formulaciones TL y PP aparecieron en los valores negativos tanto de la primera como la segunda dimensión así como en los positivos de la tercera, y fueron descritas con los atributos “Insípido”, “Compacto” y “Difícil de masticar” situándose también muy próximas a atributos como “Duro” , “Esponjoso al masticar” y “Seco al masticar”. Podemos observar también como a su vez se sitúan muy alejadas de atributos como “Sabor a fruta”, “Sabor extraño”, “Textura extraña” y “Sabor a fibra”.

La formulación FB se sitúa en los valores negativos de la primera y tercera dimensión y en los positivos de la segunda, y fue descrita con los atributos “Blando”, “Alto en calorías”, “Desayuno/merienda”, “Fácil de masticar” y “Esponjo al masticar”. Al igual que ocurre con las formulaciones TL y PP, se sitúa muy alejada de atributos como “Sabor a fruta”, “Sabor extraño”, “Textura extraña” y “Sabor a fibra”.

Por último, las formulaciones GN y MN se sitúan ambas en los valores positivos de la primera dimensión, mientras que la formulación GN también se sitúa en los valores positivos de la segunda y tercera y la MN se sitúa en los negativos. Son descritas con los atributos “Sabor a fruta”, Sabor a fibra”, “Textura extraña” y “Textura arenosa”, siendo también las formulaciones más próximas al atributo “Sabor extraño”. Se puede observar también como la muestra MN se sitúa próxima al atributo “Nutritivo”.

El *Penalty Analysis* (PA) es una herramienta utilizada por los investigadores de mercado y desarrolladores de productos para obtener una comprensión de los atributos que tienen en el producto una mayor influencia, tanto positiva como negativa, así como el interés de compra o cualquier otra medida relacionada con un producto (Plähn, 2008) o para identificar las posibles direcciones a tomar para la mejora de los productos. En el presente Trabajo Final de Grado, los atributos cuya frecuencia de selección fue de un 10% o más se consideraron significativos y se tuvieron en cuenta para el análisis. Los resultados del “*Penalty Analysis*” se muestran a continuación en la Figura 2.



**FIGURA 2. *Penalty Analysis*. Atributos con una mayor influencia sobre las muestras.**

Como se puede observar en la Figura 2, los atributos “Sabor Extraño”, “Insípido”, “Seco al masticar” y “Sabor a frutas” fueron aquellos que más condicionaron negativamente a las distintas formulaciones, mientras que los atributos “Blando”, “Nutritivo”, “Esponjoso al masticar”, “Alto en calorías”, “Fácil de masticar”, “Sabor dulce” y “Lo tomaría en el desayuno o merienda” fueron aquellos que más condicionaron positivamente a las distintas formulaciones de bizcochos. Llama la atención como el atributo “Alto en calorías” a pesar de que debería ser considerado como un atributo negativo, ha sido uno de los que más positivamente se ha relacionado a las muestras, y por el contrario atributos como “Sabor a frutas”, se ha relacionado negativamente.

#### 4.2.3 Prueba de preferencia-aceptación.

El gusto es un factor importante a tener en cuenta a la hora de diseñar o modificar alimentos. Para muchos productos, la medición del gusto se lleva a cabo principalmente a través de una única respuesta integrada en el agrado o aceptación global del producto (Sudre et al., 2012). Sin embargo la percepción de la textura y el sabor es muy relevante. La textura percibida en la boca depende en gran medida del comportamiento del alimento cuando se descompone y se transforma física y químicamente por la saliva y los órganos de la boca (lengua, paladar, dientes, etc.) durante la masticación (Bourne, 2004; Foster et al., 2011). Todas estas características y transformaciones tanto físicas como químicas se detectan continuamente en la boca durante el tiempo de consumo, dando lugar a diferentes evaluaciones hedónicas. El balance final entre todas las evaluaciones conduce a la sensación global del gusto.

En el presente Trabajo Final de Grado se realizó una prueba de preferencia-aceptación para la valoración de los atributos textura, sabor y aceptación global de las distintas formulaciones de bizcochos. Para poder obtener una relación más óptima y precisa entre los resultados de los catadores en el cuestionario de nutrición y sus respuestas en la escala hedónica, se dividió a los catadores en tres tercios de mayor a menor resultado en dicho cuestionario, y se procedió a analizar los resultados tanto del primer como el tercer tercio, de forma que se pudo hacer más visible la diferencia entre aquellos catadores con un mayor grado de conocimiento de nutrición y aquellos con un menor grado de conocimiento.

En la Tabla 6 se muestran los valores medios de textura, sabor y aceptación global de las distintas formulaciones, correspondientes a los catadores con un mayor grado de conocimiento nutricional.

**TABLA 6. Textura, sabor y aceptación global de los catadores con mayor conocimiento nutricional.**

Formulación	Textura	Sabor	Aceptación Global
FB	5,59 <sup>a</sup>	6,84 <sup>d</sup>	6,73 <sup>c</sup>
TL	6,78 <sup>b</sup>	6,38 <sup>cd</sup>	6,32 <sup>bc</sup>
PP	6,35 <sup>ab</sup>	5,46 <sup>b</sup>	5,51 <sup>b</sup>
MN	5,97 <sup>ab</sup>	5,62 <sup>bc</sup>	5,81 <sup>b</sup>
GN	5,62 <sup>a</sup>	3,89 <sup>a</sup>	4,08 <sup>a</sup>

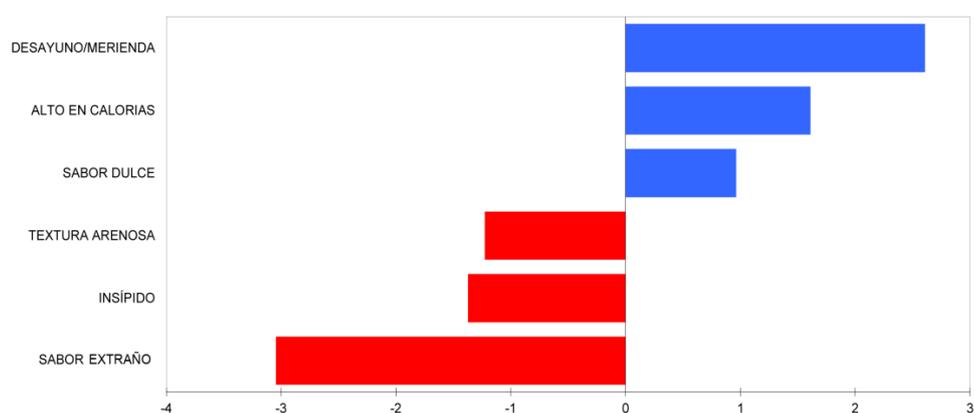
<sup>a,b,c,d</sup> las medias con letras diferentes en la misma columna corresponden a las medias que difieren significativamente (P<0.05).

FB: Formulación elaborada con fibra maltodextrina. TL: Formulación elaborada con fibra de trigo. PP: Formulación elaborada con fibra de patata y Plantago ovata. MN: Formulación elaborada con fibra de manzana. GN: Formulación elaborada con fibra de grosella negra.

Con estos resultados, en lo que a la textura se refiere, podemos observar como existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre las formulaciones FB y TL, y GN y TL, mientras que el resto de las formulaciones no difirieron significativamente ( $P > 0.05$ ).

En lo que respecta al sabor, cabe destacar el bajo valor atribuido a la formulación GN, siendo además significativamente diferente ( $P < 0.05$ ) al resto de las formulaciones. Este resultado coincide con los datos obtenidos en la Tabla 5, donde podemos observar que el atributo “Sabor extraño” ha sido muy relacionado con esta formulación y por el contrario ha sido la menor relacionada al atributo “Sabor dulce”, siendo este quizá uno de los motivos por el cual esta formulación ha obtenido el menor valor en lo que a aceptación global se refiere. Por el contrario, las formulaciones FB y TL obtuvieron los valores más elevados ( $P < 0.05$ ) tanto en sabor como en aceptación global.

Comparando estos resultados, podemos observar como el sabor influye en gran medida en la valoración global de los bizcochos. Esto coincide con los resultados obtenidos en el “Penalty Analysis” (Figura 3) donde los atributos “Sabor dulce” y “Sabor extraño” son algunos de los que más influyen en las formulaciones, mientras que la valoración de la textura presenta una menor influencia, si bien es cierto que el atributo “Textura arenosa” está también presente en la Figura 3.



**FIGURA 3. Penalty Analysis. Atributos con mayor influencia sobre las muestras en los consumidores con mayor conocimiento nutricional.**

Como se puede observar en la Figura 3, los atributos “Sabor extraño”, “Insípido” y “Textura arenosa” fueron aquellos que más condicionaron negativamente a las distintas formulaciones para los consumidores con un mayor grado de conocimiento nutricional, mientras que los atributos “Alto en calorías”, “Sabor dulce” y “Lo tomaría en el desayuno o merienda” fueron aquellos que más condicionaron positivamente a las distintas formulaciones de bizcochos. Llama la atención como el atributo “Alto en calorías”, a pesar de que debería ser considerado como un atributo negativo, ha sido uno de los que más positivamente se ha relacionado a las muestras, siendo todavía más llamativo el hecho de que estos resultados pertenezcan a los consumidores con mayor conocimiento nutricional. Los resultados del “Penalty Analysis” muestran de nuevo que el atributo “Sabor dulce” influye positivamente en la aceptación global, tal y como se había observado en las puntuaciones obtenidas en la prueba de preferencia-aceptación.

En la Tabla 7 se muestran los valores medios de textura, sabor y aceptación global de las distintas formulaciones, correspondientes a los catadores con un mayor grado de conocimiento nutricional.

**TABLA 7. Textura, sabor y aceptación global de los catadores con menor conocimiento nutricional.**

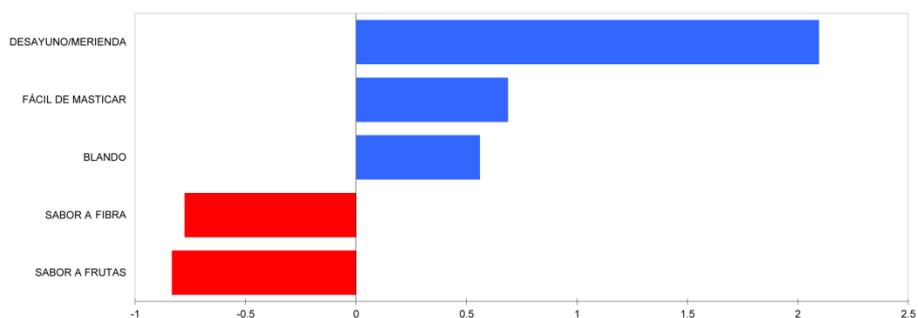
<b>Formulación</b>	<b>Textura</b>	<b>Sabor</b>	<b>Aceptación Global</b>
FB	6,03 <sup>ab</sup>	7,27 <sup>c</sup>	7,11 <sup>c</sup>
TL	6,78 <sup>b</sup>	6,46 <sup>bc</sup>	6,38 <sup>bc</sup>
PP	6,78 <sup>b</sup>	6,14 <sup>b</sup>	6,38 <sup>bc</sup>
MN	6,32 <sup>ab</sup>	5,86 <sup>b</sup>	5,89 <sup>b</sup>
GN	5,81 <sup>a</sup>	4,16 <sup>a</sup>	4,51 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> las medias con letras diferentes en la misma columna corresponden a las medias que difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).  
**FB:** Formulación elaborada con fibra maltodextrina. **TL:** Formulación elaborada con fibra de trigo. **PP:** Formulación elaborada con fibra de patata y Plantago ovata. **MN:** Formulación elaborada con fibra de manzana. **GN:** Formulación elaborada con fibra de grosella negra.

Con estos resultados, en lo que a la textura se refiere, podemos observar como las formulaciones TL y PP fueron las que obtuvieron mayores valores y no difirieron significativamente ( $P > 0.05$ ) de FB y MN mientras que la formulación GN obtuvo significativamente ( $P < 0.05$ ) una menor valoración. Este resultado coincide con los datos obtenidos en el cuestionario CATA (Tabla 5), donde podemos observar como la formulación GN es la más relacionada con el atributo “Textura extraña”.

En lo que respecta al sabor, cabe destacar de nuevo el bajo valor atribuido a la formulación GN, siendo además significativamente diferente ( $P < 0.05$ ) al resto de las formulaciones. Este resultado coincide con los datos obtenidos en la Tabla 5, donde podemos observar que el atributo “Sabor extraño” ha sido muy relacionado con esta formulación y por el contrario ha sido la menor relacionada al atributo “Sabor dulce”, siendo este quizá uno de los motivos por el cual esta formulación ha obtenido el menor valor en lo que a aceptación global se refiere. Por el contrario, las formulaciones FB y TL obtuvieron los valores más elevados en sabor ( $P < 0.05$ ), al igual que en aceptación global junto con la formulación PP.

Al igual que en el caso de los catadores con un mayor grado de conocimiento nutricional, comparando los resultados de textura y sabor con los pertenecientes a la aceptación global, podemos observar como nuevamente el sabor influye en gran medida en la valoración global de los bizcochos. Esto también se observa en la Figura 4, correspondiente al “Penalty Analysis” donde los atributos “Sabor a frutas” y “Sabor a fibra” influyen negativamente sobre las formulaciones.



**FIGURA 4. Penalty Analysis. Atributos con mayor influencia sobre las muestras en los consumidores con menor conocimiento nutricional.**

Como se puede observar en la Figura 4, los atributos “Sabor a fibra” y “Sabor a frutas” fueron aquellos que más condicionaron negativamente a las distintas formulaciones para los consumidores con un menor grado de conocimiento nutricional, mientras que los atributos “Fácil de masticar”, “Blando” y “Lo tomaría en el desayuno o merienda” fueron aquellos que más condicionaron positivamente a las distintas formulaciones de bizcochos. Llama la atención como los dos atributos que condicionan negativamente a las formulaciones, son aquellos que más se podrían relacionar en principio a la adición de fibra en los bizcochos, pudiendo existir así una relación entre el desconocimiento de los beneficios que otorga la fibra (dado que son los consumidores con un menor grado de conocimiento nutricional) con la valoración negativa de las formulaciones mediante estos atributos.

Comparando tanto los resultados de la escala hedónica como los correspondientes al “Penalty Analysis” de los consumidores con mayor y menor grado de conocimiento nutricional, podemos observar como en lo referente a los valores de la escala hedónica, no se aprecian grandes diferencias entre unos y otros, dado que para ambos grupos las formulaciones FB y TL han sido las mejor valoradas en sabor y aceptación global, junto con la formulación PP que también fue la mejor valorada en aceptación global en los catadores con menor grado de conocimiento nutricional, mientras que la formulación GN ha sido la peor valorada en sabor y aceptación global en ambos grupos. Las valoraciones de la textura también han sido semejantes entre ambos grupos, existiendo escasas diferencias significativas entre unas formulaciones y otras. Podría destacarse también, que aunque la tendencia en la puntuación de atributos para ambos grupos es semejante, los consumidores con más conocimiento sobre nutrición puntúan en general más bajo, por lo que serían más exigentes con las características del producto. Además, sí que podemos observar diferencias entre ambos grupos en lo que a los “Penalty Analysis” se refiere, ya que mientras que para los consumidores con mayor conocimiento nutricional los atributos que más influyen positivamente a las formulaciones son “Alto en calorías”, “Sabor dulce” y “Lo tomaría en el desayuno o merienda”, para los consumidores con menor conocimiento nutricional son “Fácil de masticar”, “Blando” y “Lo tomaría en el desayuno o merienda”, siendo pues el atributo “Lo tomaría en el desayuno o merienda” el único que coincide en ambos grupos. Como se ha mencionado anteriormente, llama la atención que hayan sido los consumidores con mayor grado de conocimiento nutricional los que hayan valorado positivamente las muestras con el atributo “Alto en calorías” en vez de los consumidores con un menor conocimiento. Lo mismo ocurre con respecto a los atributos que más influyen negativamente en las formulaciones, ya que no coinciden en los dos grupos: mientras que los atributos de los consumidores con mayor conocimiento nutricional son “Sabor extraño”, “Insípido” y “Textura arenosa”, los de los consumidores con menor conocimiento nutricional son “Sabor a fibra” y “Sabor a frutas”. Si bien es cierto que para ambos grupos los atributos relacionados negativamente con las

formulaciones tienen que ver en su mayoría con atributos relacionados al sabor, únicamente los consumidores con menor conocimiento nutricional son los que han relacionado negativamente atributos de sabor relacionados con la fibra con las formulaciones, pudiendo esto deberse a su desconocimiento de los beneficios de la misma.

## 5. CONCLUSIONES

La sustitución de un 30% de grasa por distintos tipos de fibra en la formulación de productos horneados como los bizcochos, provocó una variación importante en sus propiedades texturales. En cuanto a las propiedades sensoriales, los resultados muestran como en general las formulaciones elaboradas con las fibras de maltodextrina y trigo fueron las mejor valoradas por los catadores en cuanto a aceptación global, mientras que la formulación elaborada con fibra de grosella negra obtuvo la peor valoración. En términos generales todas las formulaciones fueron valoradas positivamente, por lo que esta clase de bizcochos podría ser una opción válida a la hora de ser comercializados. Se pudo también observar una relación entre los resultados obtenidos en el cuestionario de nutrición y la valoración sensorial de las distintas formulaciones. Aunque los resultados correspondientes a la escala hedónica mostraron una tendencia similar en las puntuaciones cuando se comparan los catadores con diferentes conocimientos de nutrición, gracias a los “*Penalty Analysis*” se pudo observar como los atributos que mayor influencia tienen sobre las diferentes formulaciones, tanto positiva como negativa, difieren entre los catadores con un mayor y menor grado de conocimiento nutricional. Por tanto, de los diversos factores que influyen en la evaluación sensorial de los productos, gracias al presente Trabajo Final de Grado se puede comprobar como el conocimiento nutricional puede ser uno ellos.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Agencia española de consumo, seguridad alimentaria y nutrición (AECOSAN). *Estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad* (NAOS) (2005). 9-11.

Ajila, C. M., Leelavathi, K., & Rao, U. (2008). *Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder*. Journal of Cereal Science; 48: 319-326.

American Association of Cereal Chemists (AACC). Dietary Fiber Technical Committee. *The definition of dietary fiber* (2001). Cereal Foods World; 46:112.

Anderson JW, Randles KM, Kendall CWC, Jenkins DJA. *Carbohydrate and fiber recommendations for individuals with diabetes: a quantitative assessment and meta-analysis of the evidence* (2004). Journal of the American College of Nutrition; 23: 5–17.

Anderson J.W., Baird P., Davis R. H. Jr., Ferreri S., Knudtson M., Koraym A., Waters V., Williams C.L.(2009). *Health benefits of dietary fiber*.

Baldwin R.R., Baldry R. P., Johansen R. G. (1972). *Fat systems for bakery products*.

Baltasar Ruiz-Roso Calvo de Mora, Lourdes Pérez-Olleros Conde (2010). *Avance de resultados sobre consumo de fibra en España y beneficios asociados a la ingesta de fibra insoluble*. Departamento de Nutrición y Bromatología I, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

Barker P. y Cauvain S. (1994). *Fat and calorie-modified bakery products*. International Food Ingredients; 1(2): 19-24.

- Bennion, E.B.; Bamford, G.S.T. (1997). *The technology of cake making*. London, UK: Blackie Academic and Professional.
- Bilgic, li, N., Ibanoglu, S., & Herken, E. N. (2007). *Effect of dietary fibre addition on the selected nutritional properties of cookies*. Journal of Food Engineering; 78: 86-89.
- Birketvedt GS, Shimshi M, Erling T, Florholmen J. (2005) *Experiences with three different fiber supplements in weight reduction*. Medical Science Monitor; 11:15–18.
- Bourne, M. (2004). *Relation between texture and mastication*. Journal of Texture Studies; 35: 125–143.
- Brown L, Rosner B, Willett WW, Sacks FM. *Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis* (1999). American Journal of Clinical Nutrition; 69:30–42.
- Burkitt D.P. (1973). *Some diseases characteristic of modern western civilization*. British Medical Journal; 1: 274-278.
- Carrillo E, Varela P, Salvador A, Fiszman S. (2011). *Main factors underlying consumers' food choice: a first step for the understanding of attitudes toward "healthy eating"*. Journal of Sensory Studies; 26(2):85–95.
- Carrillo E, Varela P, Salvador A, Fiszman S. (2012). *Influence of Nutritional Knowledge on the Use and Interpretation of Spanish Nutritional Food Labels*. Journal of Food Science Vol. 71, Nr. 1.
- Codex Alimentarius. *Directrices sobre etiquetado nutricional*. CAC/GL-1985.
- Collar, C., Santos, E., & Rosell, C. M. (2006). *Significance of dietary fiber on the viscometric pattern of pasted and gelled flour-fiber blends*. Cereal Chemistry; 83: 370-376.
- Collar, C., Santos, E., & Rosell, C. M. (2007). *Assessment of the rheological profile of fibre-enriched bread doughs by response surface methodology*. Journal of Food Engineering; 78: 820-826.
- De-Vriendt T, Matthys C, Verbeke W, Pynaert I, De-Henauw S. (2009). *Determinants of nutrition knowledge in young and middle-aged Belgian women and the association with their dietary behaviour*. Appetite; 52: 78–92.
- Dichoutis A, Lazaridis P. (2005). *Nutrition knowledge and consumer use of nutritional food labels*. European Review of Agricultural Economics; 32: 93–118.
- Escofier, B., & Pagès, J. (1994). *Multiple factor analysis (AFMULT package)*. Computational Statistics & Data Analysis; 18(1): 121-140.
- Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estevez, A. M., Chiffelle, I., & Asenjo, F. (2005). *Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment*. Food Chemistry; 91: 395-401.
- Foster, K. D., Grigor, J. M., Cheong, J. N., Yoo, M. J., Bronlund, J. E., & Morgenstern, M. P. (2011). *The role of oral processing in dynamic sensory perception*. Journal of Food Science; 76: 49–61.
- Gebruers, K., Dornez, E., Boros, D., Fras, A., Dynkowska, W., Bedo, Z., et al. (2008). *Variation in the content of dietary fiber and components thereof in wheats in the healthgrain diversity screen*. Journal of Agricultural and Food Chemistry; 56: 9740-9749.

- Gracia A, Loureiro M, Nayga R Jr. (2007). *Do consumers perceive benefits from the implementation of a EU mandatory nutritional labeling program?* .Food Policy 32:160–74.
- Grigelmo-Miguel, N., Carreras-Boladeras, E. y Martín-Belloso, O. (1999). *Development of high-fruit-dietary-fibre-muffins*. European Food Research and Technology; 210: 123-128.
- Grunert K., Fernandez-Celemin L., Wills J., Bonsmann S., Nureeva L. (2007). *Use and understanding of nutrition information on food labels in six European countries*. Journal of Public Health; 18: 261–77.
- Howlett, J.J., Betteridge, V.A., Champ, M., Craig, S.A.S., Meheust, A., Jones, J.M. (2010) *The definition of dietary fiber—Discussions at the Ninth Vahouny Fiber Symposium: Building scientific agreement*.
- Johnson IT, Southgate D.A.T. (1995). *Fibra dietética y sustancias relacionadas*. Barcelona: Instituto Español de la Nutrición. P. 1–147.
- Jones J.M. (1992-2000). *Consumption of dietary fiber*. En: Spiller G.A., editors. Handbook of Dietary fiber in Human Nutrition. 3. ed. New York: CRC Press; 2001: 553-566.
- Keenan J.M., Pins J.J., Frazel C., Moran A., Turnquist L.(2002). *Oat ingestion reduces systolic and diastolic blood pressure in patients with mild or borderline hypertension: a pilot trial*. Journal of Family Practice; 51: 369–375.
- Khalil A.H. (1998). *The influence of carbohydrate-based fat replacers with and without emulsifiers on the quality characteristics of low-fat cake*. Plants Foods for Human Nutrition; 52(4).
- Köster E.P. (2009). *Diversity in the determinants of food choice: a psychological perspective*. Food Quality and Preference; 20: 70–82.
- Kümpel M., Brunso K. (2009). *Families' use of nutritional information on food labels*. Food Quality and Preference; 20: 597–606.
- Ktenioudaki A., Gallagher E. (2012). *Recent advances in the development of high-fibre baked products*. Food Science & Technology; 28: 4-14.
- Lähteenmäki L., Lampila P., Grunert K., Boztug Y., Ueland A., Aström A., Martinsdóttir E. (2010). *Impact of health-related claims on the perception of other product attributes*. Food Policy; 35:230–239.
- Lairon D., Arnault N., Bertrais S., et al.(2005). *Dietary fiber intake and risk factors for cardiovascular disease in French adults*. American Journal of Clinical Nutrition; 82:1185–1194.
- Liu S., Stampfer M.J., Hu F.B., et al. (1999). *Whole-grain consumption and risk of coronary heart disease: results from the Nurses' Health study*. American Journal of Clinical Nutrition; 70:412–419.
- Martínez-Cervera S., Salvador A., Muguerra B., Moulay L. y Fiszman S.M. (2010). *Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins*. Food Science and Technology; 44(3): 729-736.
- Marcano J., Varela P., Cunha L.M., Fiszman S. (2015). *Relating dynamic perception of reformulated cheese pies to consumers' expectations of satiating ability*.

Marcano J., Varela P., Cunha L.M., Fiszman S. (2015). *Relating the effects of protein type and content in increased-protein cheese pies to consumers' perception of satiating capacity.*

Marcano J., Hernando I., Fiszman S. (2015). *In vitro measurements of intragastric rheological properties and their relationships with the potential satiating capacity of cheese pies with konjac glucomannan.*

Matsakidou A., Blekas G. and Paraskevopoulou A. (2010). *Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil.* Food Science and Technology; 43(6).

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM)(2008). *Valoración de la dieta española de acuerdo al panel de consumo alimentario del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA).* Fundación Española de la Nutrición. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino; 1–68.

Misra R. (2007). *Knowledge, attitudes, and label use among college students.* Journal of the American Dietetic Association; 107(12):2130–2134.

Montonen J, Knekt P, Jarvinen R, Aromaa A, Reunanen A. (2003). *Whole-grain and fiber intake and the incidence of type 2 diabetes.* American Journal of Clinical Nutrition; 77:622–629.

Morell P., Fiszman S., Varela P., I. Hernando I. (2014). *Hydrocolloids for enhancing satiety: Relating oral digestion to rheology, structure and sensory perception.*

Nesrin Hesso, Catherine Garnier, Catherine Loisel, SylvieChevallier, Brigitte Bouchet, Alain Le-Bail (2015). *Formulation effect study on batter and cake microstructure: Correlation with rheology and texture.*

Nilsson, M., Saulnier, L., Andersson, R., & Aman, P. (1996). *Water unextractable polysaccharides from three milling fractions of rye grain.* Carbohydrate Polymers; 30: 229-237.

Nyman, M., Siljestrom, M., Pedersen, B., Bach Knudsen, K. E., Asp, N. G., Johansson, C. G., et al. (1984). *Dietary fiber content and composition in six cereals at different extraction rates.* Cereal Chemistry; 61: 14-19.

O'Brien G, Davies M. (2007). *Nutrition knowledge and body mass index.* Health Education Research; 22(4):571–5.

OMS. Nota descriptiva N° 311 (2015).

Parmenter K, Wardle J. (1999). *Development of a general nutrition knowledge questionnaire for adults.* European Journal of Clinical Nutrition; 53:298–308.

Petruzzello L, Iacopini F, Bulajic M, Shah S, Costamagna G. (2006). *Review article: uncomplicated diverticular disease of the colon.* Alimentary Pharmacology and Therapeutics; 23:1379–1391.

Plähn D., Horne J. (2008). *A regression-based approach for testing significance of "just-about-right" variable penalties.* Food Quality and Preference, 19, 1: 21–32.

Rodríguez J., Puig A., Salvador A., Hernando I. (2012). *Optimization of a Sponge Cake Formulation with Inulin as Fat Replacer: Structure, Physicochemical, and Sensory Properties.*

- Pong, L., Jonson, J.M., Barbeau, W.E. y Stewart, D.L. (1991). *Evaluation of alternative fat and sweetener systems in cupcakes*. Cereal Chemistry; 68(5), 552-555.
- Räsänen M, Niinikoski H, Keskinen S, Helenius H, Talvia S, Rönönenmaa T. (2003). *Parental nutrition knowledge and nutrient intake in an atherosclerosis prevention project: the impact of child-targeted nutrition counselling*. Appetite; 41:69–77.
- Salvador Figueras, M (2003): *Análisis de Correspondencias*.
- Serra Majem L, Aranceta Bartrina J. (2004). *Nutrición infantil y juvenil*. Estudio enKid. vol 5. Barcelona: Masson. 1–240.
- Shepherd R. (1992). *Application of social psychological models to fat intake*. En: Dietary fats: determinants of preference, selection and consumption. London, England: Elsevier. 9–25.
- Shewry, P. R., Piironen, V., Lampi, A. M., Nystrom, L., Li, L., Rakszegi, M., et al. (2008). *Phytochemical and fiber components in oat varieties in the healthgrain diversity screen*. Journal of Agricultural and Food Chemistry; 56: 9777-9784.
- Sidhu, J. S., Al-Hooti, S. N., & Al-Saqer, J. M. (1999). *Effect of adding wheat bran and germ fractions on the chemical composition of high-fiber toast bread*. Food Chemistry; 67: 365-371.
- Sikorski Z.E. and Sikorska-Wisniewska G. (2006). *The role of lipids in food quality*. In: Improving the Fat Content of Foods, Williams C. and Buttriss J. Cambridge Woodhead Publishing.
- Spiller G.A. (2001). *Handbook of dietary fiber in human nutrition*. CRC Press.
- Sudre, L., Pineau, N., Loret, C., & Martin, N. (2012). *Comparison of methods to monitor liking of food during consumption*. Food Quality and Preference; 24: 179–189.
- Varela G, Moreiras O, Carbajal A, Campo M. (1991). *Encuesta de presupuestos familiares 1990–91*. Madrid: Instituto Nacional de Estadística.
- Varela P., G. Ares G. (2012). *Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization*. Food Research International; 48: 893–908.
- Wardle J, Parmenter K, Waller J. (2000). *Nutrition knowledge and food intake*. Appetite; 34:269–75.
- Watzl B, Girrbach S, Roller M. (2005). *Inulin, oligofructose and immunomodulation*. British Journal of Nutrition; 93(Suppl 1):49–55.
- Wilderjans, E.; Luyts, A.; Brijs, K.; Delcour, J.A. (2013). *Ingredient functionality in batter type cake making*. Trends in Food Science & Technology; 6-15.
- Wills J, Schmidt D, Pillo-Blocka F, Cairns G. (2009). *Exploring global consumer attitudes toward nutrition information on food labels*. Nutrition Reviews; 67: 102–106.
- Zahn S., Pepke F., Rohm H. (2010). *Effect of inulin as a fat replacer on texture and sensory properties of muffins*.
- Zambrano, F.; Despinoy, P.; Ormenese, R. C. S. C.; Faria, E. V. (2004). *The use of guar and xanthan gums in the production of 'light' low fat cakes*. International Journal of Food Science & Technology; 39(9): 959-966.

## ANEXOS

### ANEXO 1

### CUESTIONARIO DE NUTRICIÓN

#### DATOS PERSONALES:

1- Edad: \_\_\_\_\_

2- Sexo

Mujer\_\_\_\_\_

Hombre\_\_\_\_\_

3- Nivel de estudios

No tengo\_\_\_\_\_

Primarios\_\_\_\_\_

Secundarios\_\_\_\_\_

Universitarios\_\_\_\_\_

#### INSTRUCCIONES:

Lea cuidadosamente las siguientes preguntas y siga las indicaciones de cada una de ellas. No se preocupe si no conoce o no está seguro de alguna respuesta. En ese caso marque la opción no lo sé/ no estoy seguro.

**1) Los expertos recomiendan reducir el consumo de grasa, ¿cuál de las siguientes grasas cree Ud. que es más importante reducir en nuestra alimentación? (Elegir sólo una)**

a) Grasas monoinsaturadas

b) Grasas poliinsaturadas

c) Grasas saturadas

d) No lo sé

**2) Según los expertos, ¿qué versión de productos lácteos se recomienda comer? (Elegir sólo una)**

a) Enteros

b) Desnatados

c) Semidesnatados

d) No estoy seguro

**3) ¿Cuál de los siguientes alimentos considera que son altos o bajos en azúcares añadidos? (Marque una casilla por alimento)**

	Alto	Bajo	No lo sé
Plátanos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yogurt natural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Helados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zumo de naranja envasado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Salsa de tomate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conservas de frutas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**4) De los siguientes alimentos, ¿cuáles cree Ud. que son altos o bajos en grasa? (Marque una casilla por alimento)**

	Alto	Bajo	No lo sé
Pasta (Sin salsa)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alubias cocidas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fiambre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Miel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tortilla de patatas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frutos secos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pan blanco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Margarina hecha con grasas poliinsaturadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**5) De los siguientes alimentos, ¿cuáles considera que pertenecen al grupo "ricos en almidón"? (Marque una casilla por alimento)**

	Si	No	No lo sé
Queso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pasta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mantequilla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frutos secos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arroz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**6) ¿Cree Ud. que los siguientes alimentos son altos o bajos en proteína? (Marque una casilla por alimento)**

	Alto	Bajo	No lo sé
Pollo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Queso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frutas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alubias cocidas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mantequilla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nata	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**7) ¿Cree Ud. que los siguientes productos son altos o bajos en grasas saturadas? (Marque una casilla por alimento)**

	Alto	Bajo	No lo sé
Atún fresco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leche entera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aceite de oliva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carne de ternera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Margarina de aceite de girasol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Chocolate

**8) ¿Está de acuerdo con la siguiente afirmación?: "Algunos alimentos contienen gran cantidad de grasa pero no colesterol"**

a) De acuerdo

b) En desacuerdo

c) No lo sé

**9) Las grasas saturadas se encuentran principalmente en: (Seleccione uno)**

a) Aceites vegetales

b) Productos lácteos

c) Ambos, a y b

d) No lo sé

**10) Hay mayor cantidad de proteína en un vaso de leche entera que en uno de leche desnatada.**

a) De acuerdo

b) En desacuerdo

c) No lo sé

**11) ¿Cuál cree Ud. que sería la mejor opción para un snack bajo en grasa y rico en fibra? (Seleccione uno)**

a) Yogurt de fresa dietético

b) Pasas

c) Barrita muesli

d) Galletitas integrales con queso

**12) ¿Cuál de los siguientes panes contiene mayor cantidad de vitaminas y minerales? (Seleccione uno)**

a) Pan blanco

b) Pan integral

c) No lo sé

**13) ¿Qué tiene más calorías, la mantequilla o la margarina normal? (Seleccione uno)**

a) Mantequilla

b) Margarina normal

c) Ambas, a y b

d) No lo sé

**14) ¿Qué tipo de aceite contiene mayor cantidad de grasa monoinsaturada? (Seleccione uno)**

a) Aceite de coco

b) Aceite de girasol

c) Aceite de oliva

d) Aceite de palma

e) No lo sé

**15) Hay mayor cantidad de calcio en un vaso de leche entera que en uno de leche desnatada.**

a) De acuerdo

b) En desacuerdo

c) No lo sé

**16) ¿Cuáles de los siguientes compuestos tiene mayor cantidad de calorías (a igual**

**peso)? (Seleccione uno)**

a) Azúcar

b) Alimentos ricos en almidón (pan, arroz, pasta, patatas...)

c) Fibra

d) Grasas

e) No lo sé

**17) ¿Qué tipo de sándwich cree Ud. que es más saludable? (Seleccione uno)**

a) Dos rebanadas gruesas de pan con una rebanada fina de queso Manchego

b) Dos rebanadas finas de pan con una rebanada gruesa de queso Manchego

**18) Las grasas poliinsaturadas se encuentran principalmente en: (Seleccione uno)**

a) Aceites vegetales

b) Productos lácteos

c) Ambos, a y b

d) No lo sé

**19) El azúcar moreno es una alternativa saludable al azúcar blanco.**

a) De acuerdo

b) En desacuerdo

c) No lo sé

**20) ¿Cuál de los siguientes alimentos considera Ud. que son altos o bajos en fibra?  
(Marque una casilla por alimento)**

	<b>Alto</b>	<b>Bajo</b>	<b>No lo sé</b>
Cereales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plátanos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Huevos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carne roja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brócoli	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nueces	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pescado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Patatas con piel cocidas al horno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pollo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Habas cocidas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**ANEXO 2**

**HOJA DE ANÁLISIS SENSORIAL**

Muestra \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:**

Coge la muestra correspondiente a la numeración de la hoja y contesta a las siguientes preguntas tomando agua entre muestra y muestra.

**Pregunta 1- ¿Cómo calificarías la TEXTURA de este bizcocho?**

**Poco consistente**

**Ni mucho ni poco**

**Muy consistente**

**Pregunta 2- ¿Cómo calificarías el SABOR de este bizcocho?**

**Me disgusta mucho**

**Ni me gusta ni me disgusta**

**Me gusta mucho**

**Pregunta 3- ¿Cómo calificarías de manera GLOBAL este bizcocho?**

**Me disgusta mucho**

**Ni me gusta ni me disgusta**

**Me gusta mucho**

**Pregunta 4- ¿Cuáles de estas características describen a este bizcocho?**

Marca **(v)** todas las que crees que se aplican a esta muestra.

Sabor extraño	<input type="checkbox"/>	Textura arenosa	<input type="checkbox"/>
Difícil de masticar	<input type="checkbox"/>	Se hace pastoso al masticar	<input type="checkbox"/>
Sabor dulce	<input type="checkbox"/>	Sabor a fibra	<input type="checkbox"/>
Aspecto esponjoso	<input type="checkbox"/>	Seco al masticar	<input type="checkbox"/>
Duro	<input type="checkbox"/>	Saludable	<input type="checkbox"/>
Insípido	<input type="checkbox"/>	Blando	<input type="checkbox"/>
Nutritivo	<input type="checkbox"/>	Sabor a frutas	<input type="checkbox"/>
Compacto	<input type="checkbox"/>	Esponjoso al masticar	<input type="checkbox"/>
Textura extraña	<input type="checkbox"/>	Alto en calorías	<input type="checkbox"/>
Lo tomaría en el desayuno o merienda	<input type="checkbox"/>	Fácil de masticar	<input type="checkbox"/>