

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



## Diseño de galletas con alto valor nutricional para diabéticos

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

ALUMNO: Adrián Martínez Ruescas

TUTORA: Purificación García Segovia

*Curso Académico: 2015/16*

**VALENCIA, Septiembre 2016**

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es la formulación de un producto horneado, en concreto, de galletas con sustitución del 20% de harina de quínoa y diferentes edulcorantes como son la tagatosa y la estevia para el mercado de pacientes diabéticos. El trabajo se realiza teniendo en cuenta la existencia de un mercado muy maduro donde se producen pocos cambios y la necesidad de ofrecer al público diabético productos que puedan consumir sin riesgo para su salud. De este modo, las galletas que se pretenden elaborar, además de aptas para diabéticos, deben poseer unas propiedades texturales y organolépticas adecuadas para obtener una aceptabilidad por parte del consumidor.

Los compuestos que se utilizaron como variantes fueron la harina de quínoa así como la tagatosa y estevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*). El primero destaca por contener todos los aminoácidos esenciales y por su elevado perfil proteico. La tagatosa se caracteriza por su bajo aporte calórico y su aplicación en distintos campos. Por otro lado, el consumo de estevia carece de cualquier aporte calórico y no afecta a la concentración de glucosa en sangre por lo que es muy recomendable para personas diabéticas.

En el presente trabajo se han estudiado las características funcionales texturales, físico-químicas y sensoriales de galletas aptas para diabéticos. En la elaboración de las galletas se realizaron distintas formulaciones en las que se sustituyó el 20% de harina de trigo por harina de quínoa y el azúcar por estevia y tagatosa. Para analizar las propiedades funcionales de las harinas se estudiaron la capacidad y estabilidad espumantes así como la concentración mínima de gelificación. Para analizar las características de estas nuevas galletas se realizaron ensayos de punción y flexión, se midieron sus coordenadas psicométricas y se llevó a cabo un análisis sensorial con un panel de catadores. Los parámetros de textura medidos indicaron que existían diferencias estadísticamente significativas entre las galletas elaboradas con una sustitución de harina de quínoa y estevia y tagatosa con la fórmula control que constaba de harina de trigo y azúcar. Para el estudio del color se encontraron diferencias apreciables entre la fórmula control y las demás. En el análisis sensorial se observaron mayores puntuaciones para la fórmula control. La formulación elaborada con estevia estuvo mejor valorada que la que contenía tagatosa.

**PALABRAS CLAVE:** galletas, quínoa, diabéticos, estevia, tagatosa, azúcar, textura, color, análisis sensorial, panel de catadores

**AUTOR:** Adrián Martínez Ruescas

**TUTORA ACADÉMICA:** Purificación García Segovia

**COTUTORA ACADÉMICA:** María Jesús Pagán

Valencia, Septiembre 2016

## RESUM

L'objectiu del present treball és la formulació d'un producte enforat, en concret, de galletes amb substitució del 20% de farina de quinoa i diferents edulcorants com són la tagatosa i l'estevia per al mercat de pacients diabètics. El treball es realitza tenint en compte l'existència de un mercat molt madur on es produïxen pocs canvis i la necessitat d'ofrir al públic diabètic productes que puguen consumir sense risc per la seua salut. D'esta manera, les galletes que es pretenen elaborar, a més de ser saludables i amb efectes beneficiosos per a diabètics, han de posseir unes propietats texturals i organolèptiques adequades per a obtindre una acceptabilitat per part del consumidor. Els compostos que es van a utilitzar com a variants van a ser la farina de quinoa així com la tagatosa i estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni).

El primer destaca per contindre tots els aminoàcids essencials i pel seu elevat perfil proteic. La tagatosa es caracteritza per la seua baixa aportació calòrica i no afecta la concentració de glucosa en sang pel que és molt recomanable per a persones diabètiques. En el present treball s'han estudiat les característiques texturals, fisicoquímiques i sensorials de galletes aptes per a diabètics. Per a analitzar les propietats funcionals de les farines es va estudiar la capacitat i estabilitat espumant i la concentració mínima de gelificació. Per a analitzar les característiques d'estes noves galletes es van realitzar assajos de punció i flexió, es van mesurar les seues coordenades psicomètriques i es va dur a terme una anàlisi sensorial amb un panel de tastadors. Els paràmetres de textura mesurats van indicar que hi havia diferències estadísticament significatives entre les galletes elaborades amb una substitució de farina de quinoa i estevia i tagatosa amb la fórmula control que constava de farina de blat i sucre. Per a l'estudi del color es van trobar diferències apreciables entre la fórmula control i les altres. En l'anàlisi sensorial es van a observar majors puntuacions per a la fórmula control. La formulació elaborada amb estevia va a ser millor valorada que la contenia tagatosa.

**PARAULES CLAU:** galletes, quinoa, diabètics, estevia, tagatosa, sucre, textura, color, anàlisi sensorial, panel de tastadors

**AUTOR:** Adrián Martínez Ruescas

**TUTORA ACADÈMICA:** Purificación García Segovia

**COTUTORA ACADÈMICA:** María Jesús Pagán

València, Setembre 2016

## SUMMARY

The aim of this project is the formulation of cookies with a 20% substitution of quinoa flour and different edulcorants as tagatose and stevia to diabetic people. The cookies market is mature, with few changes and is necessary to offer products to the diabetic public that they can consume. Cookies developed during this project also have suitable textural and organoleptic characteristics to obtain the consumer acceptability.

The compounds which were used as variants were quinoa flour and tagatose and stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). The first stand out because contain the eight essential amino acids and its high protein profile. The tagatose is characteristic because do not provide calories and its application in numerous fields.

In this project, the functional, textural, physicochemical and sensory characteristics of cookies to diabetics were studied. To analyze functional flour properties, it was necessary to study the capacity and stability foaming and the minimum concentration of gelation. To analyze the characteristics of this cookies, puncture and flexion test and sensory analysis were performed, also psychometric coordinates were measured. The measured textural parameters indicated the existence of statistically significant differences between cookies elaborated with quinoa flour and stevia and tagatose about control formulation which was elaborated with wheat flour and sugar. In the color test, the control formulation had differences about the others formulations. The control formulation obtained the best score in the sensory analysis. The stevia formulation were considered better than tagatose formulation.

**KEY WORDS:** cookies, quinoa, diabetics, stevia, tagatose, sugar, texture, color, sensory analysis

**AUTOR:** Adrián Martínez Ruescas

**ACADEMIC TUTOR:** Purificación García Segovia

**ACADEMIC TUTOR:** María Jesús Pagán

Valencia, September 2016

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.INTRODUCCIÓN.....	8
I.1. Las galletas .....	8
I.1.1. Definición y clasificación de tipos de galletas.....	8
I.1.2. Estudio de mercado.....	9
I.2. LA DIABETES .....	10
I.3. LA QUÍNOA .....	11
I.4. EDULCORANTES SUSTITUTOS DEL AZÚCAR: TAGATOSA Y ESTEVIA.....	14
I.4.1. Tagatosa.....	14
I.4.2. Estevia .....	14
II.JUSTIFICACIÓN .....	15
II.1. Perfil del consumidor .....	15
II.2. Relación del TFG con los estudios de grado .....	16
III.OBJETIVOS .....	16
III.1. Objetivo general .....	16
III.2. Objetivos específicos .....	16
IV.MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
IV.1. Plan de trabajo.....	16
IV.2. Materias primas.....	17
IV.3. Métodos.....	18
IV.3.1 Caracterización de las harinas.....	18
IV.3.1.1 Capacidad y estabilidad espumante.....	18
IV.3.1.2 Capacidad gelificante.....	19
IV.3.2 Proceso de elaboración de galletas. ....	19
IV.3.3 Caracterización de las galletas .....	20
IV.3.3.1 Propiedades texturales.....	20
IV.3.3.2 Color .....	21
IV.3.3.3 Análisis sensorial .....	22

IV.3.4 Análisis estadístico.....	22
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
V.1 Caracterización de las harinas.....	25
V.1.1 Capacidad y estabilidad espumante.....	23
V.1.2 Concentración mínima de gelificación.....	25
V.2 Caracterización de las galletas.....	25
V.2.1 Textura.....	26
V.2.2 Color.....	28
V.2.3 Análisis sensorial.....	29
V.2.3.1 Test de consumo.....	29
V.2.3.2 Análisis sensorial.....	33
VI. CONCLUSIONES.....	36
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	37
VIII. ANEXOS.....	40
VIII.1 Anexo A.....	40
VIII.2 Anexo B.....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.-</b> Contenido de macronutrientes en la quínoa y en alimentos seleccionados por cada 100 g en peso seco (Fuente: Koziol, 1992).....	12
<b>Tabla 2.</b> 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)....	12
<b>Tabla3.</b> Contenido mineral en la quínoa y alimentos seleccionados, en mg por cada 100 g de peso seco (fuente: Koziol, 1992).....	13
<b>Tabla 4.-</b> Formulaciones de galletas testadas (las cantidades de los diferentes ingredientes).	20
<b>Tabla 5.-</b> Aporte proteico por cada 100 gramos de las distintas harinas.....	23
<b>Tabla 6-</b> Resultados de los estudios de capacidad y estabilidad espumante .....	23
<b>Tabla 7-.</b> Resultados obtenidos del estudio de la concentración mínima de gelificación.....	24
<b>Tabla 8.</b> Ensayos de punción y flexión para las distintas formulaciones de galletas.....	25

<b>Tabla 9.-</b> Parámetros de color para las distintas formulaciones de galletas.....	28
<b>Tabla 10.-</b> Puntuaciones para atributos evaluados para las distintas formulaciones de galletas.....	35

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Figura 1.-</b> Distribución geográfica de la producción mundial de quínoa (fuente: FAO, 2013)....	14
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo del proceso seguido para la elaboración de galletas.....	20
<b>Figura 3.-</b> Espacio de color CIE L*a*b* .....	21
<b>Figura 4.</b> Ensayos de flexión de las muestras elaboradas con: a) harina de trigo y azúcar (control), b) harina de trigo+quínoa y azúcar (QA) c) harina de trigo+quínoa y estevia (QS) y d) harina de trigo+quínoa y tagatosa (QT).....	26
<b>Figura 5.</b> Ensayos de punción de las muestras elaboradas con: a) harina de trigo y azúcar (control), b) harina de trigo+quínoa y azúcar (QA), c) harina de trigo+quínoa y estevia (QS) y d) harina de trigo+quínoa y tagatosa (QT) .....	27
<b>Figura 6.-</b> Frecuencia de consumo.....	29
<b>Figura 7.-</b> Tipo de galletas consumidas con mayor asiduidad.....	30
<b>Figura 8.-</b> Tipo de galleta es considerada más sana.....	30
<b>Figura 9.-</b> Gráfica basada en la preferencia del momento del día para el consumo de galletas.....	31
<b>Figura 10.-</b> Razón del consumo de galletas.....	31
<b>Figura 11.-</b> Consideración de las galletas como un producto sano.....	32
<b>Figura 12.-</b> Edad de los catadores.....	32
<b>Figura 13.-</b> Género de los participantes.....	33
<b>Figura 14.-</b> Representación de los resultados obtenidos en el análisis sensorial con la escala hedónica.....	34
<b>Figura 15.-</b> Interés de compra (% de catadores) para las distintas formulaciones de galletas: a) harina de trigo y azúcar (control), b) harina de trigo+quínoa y azúcar (QA), c) harina de trigo+quínoa y estevia (QS) y d) harina de trigo+quínoa y tagatosa (QT).....	34

## I. INTRODUCCIÓN

Las galletas constituyen un producto tradicional y nutritivo. Por su composición y momentos de consumo, han estado habitualmente presentes en los hogares españoles como un alimento apetecible tanto para niños como para adultos. Pese a que los hábitos alimenticios de los consumidores españoles han ido variando, conviven en el mercado referencias con una larga historia y arraigo en nuestro país así como una amplia y novedosa línea de galletas innovadoras y adaptadas a las demandas de los nuevos consumidores y a los parámetros de salud, rapidez y conveniencia. Y este arraigo en el mercado alimentario español también implica que se pueda definir el mercado de las galletas en España como maduro. (Asociación profesional de fabricantes de galletas de España, 2009)

¿Qué es un mercado maduro? Un mercado maduro es aquel donde los crecimientos potenciales de nuevos clientes y los de cambio de marca son mínimos (Guía marco de prácticas correctas, 2004). Debido a esta madurez del mercado las dos estrategias para mejorar la cuota de compra son la innovación y la apertura de mercados exteriores (SweetPress, 2014). Las nuevas tendencias en la producción de galletas se han encaminado hacia el desarrollo de las galletas funcionales, entre las que destacan las diseñadas con reducción de grasas y de azúcares son las más demandadas debido a la creciente preocupación por los problemas de obesidad y diabetes (Calle, 2012).

### I.1. Las galletas

#### I.1.1 Definición y clasificación de tipos de galletas

Según el Real Decreto 1124/1982, de 30 de abril de 1982, se entiende por “galletas” los productos alimenticios elaborados, fundamentalmente, por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionada o no de azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.), sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua.

Según este mismo Real Decreto, la clasificación de galletas es la siguiente:

**“Marías”, tostadas y troqueladas:** Son las elaboradas a base de harinas, azúcares y grasas comestibles, con o sin adición de otros productos alimenticios para su mejor enriquecimiento, formando una masa elástica a consecuencia del desarrollo del gluten. Se cortan por sistema de prensa o rodillo troquelado.

**“Cracker” y de aperitivo:** Están elaboradas con harina y grasas comestibles generalmente sin azúcar, cuyas masas según sus características se pueden someter a una adecuada fermentación para conseguir su tradicional ligereza.

**Barquillos con o sin relleno:** Se denominan barquillos, obleas o ambrosías, los productos obtenidos de la cocción en planchas metálicas de pastas en estado líquido viscoso, formados por harina, féculas, glucosa y sal, susceptibles de adquirir diferentes formas: rectangulares, cilíndricas abanicos, etc. Pueden elaborarse solos o adicionándoles rellenos a base azúcar, dextrosa, grasa y aromas.



**Biscochos secos y blandos:** Elaborados con harina, azúcar y huevos, batidos a gran velocidad para conseguir que monte adecuadamente, depositándose en moldes para su horneado. La clasificación en secos y blandos obedece al mayor o menor porcentaje de humedad que contienen a la salida del horno, pudiendo adoptar toda clase de formas.

**Sándwiches:** Es el conjunto de dos galletas tradicionales, a las que se adiciona entre ambas un relleno consistente en una mezcla de azúcar, grasa y otros componentes alimenticios y alimentarios debidamente autorizados.

**Pastas blandas y duras:** Se clasifican en este grupo las galletas obtenidas a base de masas cuya peculiaridad consiste en quemar adecuadamente todos los componentes (azúcar, grasa y otros productos alimenticios), adicionar la harina horneando la masa moldeada seguidamente a fin de impedir el desarrollo del gluten.

**Bañadas con aceite vegetal:** Para elaborar esta especialidad se parte de galletas tradicionales, las cuales, después de ser horneadas, son sometidas a una dispersión o baño de aceite vegetal muy atomizado por su superficie e incluso por su parte inferior, según tipos.

**Recubiertas de chocolate:** Cualquier clase de galletas antes definidas podrán presentarse recubiertas de chocolate, pasta de cacao o mezcla de azúcar, gelatina y agua.

**Surtidos:** Se conoce con esta denominación el conjunto de galletas de las diferentes especialidades que se elaboran, las cuales se agrupan en un solo envase.

**Elaboraciones complementarias:** Cuando los fabricantes de galletas elaboren productos que están sujetos a la Reglamentación Técnico.

### 1.1.2. Estudio de mercado

La década de los 90 fue una época complicada para el sector de las galletas debido a la ardua competencia con la pastelería industrial y los cereales para el desayuno, además de estar sometido a numerosas presiones de la gran distribución, principal canal de comercialización (Langreo, 2003).

Un estudio sobre el consumo de productos de panadería, pastelería, galletas y cereales en España realizado por la Universidad Complutense de Madrid en 2015 señala que las galletas dulces siguen dominando el mercado nacional frente a las saladas y las dietéticas con un amplio porcentaje (96,3%). Dentro de las galletas dulces, destacan en consumo las destinadas al desayuno (39%) (Martín, 2015).

La cuota de mercado en la comercialización de galletas durante la última década ha variado poco, ya que supermercados e hipermercados copan los primeros puestos de lugar de compra. Durante los primeros años de la década del 2000, los supermercados e hipermercados aglutinaban el 70% de las compras frente al 25% de las tiendas tradicionales (Langreo, 2003) en cambio durante el año 2015 los supermercados (71,0%) y los hipermercados (18,2%) reunían al 88,2% del mercado mientras que el comercio especializado contaba con un 6,7% (Martín, 2015).

Atendiendo a las ventas las galletas maría continúan siendo la referencia, con cuotas del 34,3% en volumen y del 19,5% en valor. A continuación se sitúan las especialidades (12,4% y 16,8%), las tostadas (12,3% y 7,2%), las rellenas (12,1% y 13,5%), las bañadas y cubiertas (10% y 20,1%), las de relieve (7,4% y 6,1%), las saladas (3,6% y 4,9%), los surtidos (3,1% y 5,1%), los barquillos (2,8% y 4,7%) y las galletas bizcocho (2% en volumen y valor) (Martín, 2015).

El consumo de bollería, pastelería, galletas y cereales durante el año 2012 de los hogares españoles depende en gran medida a distintos factores como pueden ser la condición económica, situación laboral, edad, presencia de niños en el hogar y número de miembros del hogar (Martín, 2015). En el año 2014, la compra de bollería, pastelería, galletas y cereales supuso el 4,15% de la compra de alimentación y bebidas en los hogares, lo que equivale a una media de 61,57 €/persona/año, permaneciendo estable respecto a años anteriores (Informe del consumo de alimentación en España, 2014).

En lo referente a la condición económica, los hogares de clase alta cuentan con el consumo más elevado de galletas dulces (14,4%) y galletas envasadas (14,4%) mientras que las familias de clase baja muestran un consumo relativo inferior. (Martín, 2015).

La presencia de niños en el hogar familiar también es un factor importante a la hora de comprar, por ejemplo, en hogares con presencia de niños entre 6 y 15 años consumen más cantidad de bollería, pastelería, galletas y cereales (2,6%) mientras que la demanda más baja se registra en los hogares con niños menores de 6 años (-16,2%) (Martín, 2015). Por otro lado, si la persona encargada de hacer la compra se encuentra desempleada, el consumo es superior (2,3%). Otro de los factores que se han comentado es la edad, se registran consumos más elevados si el encargado de la compra es una persona mayor de 65 años (2,7%). Los hogares formados por una sola persona muestran los consumos más elevados (35,7%). (Martín, 2015)

## I.2. La diabetes

La OMS define la diabetes como *“una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce”*. La diabetes es una de las enfermedades más frecuentes y su prevalencia aumenta constantemente (Reyes, et al., 2009).

La insulina es una hormona que regula el azúcar en la sangre. La consecuencia de la diabetes no controlada es la hiperglucemia (aumento del azúcar en la sangre), que con el tiempo daña gravemente muchos órganos y sistemas, especialmente al sistema nervioso y circulatorio (OMS, 2016)

Hay 2 tipos de diabetes: tipo 1 y tipo 2:

La diabetes tipo 1 es una deficiencia absoluta de insulina por falta total de su producción, característica de niños y adolescentes (Reyes, et al 2009).

La diabetes tipo 2 se caracteriza por la resistencia que el cuerpo presenta a la insulina (Colino, 2016). Es la más común, ya que está presente en el 90% de personas aquejadas de esta enfermedad (Bosch et al, 2002). Se estima que entre el 10 y el 15% de la población adulta española tiene diabetes tipo 2 (Colino, 2016).

Varios factores, como el cambio de criterios diagnósticos, el envejecimiento de la población, la menor mortalidad de los diabéticos o un verdadero aumento de la incidencia, han podido influir en este fenómeno (Bosch et al, 2002). Pese a estar relacionada con personas adultas, en los últimos tiempos, la diabetes tipo 2 se ha relacionado con niños y jóvenes en países como Estados Unidos donde la obesidad está comenzando a ser un problema (Colino, 2016).

### 1.3. La quínoa

La quínoa es un alimento básico cultivado y utilizado por las antiguas civilizaciones de los Andes de América del Sur antes de la llegada de los colonos españoles, que la reemplazaron por cereales. Tiene su origen en Perú y Bolivia, concretamente, alrededor del Lago Tiquitaca. En ocasiones es considerado un pseudocereal debido a su apariencia similar a un grano, y otras, de pseudosemilla oleaginosa debido a su elevado contenido de grasa (Vega-Gálvez et al., 2010).

Su clasificación taxonómica es la siguiente:

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

Los primeros intentos de cultivo de la quínoa por parte de la población de los países de origen datan entre los años 3000-5000 a.C. El cultivo de la quínoa produjo una serie de cambios morfológicos en la planta como consecuencia del factor humano, los cambios más significativos fueron la pérdida de pigmentación y el incremento del tamaño de la planta y de la semilla (Mujica et al, 2003). El primer intento de exportarla a Europa fue un fracaso ya que debido a la alta humedad del mar, las semillas se humectaron durante la travesía y posteriormente no germinaron (Mújica et al., 2003).

La quínoa es única debido a sus características ya que 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 (FAO, 2013).

Respecto al valor nutricional (tabla 1), se asemeja a judías, maíz, arroz o trigo. La quínoa es considerada una buena fuente de: proteínas de elevada calidad, fibra dietética y grasas poliinsaturadas.

**Tabla 1.-** Contenido de macronutrientes en la quínoa y en alimentos seleccionados por cada 100 g en peso seco (Fuente: Koziol, 1992).

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

En cuanto al contenido de proteínas, estas se caracterizan por su elevada calidad y cantidad. (Repo-Carrasco et al., 2003). La importancia en este aspecto reside en la presencia de 8 aminoácidos esenciales, que son aquellos que el propio organismo no puede sintetizar y deben obtenerse de fuentes externas. En la tabla 2 se muestran los perfiles de los aminoácidos esenciales de la quínoa y otros cultivos seleccionados respecto al patrón de puntuación recomendado por la FAO para niños con edades comprendidas entre los 3 y 10 años (Koziol, 1992).

En un estudio reciente de cuatro variedades de quínoa se mostró que la fibra dietética en la quínoa cruda varía entre los 13,6 g y los 16,0 g por cada 100 g de peso en seco. La mayoría de la fibra dietética era insoluble, con un intervalo de 12,0 g a 14,4 g en comparación con el contenido comprendido entre 1,4 g y 1,6 g de la fibra soluble por cada 100 g de peso en seco (Repo-Carrasco et al., 2011).

**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).

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

El valor de la fibra dietética es más elevado al de la mayoría de granos e inferior al de las legumbres. La fibra dietética no es digerible por el organismo por lo que favorece la digestión y el tránsito intestinal. (FAO, 2013)

La quínoa contiene más grasas que el trigo, las judías y el maíz (tabla 1). Las grasas son una importante fuente de calorías y facilitan la absorción de vitaminas liposolubles. Los ácidos linoleico (Omega 3) y linolénico (Omega 6) son ácidos grasos esenciales ya que no los puede producir el cuerpo, más de la mitad del contenido en grasas de la quínoa procede de estos dos ácidos grasos (Reyes et al., 2006). Debido al alto contenido en vitamina E, presente de forma natural en la quínoa, y a su papel como antioxidante, los ácidos grasos existentes en este pseudocereal se pueden considerar de elevada calidad (Anderson et al., 2007).

En cuanto a los minerales (tabla 3), la quínoa es una buena fuente de calcio, hierro, magnesio y zinc comparada con las recomendaciones de consumo diario. No obstante, contiene una serie de sustancias no nutritivas denominadas saponinas que interfieren en la capacidad de absorción de los minerales por lo que es necesario extraerlas durante el procesado, que también elimina el sabor amargo (Siener et al., 2006).

**Tabla3.** Contenido mineral en la quínoa y alimentos seleccionados, en mg por cada 100 g de peso seco (fuente: Koziol, 1992).

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

Se puede encontrar la quínoa en todos los países de la región andina, aunque los principales países productores son Bolivia y Perú que abarcan el 92% de producción mundial, los cuales según la FAO triplicaron su producción total entre 1992 y 2010 (Suca & Suca, 2008).

Pero no solo se cultiva en los países andinos, puesto que debido a su gran expansión y a su elevada capacidad de adaptación podemos encontrar estos cultivos en más de 70 países de todo el mundo ( Figura 1). Así Kenia, Italia, Estados Unidos e India son algunos de los países con potencial de producción de quínoa fuera de la región andina (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).

#### 1.4. Los edulcorantes sustitutos del azúcar: tagatosa y estevia

Los azúcares en su estado cristalino contribuyen decisivamente sobre el aspecto y la textura de las galletas (Maache-Rezzoug et al., 1989). El azúcar es el edulcorante más usado en galletas. No solo contribuye en el dulzor, sino que tiene efecto sobre el volumen, humedad, color, apariencia y naturalmente sobre el contenido calórico de los productos de bollería (Tejero, 2000).

Los jarabes de los azúcares reductores también controlan la textura de las galletas. La fijación de agua por los azúcares y polisacáridos tiene una contribución decisiva sobre las propiedades de las galletas. La adición de azúcar a la receta reduce la viscosidad de la masa y el tiempo de relajación. Promueve la longitud de las galletas y reduce su grosor y peso. Las galletas ricas en azúcar se caracterizan por una estructura altamente cohesiva y una textura crujiente (Maache-Rezzoug et al., 1989). El jarabe de glucosa (procedente del almidón) presenta una alta resistencia a la cristalización, aprovechándose para retener la humedad en las galletas (Coulate, 1984). Durante la cocción, los azúcares reductores controlan la intensidad de la reacción de Maillard que produce coloraciones morenas en la superficie (Manley, 1989).

##### 1.4.1. La tagatosa

La D-tagatosa es un azúcar natural poseedor de una ductilidad, un perfil de propiedades y numerosos campos de aplicación únicos tanto en el mercado de los edulcorantes con propiedades funcionales (nutraceúticos), convirtiéndola en el potencial azúcar de mesa del futuro, como también en el sector farmacéutico siendo un promisorio adyuvante de fármacos para el tratamiento de diversas enfermedades, entre ellas la diabetes y obesidad (Lu et al., 2008; Espinosa & Fogelfeld, 2010). Entre sus aplicaciones, es utilizada como un edulcorante

saludable bajo en calorías en alimentos, productos de confitería, suplementos dietarios y bebidas (Levin, 2002).

### 1.4.1. La estevia

La estevia es una planta perteneciente al género de *Stevia rebaudiana Bertoni*. De sus hojas se pueden extraer glucósidos (rebaudiosidos y esteviosidos) que poseen características químicas y farmacológicas adecuadas para su uso en la alimentación humana (Durán et al, 2012). Además, no afectan a la concentración de glucosa en sangre por lo que es muy recomendable para personas diabéticas (Yadav et al., 2011) y no aportan calorías a la dieta (Durán et al., 2012).

El rebaudiosido A es un tipo de glucósido producido por las hojas que posee gran importancia puesto que es el causante del sabor mientras que el esteviosido, otro tipo de glucósido, es de gran interés ya que es el responsable del regusto amargo (Yadav et al., 2011).

La estevia es 300 veces más dulce que la sacarosa y también está orientada a usos medicinales (Durán et al., 2012).

## II. JUSTIFICACIÓN

### II.1. Perfil del consumidor

En el presente trabajo se han preparado formulaciones de galletas funcionales formuladas con quínoa y tagatosa y estevia como fuente de azúcares y harina de quínoa como una fuente de proteínas de alto valor biológico.

El perfil del consumidor al que va dirigido estas galletas son personas diabéticas. Hay muchos tipos de galletas pero en este trabajo se ha basado en las “tipo María” puesto que según diferentes tipos de estudios de consumo este tipo de galletas son “las de toda la vida” y las que tienen una mayor cuota del mercado tradicional.

Además, este tipo de galletas son un producto que por sus características se pueden acoplar perfectamente a los hábitos de los más jóvenes puesto que son fáciles de llevar, se pueden consumir en cualquier lugar: excursiones, en el patio del colegio; son una buena fuente de nutrientes para el desayuno y/o merienda y debido la adición de tagatosa ó estevia sus padres pueden estar más tranquilos acerca del control de los niveles de glucosa ya que existen evidencias que estos azúcares no provocan picos de glucosa por su bajo índice glicémico.

También puede ir dirigido hacia personas adultas que sean diabéticas por las mismas razones: son productos de conveniencia (se pueden consumir en diferentes situaciones y momentos del día), y son una excelente fuente de nutrientes para mantener la energía necesaria ante un día duro y atareado. Y por supuesto, los niveles de glucosa estarán controlados por la combinación de ingredientes seleccionados.

## II.2. Relación del TFG con los estudios del grado

Los conocimientos adquiridos estos años durante la realización del grado han sido de gran ayuda a la hora de realizar este Trabajo Final de Grado. Así, las asignaturas relacionadas con la nutrición humana y la dietética me han permitido conocer mejor las características de la quínoa y sus beneficios al consumirla. Para poder discutir los resultados de las diferentes formulaciones y conocer la posible existencia de diferencias significativas entre ellas me han sido útiles los conocimientos adquiridos en estadística. Y para el estudio de las características de textura y de color, los conocimientos de las propiedades físicas y químicas de los alimentos han sido fundamentales.

En el caso de que el trabajo continuase y el producto se comercializase, los conocimientos relacionados con el procesado, envasado y marketing que he adquirido a lo largo del grado serían de gran utilidad.

Otro aspecto que hubiese sido importante haber estudiado durante el grado es la búsqueda de fuentes bibliográficas ya que a la hora de realizar el TFG se carece de experiencia en este tema y es complicado conocer por dónde comenzar y qué fuentes son las más apropiadas para el desarrollo del trabajo.

## III.OBJETIVOS

### III.1. Objetivo general

El objetivo de este proyecto es el diseño de un nuevo tipo de galletas aptas para diabéticos, con alto valor nutricional.

### III.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos establecidos para alcanzar el objetivo general anteriormente mencionado fueron:

- Estudiar las características de las galletas formuladas con sustitutos de azúcar: tagatosa y estevia.
- Mejorar el perfil proteico de las galletas formuladas sustituyendo 20% la harina de trigo por harina de quínoa.
- Evaluación sensorial de los productos formulados.



## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### IV.1. Plan de trabajo

Para llevar a cabo dichos objetivos se diseñó el siguiente plan de trabajo con las actividades descritas a continuación:

1. Revisión bibliográfica de los siguientes temas: productos horneados (galletas), sustitutos del azúcar, y análisis sensorial.
2. Selección de las harinas sustitutivas de la harina de trigo: se evaluó la funcionalidad de diferentes tipos de harinas (trigo, quínoa, maíz y soja) mediante la determinación de la capacidad espumante y gelificante, con la finalidad de seleccionar la harina la más adecuada como sustituta parcial en la elaboración de galletas
3. Elaboración de galletas tipo “maría” con sustitución parcial de la harina de trigo por la harina seleccionada en la fase anterior y adición de estevia y tagatosa.
  - a. Estudio de los parámetros físico-químicos (textura y color).
  - b. Caracterización del perfil sensorial y aceptación del producto por parte de los consumidores

### IV.2. Materias primas

Para la elaboración de las galletas convencionales se utilizó harina de trigo (Aragonesa, Castellón, España), mantequilla (Hacendado, Valencia, España), azúcar blanco (Azucarera española) y huevos (adquiridos en un supermercado local).

La formulación con quínoa y azúcar se elaboró con harina de quínoa (Q´omer Bioactive Ingredients S.L., Paterna, España), con grasa vegetal Crisco® (The J.M. Smucker Company, Ohio, USA) y azúcar blanco (Azucarera española).

La formulación con quínoa y tagatosa se elaboró con harina de quínoa (Q´omer Bioactive Ingredients S.L., Paterna, España), con grasa vegetal Crisco® (The J.M. Smucker Company, Ohio, USA) y tagatosa (Dambert Nutrition, Heusden, Bélgica) y estevia (Auchan, Croix, Francia).

La formulación con quínoa y stevia se elaboró con harina de quínoa (Q´omer Bioactive Ingredients S.L., Paterna, España), con grasa vegetal Crisco® (The J.M. Smucker Company, Ohio, USA) y estevia (Auchan, Croix, Francia).

La grasa vegetal Crisco® tiene varios usos como hacer el fondant más flexible mientras se extiende además de prevenir que la pasta de goma se pegue a la superficie de trabajo. Una taza de manteca vegetal Crisco más dos cucharadas de agua equivale a una taza de

mantequilla o margarina. Este producto se utiliza en lugar de la mantequilla para evitar que las galletas adquirieran un sabor similar al de las típicas galletas danesas.

Se puede aumentar ligeramente la cantidad de tagatosa en función del gusto del consumidor. Una cucharada de tagatosa posee el mismo poder edulcorante que dos cucharadas de azúcar.

Una cucharadita de polvo de stevia (0,5g) tiene el mismo poder edulcorante que 3,5 gramos de azúcar.

## IV.3 MÉTODOS

### IV.3.1. Caracterización de las harinas

Las harinas alternativas constituyen una fuente innovadora para formular alimentos. El término “Harinas compuestas” se usa para indicar todo tipo de producto 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 creado por 1964 por la FAO que lo define 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 quínoa se realizó determinando las siguientes propiedades funcionales: capacidad espumante y gelificante.

#### IV.3.1.1. Capacidad y estabilidad espumante

La determinación de la capacidad y estabilidad espumante se realizó siguiendo el protocolo descrito por Narayana y Rao (1982) con pequeñas modificaciones. (Akubor y Chukwu, 1992)

Se mezclaron dos gramos de cada harina con 50 mL de agua destilada a 30°C en un cilindro de 100 mL agitando con un IKA T25 digital ULTRA TURRAX (Staufen, Germany) con una velocidad de 6'0 rpm durante 5 minutos.

Seguidamente se midió el volumen inicial (inmediatamente tras la agitación) y a los 30 segundos se calculó la capacidad espumante (FC) (foaming capacity) (ecuación 1)

$$FC = \frac{\text{volumen espuma después agitar} - \text{volumen espuma antes agitar}}{\text{volumen espuma antes agitar}} \times 100 \quad (\text{ecuación 1})$$

A los 60 minutos, se volvió a medir el volumen resultante y se calculó la estabilidad de la espuma (FS) (foaming stability) mediante la ecuación 2.

$$FS = \frac{\text{volumen espuma después agitar} - \text{volumen espuma antes agitar}}{\text{volumen espuma antes agitar}} \times 100 \quad (\text{Ecuación 2})$$

#### IV.3.1.2. Capacidad gelificante

La capacidad gelificante se midió en base a la concentración mínima de gelificación utilizando el método de Coffman y García (1977), modificado por Akubbor y Chukwu (1999). A tal efecto, se prepararon suspensiones con diferentes concentraciones de harina en agua destilada: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 30% (w/v) en tubos de ensayo que contenían 5 mL de agua destilada. Seguidamente, los tubos se introdujeron una hora en un baño de agua a 100°C posteriormente se enfriaron rápidamente en una corriente de agua fría y se almacenaron a 10°C durante 2 horas.

La concentración mínima de gelificación se corresponde con la concentración correspondiente al primer tubo de ensayo en el que se observa solidificación de la mezcla harina/agua y al invertir el tubo no se observa deslizamiento.

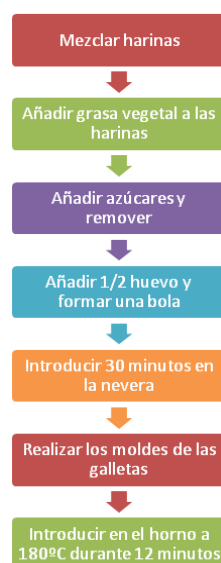
La concentración mínima de gelificación se determina mediante la ecuación 3.

$$\text{Concentración mínima de gelificación (\%)} = \frac{\text{Masa}}{V} = \frac{\text{Masa soluto(g)}}{V \text{ don}} \quad (\text{ecuación 3})$$

#### IV.3.2. Proceso de elaboración de las galletas

La elaboración de las galletas se puede realizar de distintas formas dependiendo de qué tipo de galletas se quiera elaborar. En este proyecto se formularon galletas “tipo María” utilizando una mezcla de harina de trigo y harina de quínoa al 80 y 20 % respectivamente. El proceso seguido se muestra en la figura 2.

Se prepararon 4 formulaciones (tabla 4): (C) formulación control a base de harina de trigo, mantequilla, azúcar y huevos; (QA) con harina de trigo y quínoa, grasa vegetal, azúcar y huevos; (QS) con los mismos ingredientes que la anterior pero sustituyendo el azúcar por estevia y la formulación (QT) con los mismos ingredientes que las anteriores pero utilizando en este caso el edulcorante tagatosa como sustituto del azúcar.



**Figura 2.** Diagrama de flujo del proceso seguido para la elaboración de galletas.

**Tabla 4.-** Formulaciones de galletas testadas

Ingredientes	Formulaciones (cantidades en gramos)			
	C	QA	QS	QT
Harina de trigo	65	52	52	52
Harina de quínoa	-	13	13	13
Mantequilla	30	-	-	-
Grasa vegetal	-	30	30	30
Azúcar	30	30	-	-
Estevia	-	-	4	-
Tagatosa	-	-	-	15
Huevos	17,5	17,5	17,5	17,5

Notas: FC: Harina de trigo, mantequilla, azúcar, huevos; FQA: Harina de trigo, harina de quínoa, grasa vegetal, azúcar, huevos; FQS: Harina de trigo, harina de quínoa, grasa vegetal, estevia, huevos; FQT: harina de trigo, harina de quínoa, grasa vegetal, tagatosa, huevos

### IV.3.3. Caracterización de las galletas

La caracterización de las galletas se realizó en base a sus propiedades texturales y colorimétricas. Posteriormente se analizaron organolépticamente.

#### IV.3.3.1. Propiedades texturales

Los datos instrumentales se procesaron utilizando el programa Texture Exponent 32 v 1.0 (Stable Micro Systems, Surrey, UK).

Para la determinación de los parámetros texturales se utilizaron las técnicas instrumentales de flexión en un punto y punción. Las compresiones se efectuaron bajo las siguientes condiciones operativas: velocidad de pre-ensayo  $1 \text{ mm s}^{-1}$ , velocidad de ensayo  $0,50 \text{ mm s}^{-1}$ , velocidad de post-ensayo  $10 \text{ mm s}^{-1}$ , fuerza  $0,05 \text{ N}$ , distancia  $20 \text{ mm}$  y tiempo de recuperación de 5 segundos.

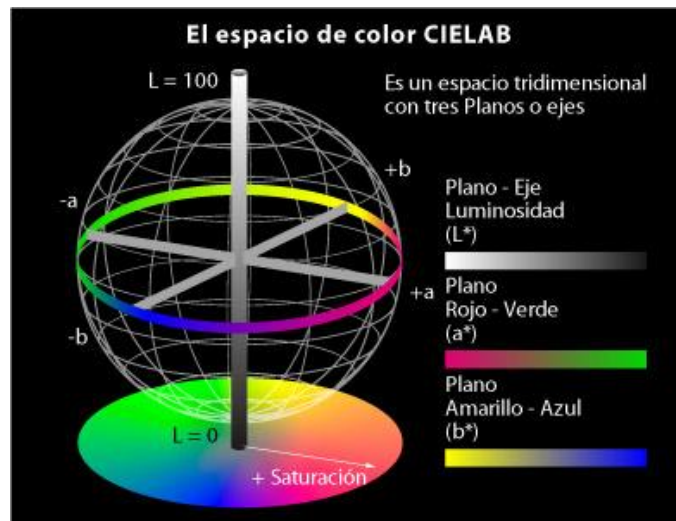
-El **ensayo de punción** mide la fuerza necesaria para hacer penetrar un punzón en un alimento hasta que alcanzar el umbral de fluencia (tensión que corresponde al inicio de la deformación plástica). Se utilizó un cilindro de 2 milímetros. La profundidad de penetración es constante en la mayoría de 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).

-El **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 galletas, barras de chocolate y pasta entre otros (Bourne, 1982).

#### IV.3.3.2. Color

Para la medición instrumental de esta propiedad óptica se utilizó un espectrocolorímetro Minolta CM-700d (Minolta Co., Tokyo, Japan) obteniendo las coordenadas CIE-L\*a\*b\* con un iluminante estándar D65 y un observador o ángulo de visión estándar de 10°. Se realizaron 9 mediciones a cada formulación.

L\* representa la medida de luminosidad, a\* representa una medida del contenido de rojo o de verde de un color y b\* representa una medida del contenido de amarillo o de azul de un color (Martínez et al., 2007). Hay que tener en cuenta, que a partir de las coordenadas colorimétricas, se calcularon las coordenadas psicofísicas de tono (h<sup>a\*</sup>) (ecuación 4) y croma (C<sup>a\*</sup>) (ecuación 5). El espacio de color CIE L\*a\*b\* está representado en la figura 3.



**Figura 3.-** Espacio de color CIE L\*a\*b\*

$$h^* = \arctg \frac{b^*}{a^*} \quad (\text{ecuación 4})$$

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

Desde el punto de vista del consumidor, que un producto posea unos determinados valores de  $a^*$ ,  $b^*$  y  $L^*$  carece de interés. Cuando estas coordenadas adquieren importancia es cuando se desea obtener numéricamente la diferencia de color ( $\Delta E$ ) (Martínez et al., 2007), esta se obtiene según la ecuación 6:

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

#### IV.3.3.3 Análisis sensorial

Se realizó un análisis sensorial de distintas formulaciones de galletas cuya finalidad fue evaluar la preferencia de los catadores frente a los productos elaborados. El análisis sensorial se realizó con cuatro formulaciones: C (fórmula control), QT (fórmula con 20% quínoa y tagatosa), QA (fórmula con 20% quínoa y azúcar) y QS (fórmula con 20% quínoa y estevia) para estudiar las diferencias sensoriales.

Se utilizó un panel de consumidores formado por 30 catadores de los cuales 25 eran del sexo femenino y 5 masculinos con edades comprendidas entre 23 y 47 y con una media de edad de 30 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 (apariencia, color, aroma, esponjosidad, textura en boca, sabor, dulzor y valoración general del producto) (anexo B). De forma previa y complementaria se realizó un test de consumo (anexo A)

#### IV.3.4. Análisis estadístico

El análisis estadístico de los resultados se efectuó mediante el análisis de la varianza ANOVA con un nivel de confianza del 95%. El paquete estadístico utilizado fue Statgraphics Centurion XV versión 15.2.06 (Manugistics Corp., Rochville E.E.U.U).

## V.RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### V.1. Caracterización de las harinas

Se realizó la caracterización de las harinas de soja, trigo, maíz y quínoa para definir las propiedades que poseen, ya que son unas de las más comunes en nuestro mercado. Para ellos se han realizado dos experimentos: estudio de la capacidad y de la estabilidad espumante y estudio de la concentración mínima de gelificación.

#### V.1.1. Capacidad y estabilidad espumante

Algunos autores (Akinyato et al., 1998) han relacionado una buena capacidad espumante con la flexibilidad de las moléculas de proteína, con la reducción de la tensión superficial y con una alta cantidad de proteína globular ordenada, lo cual dificulta relativamente la desnaturalización superficial, que es la que lleva a una baja formación de espuma. La exposición de los aminoácidos en la fase acuosa favorece la solubilidad, las emulsiones y las propiedades espumantes (Kinsella, 1979). El aporte proteico por cada 100 gramos en las distintas harinas se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5.-**Aporte proteico por cada 100 gramos de las distintas harinas

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

FAO(2013)

Los resultados obtenidos para la determinación de la capacidad espumante muestran una nula capacidad de las harinas de maíz y soja, mientras que la que mayor capacidad espumante posee es la harina de trigo (harina 6). Respecto a la estabilidad espumante, los resultados indican una escasa estabilidad para la harina de trigo mientras que el resto de harinas carece de esta propiedad funcional.

**Tabla 6-**Resultados de los estudios de capacidad y estabilidad espumante

	MAÍZ	SOJA	TRIGO	QUÍNOA
Capacidad Espumante	0	0	4,2±0,7	0,4±0,06
Estabilidad Espumante	0	0	0,5±0,2	0

La razón por la que las harinas son capaces de producir espuma es debido a que las proteínas de las harinas poseen una superficie activa. Las proteínas solubles pueden reducir la tensión superficial en la interfase entre las burbujas de aire y el líquido que las rodea, de esta forma, se obstruye la coalescencia. Además, las moléculas de las proteínas pueden desplegarse e interactuar unas con otras para formar una película o multicapa, incrementando la flexibilidad de la interfase aire-líquido. Como resultado, es más difícil la rotura de las burbujas y la espuma es más estable (Adebowale & Lawal, 2004).

Las capacidades espumantes elevadas pueden ser atribuidas al aumento de la flexibilidad de la proteína, la cual se difunde con mayor rapidez en la interfase aire-agua encapsulando partículas de aire, favoreciendo así la formación de espuma (Aluko & Yada, 1995). La capacidad espumante está relacionada con la capacidad de aireación de las masas, luego las masas elaboradas con harina de maíz, soja y quínoa se esperan con una aireación menor que las tradicionales de trigo y esto se verá relacionado con la textura de los productos.

### V.1.2. Concentración mínima de gelificación

Los resultados obtenidos para la concentración mínima de gelificación para las distintas harinas en este estudio se muestran en la tabla 7. La concentración mínima de gelificación, es decir, la capacidad de gelificación es una propiedad físico-química que está asociada a la proporción de los diferentes constituyentes tales como proteínas, carbohidratos y lípidos de las harinas (Aguilera, 2009).

**Tabla 7-**. Resultados obtenidos del estudio de la concentración mínima de gelificación:

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

En las proteínas de trigo al formar gel con agua y ser sometidas a calentamiento y enfriamiento, estos provocan que se forme mayor cantidad de enlaces de hidrógeno permitiendo la colocación paralela de las proteínas. Como resultado, las moléculas de agua retenida son expulsadas al exterior de la red y se produce la cristalización de las proteínas.

Respecto a la quínoa, pese al alto valor biológico de sus proteínas, estas no son capaces de resistir procesos térmicos largos y enfriamientos bruscos por lo que la formación de los cristales es bajo. Mientras que en las proteínas de maíz se puede observar que al contener menor cantidad de proteínas, no son capaces de alinearlas y formar enlaces de hidrógeno lo que deriva que no cristalicen con facilidad y el agua en la red se mantenga. La concentración



proteica (presencia de proteínas globulares) determina la formación y firmeza del gel (Granito et al., 2004).

## V.2. Caracterización de las galletas

En este apartado se analizan los parámetros texturales, de color y sensoriales de cuatro formulaciones de galletas: la control (C) a base de harina de trigo y utilizando como edulcorante azúcar y las que combinaban harinas trigo y quínoa con incorporación de diferentes edulcorantes siendo estos azúcar (QA), estevia (QS) y tagatosa (QT).

### V.2.1 Textura

La textura es el parámetro de calidad de mayor importancia para el consumidor de productos horneados. Se puede definir 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 aceptación o el rechazo por parte de los consumidores se encuentran determinada en gran medida, en el caso del producto objeto de este trabajo, por la textura que posee el producto. De este modo, es básico estudiar las propiedades mecánicas de las diferentes formulaciones

Los resultados obtenidos para los ensayos de punción y flexión realizados a las distintas formulaciones se muestran en la tabla 8 y figura 4.

El objetivo del ensayo de punción es la determinación de la dureza de alimentos de ensayos de penetración.

**Tabla 8.** Ensayos de punción y flexión para las distintas formulaciones de galletas:

Muestras	ENSAYO DE PUNCIÓN	ENSAYO DE FLEXIÓN	
	Fuerza (g)	Fuerza Máxima(g)	Área Curva(g/s)
C	723±190 <sup>a</sup>	1029±45 <sup>a</sup>	2645±764 <sup>a</sup>
QA	765±56 <sup>b</sup>	2240±526 <sup>b</sup>	4665±914 <sup>b</sup>
QS	622±68 <sup>c</sup>	2732±1392 <sup>c</sup>	9525±3480 <sup>c</sup>
QT	889±28 <sup>d</sup>	4481±723 <sup>d</sup>	8623±5320 <sup>d</sup>

C: control (harina de trigo y azúcar), QA: harina de trigo+quínoa y azúcar, QS: harina de trigo+quínoa y estevia, QT: harina de trigo+quínoa y tagatosa.

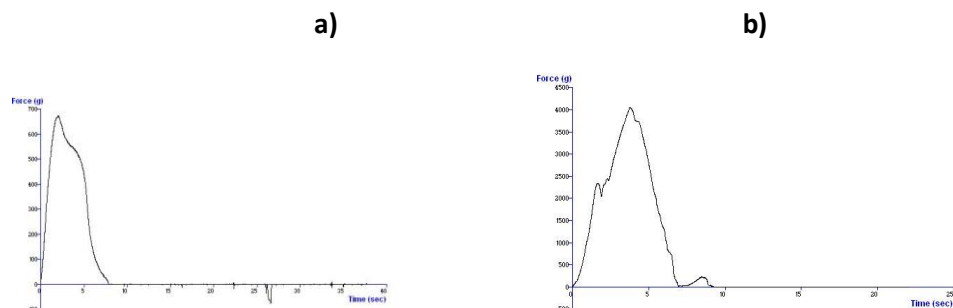
En el caso de las galletas estudiadas se trata de comprobar si existen diferencias significativas en la dureza de la formula control y las fórmulas elaboradas con harina de quínoa al 20% utilizando como edulcorantes azúcar(QA), tagatosa (QT) y estevia (QS) y comparando la fuerza máxima necesaria para penetrar los productos. Como se puede comprobar en la tabla 8, existen diferencias significativas de todas las formulaciones con harina de quínoa respecto a la formula elaborada con harina de trigo. No obstante, las muestras elaboradas con harina de quínoa y azúcar fueron las que más se asemejaron a las muestras control. Mientras que las galletas elaboradas con harina de quínoa y tagatosa presentaron los valores de fuerza más elevados respecto al control y las que contenían estevia mostraron valores inferiores.

El ensayo de flexión es adecuado para materiales quebradizos, tales como galletas, tabletas de chocolate o pastas. La resistencia a la flexión permitiría averiguar la influencia que tienen la humedad, el tiempo y la temperatura de cocción en las características del producto.

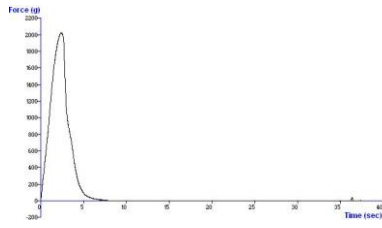
El objetivo de el ensayo de flexión es comprobar si existen diferencias significativas entre la formula control y las fórmulas elaboradas con harina de quínoa al 20% y tagatosa y estevia según la fuerza máxima y el área bajo de la curva. La fuerza máxima ejercida es la fuerza necesaria para fracturar el producto mientras que el área está relacionada con el trabajo que hay que aplicar para flexionar la galleta, es decir, a más área más dificultad de doblar la galleta. Al igual que para el ensayo de punción, se observaron diferencias significativas entre todas las formulaciones testadas. No obstante, y al igual que se observó en el ensayo de punción, las muestras elaboradas con harina de quínoa y azúcar fueron las que más se asemejaron a las muestras control. Discutir que formulación se aleja más de la control.

Se puede concluir, que tanto la utilización de distintas harinas como de distintos edulcorantes tiene gran repercusión en los ensayos de función y flexión. Esto significa que los resultados varían en función de las harinas y edulcorantes utilizados en la elaboración de las galletas. La fórmula más parecida al control llevaría quínoa y azúcar aunque en este caso no podría ser empleada para la alimentación de diabéticos, evidentemente.

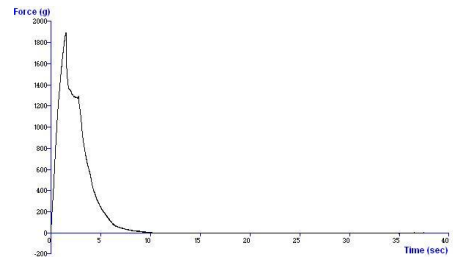
**Figura 4.** Ensayos de flexión de las muestras elaboradas con: a) harina de trigo y azúcar (control), b) harina de trigo+quínoa y azúcar (QA) c) harina de trigo+quínoa y estevia (QS) y d) harina de trigo+quínoa y tagatosa (QT).



c)

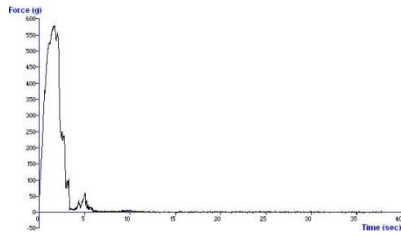


d)

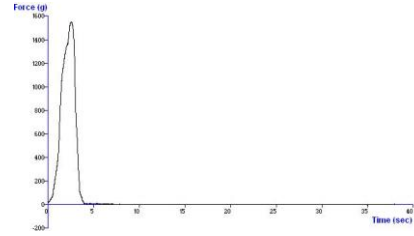


**Figura 5.** Ensayos de punción de las muestras elaboradas con: a) harina de trigo y azúcar (control), b) harina de trigo+quinoa y azúcar (QA), c) harina de trigo+quinoa y estevia (QS) y d) harina de trigo+quinoa y tagatosa (QT)

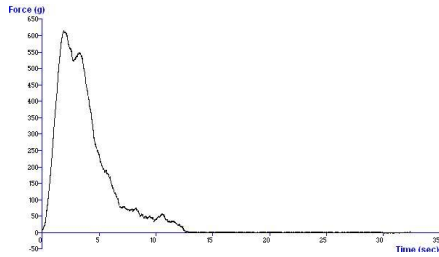
a)



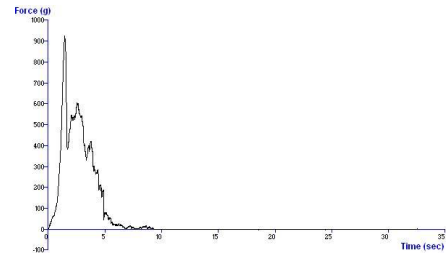
b)



c)



d)



## V.2.2. Color

En la tabla 9 se muestran los valores medios de  $L^*a^*b^*$  y de las coordenadas psicométricas: tono (h) y croma(C) y  $\Delta E$  (diferencia de color).

**Tabla 9.-** Parámetros de color para las distintas formulaciones de galletas

	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$H^*$	$C^*$	$\Delta E$
<b>FC</b>	65,21± 8,95 <sup>a</sup>	3,01±1,25 <sup>a</sup>	24,67±1,43 <sup>a</sup>	1,45 <sup>a</sup>	24,85 <sup>a</sup>	0
<b>FQT</b>	55,96±10,38 <sup>b</sup>	5,89± 1,28 <sup>b</sup>	26,64±3,63 <sup>b</sup>	1,35 <sup>a</sup>	27,28 <sup>b</sup>	10
<b>FQA</b>	61,58±12,65 <sup>a</sup>	2,78± 0,5 <sup>a</sup>	23,14±3,43 <sup>a</sup>	1,45 <sup>a</sup>	23,3 <sup>a</sup>	4
<b>FQS</b>	55,7 ± 16,66 <sup>b</sup>	6,07±3,19 <sup>b</sup>	25,44±4,46 <sup>ab</sup>	1,34 <sup>a</sup>	26,15 <sup>ab</sup>	10

C: control (harina de trigo y azúcar), QA: harina de trigo+quínoa y azúcar, QS: harina de trigo+quínoa y estevia, QT: harina de trigo+quínoa y tagatosa.

Nota: Misma letra en la misma columna significa que no hay diferencias significativas

La luminosidad de las galletas control (C) y de las formuladas con harina de trigo-quínoa y azúcar (QA) fue similar puesto que no se observaron diferencias estadísticamente significativas, mientras que con las otras formulaciones sí que existieron. Por lo que se puede deducir que el uso de un edulcorante u otro influye en  $L^*$ . Estos resultados se repiten con los valores  $a^*$  en cambio, los valores de  $b^*$  presentan diferencias estadísticamente significativas únicamente en el caso de las muestras que llevaban incorporada tagatosa respecto a las otras formulaciones. Por tanto se concluye que el uso de tagatosa influye en esta coordenada mientras que el uso de un tipo de harina o de otra no influyó.

La formulación cuya diferencia de color ( $\Delta E$ ) es menor respecto a la estándar (C) es QA, es decir, en términos colorimétricos es más similar a la fórmula control que el resto. No obstante, en todos los casos las diferencias de color serían apreciables si se considera la siguiente escala (referencia):

$\Delta E < 1,5$  = Pequeñas diferencias;  $1,5 < \Delta E < 12$  = Diferencias apreciables;  $\Delta E > 12$  = Muy apreciables

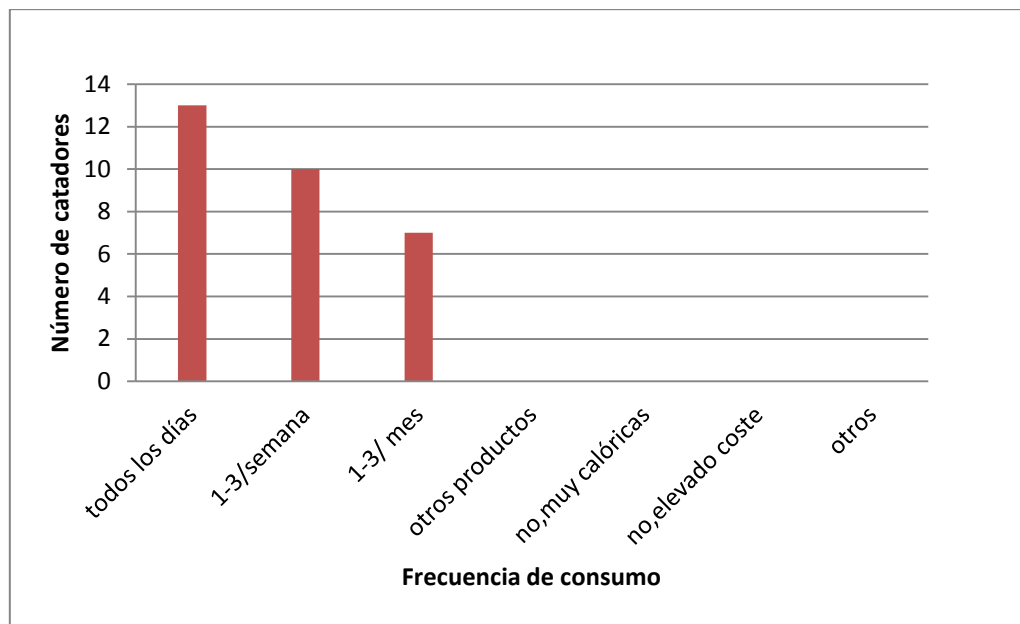
Previamente al análisis sensorial se realizó un test de consumo (anexo A). Posteriormente se efectuó el análisis sensorial (anexo B).

## V.2.3 Análisis sensorial

### V.2.3.1. Test de consumo

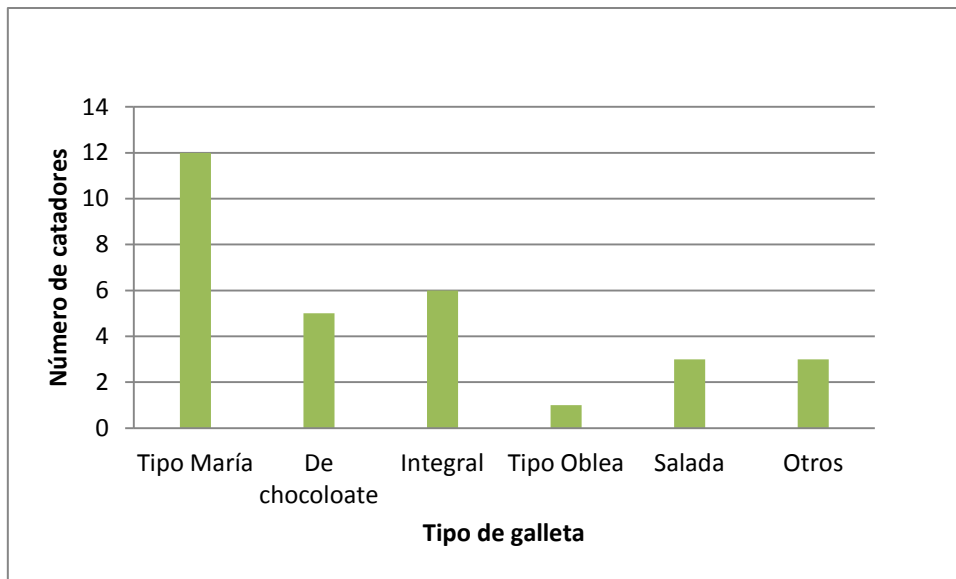
Las galletas son un producto que, como se ha dicho anteriormente, son consumidas por la mayoría de la población o prácticamente toda como ha quedado demostrado en el test de consumo. La primera pregunta, planteada en el test de consumo, era la asiduidad de consumo de galletas.

Trece personas contestaron que las consumían todos los días, seguido de “1-3 veces por semana” que fue elegida por 10 personas mientras que 7 personas optaron por la respuesta “1-3 veces al mes” (figura 6).



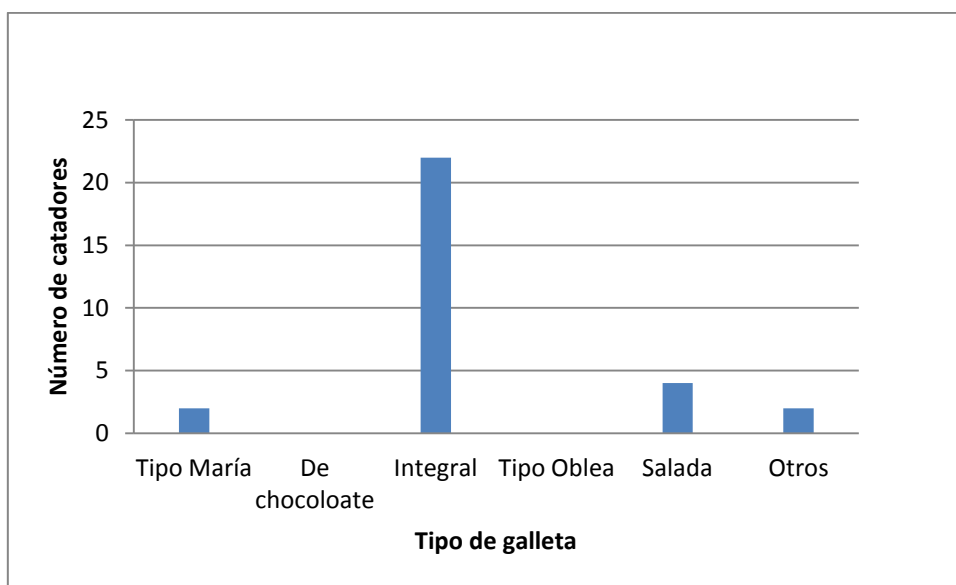
**Figura 6.-** Frecuencia de consumo

La segunda pregunta que se realizó fue el tipo de galletas que solían consumir. Doce catadores contestaron “tipo María” mientras que la segunda más elegida fue “Integral”, por 6 catadores. En tercer lugar se encuentra “De chocolate”, que fue seleccionada por 5 catadores seguido de “Salada” y “otros” ambas elegidas por 3 catadores. Cabe destacar que en “otros” las galletas nombradas fueron Digestive, Digestive chocolate y galletas de avena y chocolate. Como última opción se encuentra “Tipo Oblea”, elegida por un único catador (figura 7).



**Figura 7.-**Tipo de galletas consumidas con mayor asiduidad

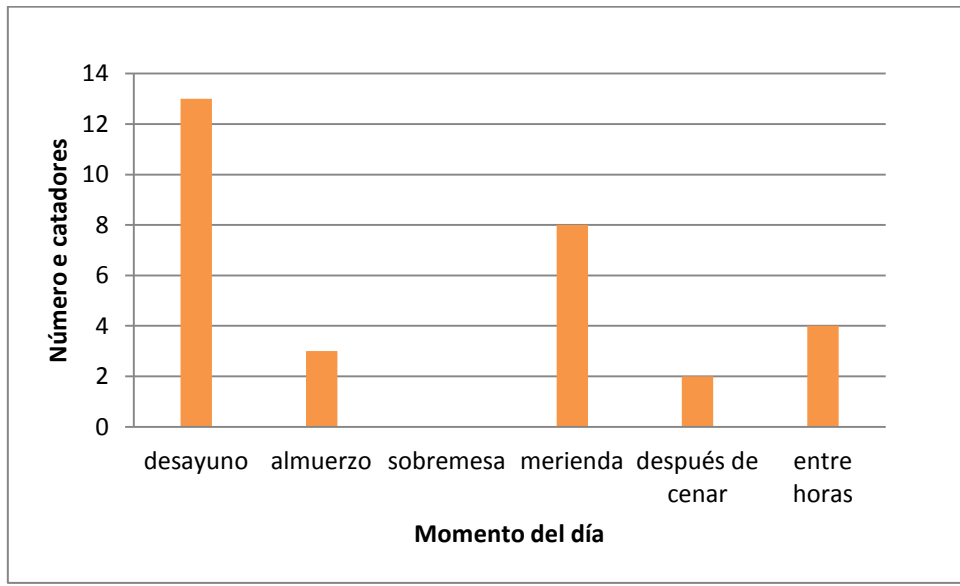
La tercera pregunta del test consumo estaba referida a qué tipo de galleta consideraban más sana. La mayoría de los catadores (22) contestaron que en su opinión, las galletas más sanas eran las integrales mientras que el resto opinaba que las más sanas eran las saladas (4), tipo María (1) y Digestive (1). Respecto a las Digestive, el catador dio una explicación al porque de su elección argumentando que en la composición incorporan aceite de oliva ó girasol en lugar de aceite de palma ó coco (figura 8).



**Figura 8.-** Tipo de galleta es considerada más sana

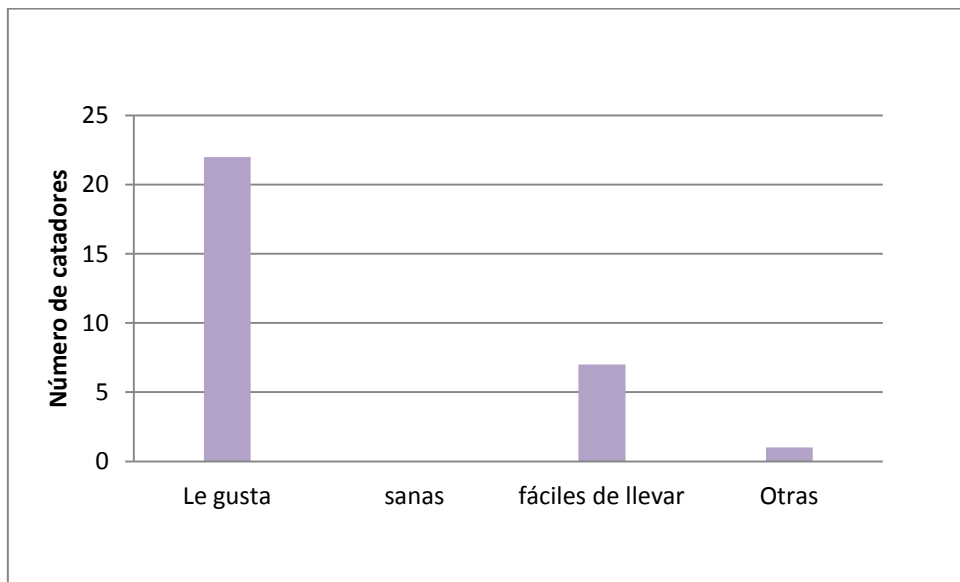
La cuarta pregunta del test de consumo se basaba en conocer las horas del día en las que consumían galletas. Destacan por encima del resto, la hora del desayuno y la merienda con 13

y 8 catadores, respectivamente. Luego se encuentra el consumo de galletas entre horas, seguido del almuerzo y por último, después de cenar (figura 9).



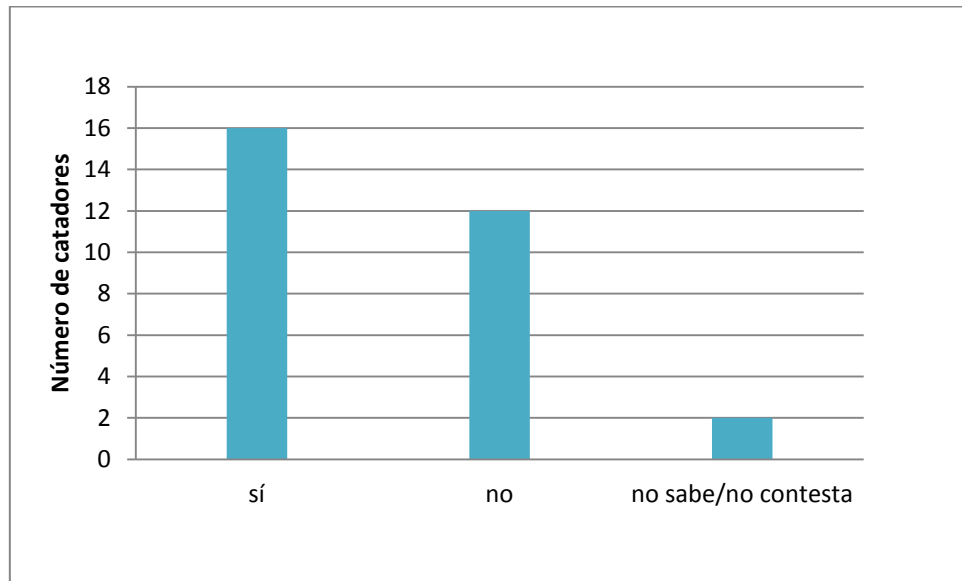
**Figura 9.-** Gráfica basada en la preferencia del momento del día para el consumo de galletas

La quinta pregunta hacía referencia a la razón del consumo de este producto por parte de los catadores. La mayoría del panel (22) optó por seleccionar la respuesta “le gusta” mientras que un catador argumentó que las consumía porque su hija lo hacía también. El resto las consume porque son fáciles de llevar (figura 10).



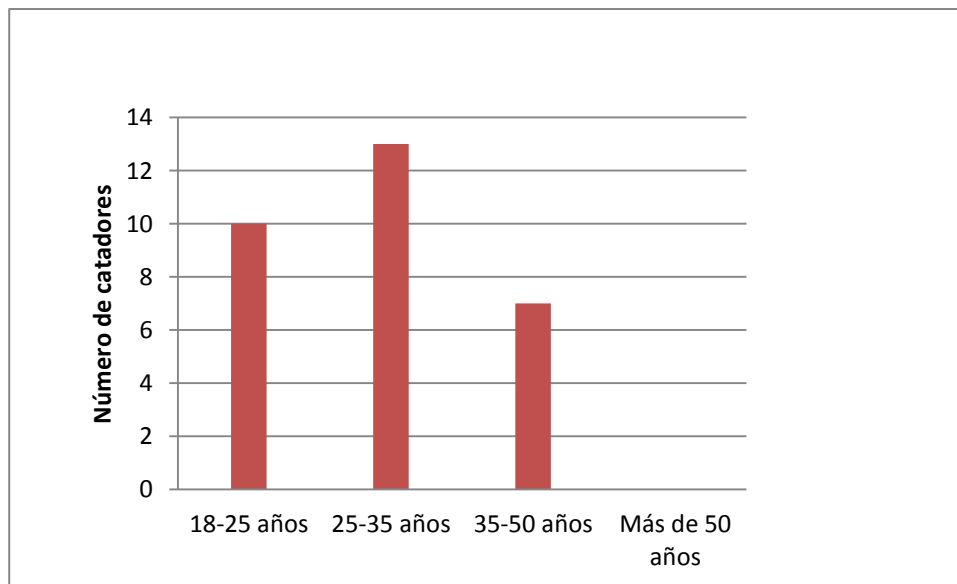
**Figura 10.-** Razón del consumo de galletas

La sexta pregunta cuestionaba si consideraban las galletas en general como un producto sano. La mayor parte de las respuestas se dividieron entre el “sí” con 16 y el “no” con 12. Por otra parte, 2 catadores no sabían posicionarse a un lado u otro (figura 11).



**Figura 11.-** Consideración de las galletas como un producto sano

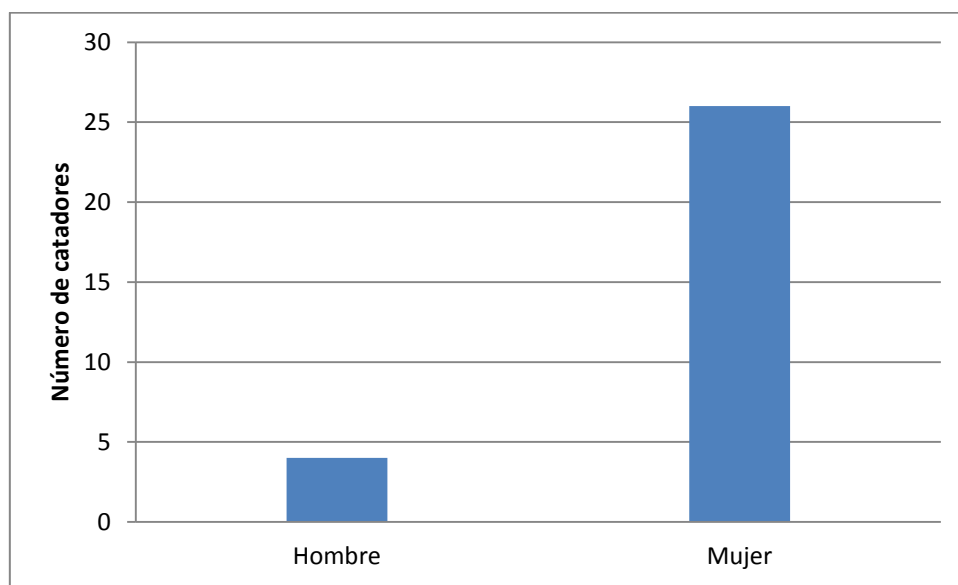
Un dato importante para terminar de completar el test es la edad. En este caso se realizaron distintos intervalos de edad y así poder agruparlos ordenadamente. Pese a estar los grupos más o menos nivelados, destaca el intervalo de 25-35 años con la presencia de 13 catadores mientras que de 18-25 años había 10 y del tercer grupo de 35-50 años estaban presente 7 catadores. No realizó el test ninguna persona mayor de 50 años (figura 12).



**Figura 12.-** Edad de los catadores



Otro dato importante es el género, de las 30 personas que realizaron el test, 25 de ellas eran mujeres (figura 13).

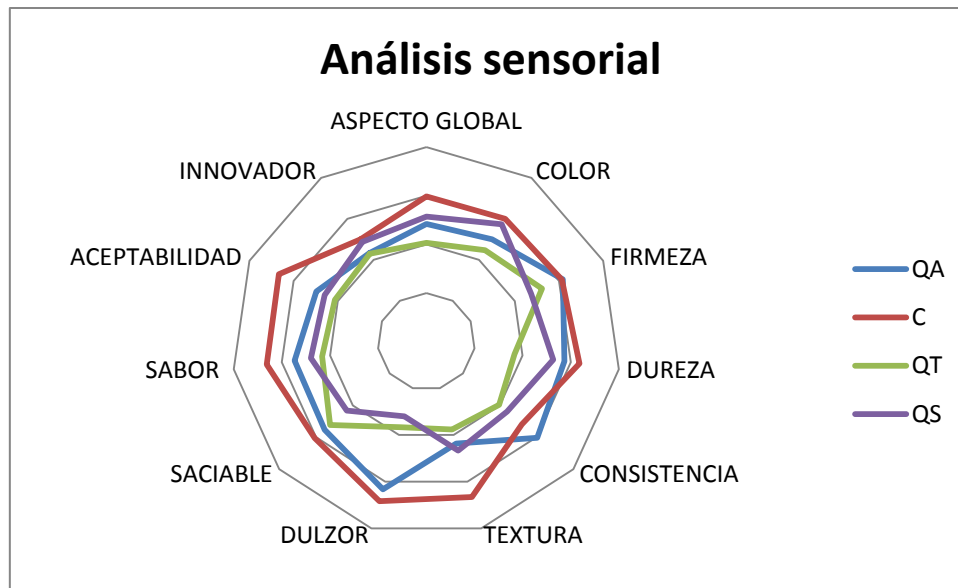


**Figura 13.-** Género de los participantes

Se realizó un análisis de la varianza simple, con el objetivo detectar si existían diferencias significativas entre las cuatro formulaciones. En todos los atributos estudiados existieron diferencias significativas, pese a que FC era la fórmula más diferente puesto que no contenía quínoa y estaba elaborada con mantequilla en algunos atributos no existían diferencias estadísticamente significativas entre FC y alguna de las otras mientras que si que existían entre las formulaciones elaboradas con quínoa y grasa vegetal. Así por ejemplo en el color FQS no posee diferencias significativas con FC y FQA en cambio, entre éstas dos últimas sí que existían diferencias significativas. La textura difería entre FC y el resto. Respecto a la firmeza FQA, FC y FQT no poseían diferencias estadísticamente significativas ellas mientras que FQA y FC sí que poseían con FQS. En lo referente a la dureza no existían diferencias estadísticamente significativas entre FQA y FC y entre FQA y FQS; se encontraron diferencias significativas en dulzor entre FC y FQA pese a estar elaboradas ambas con azúcar. Respecto a si el producto resultaba saciable y el grado de aceptabilidad, todas las muestras a excepción de FQS no presentaban diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

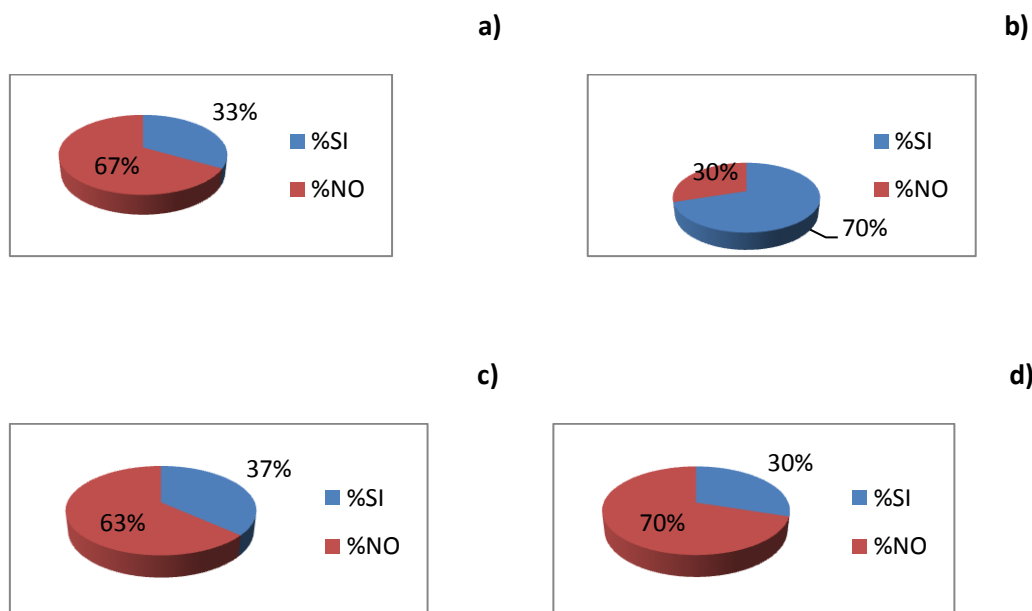
### V.2.3.2. Análisis sensorial

En la tabla 10 y figura 14 se muestran los resultados del análisis sensorial realizado con las cuatro formulaciones de galletas elaboradas en en este trabajo.



**FIGURA 14.** Representación de los resultados obtenidos en el análisis sensorial con la escala hedónica.

La última cuestión formulada en el análisis sensorial era conocer el interés de compra del producto (figura 15), cuyas respuestas era “sí” o “no”.



**Figura 15-** Interés de compra (% de catadores) para las distintas formulaciones de galletas: a) harina de trigo y azúcar (control), b) harina de trigo+quínoa y azúcar (QA), c) harina de trigo+quínoa y estevia (QS) y d) harina de trigo+quínoa y tagatosa (QT).

**Tabla 10.-Puntuaciones para atributos evaluados para las distintas formulaciones de galletas**

ATRIBUTOS/FORMULACIONES	QA	C	QT	QS
<b>ASPECTO GLOBAL</b>	4,83±1,44 <sup>a</sup>	5,97±2,16 <sup>b</sup>	4,07±1,87 <sup>a</sup>	5,13±1,74 <sup>ab</sup>
<b>COLOR</b>	5,00±1,66 <sup>ac</sup>	6,00±2,18 <sup>b</sup>	4,47±1,96 <sup>a</sup>	5,73±1,84 <sup>bc</sup>
<b>FIRMEZA</b>	6,17±1,82 <sup>a</sup>	6,13±1,89 <sup>a</sup>	5,23±2,31 <sup>ab</sup>	4,73±1,46 <sup>b</sup>
<b>DUREZA</b>	5,73±1,95 <sup>ac</sup>	6,37±1,45 <sup>a</sup>	3,67±2,09 <sup>b</sup>	5,27±1,91 <sup>c</sup>
<b>CONSISTENCIA</b>	6,03±2,09 <sup>a</sup>	5,2±1,62 <sup>ac</sup>	3,97±2,27 <sup>b</sup>	4,40±1,77 <sup>bc</sup>
<b>TEXTURA</b>	4,37±1,87 <sup>ac</sup>	6,67±1,37 <sup>b</sup>	3,77±1,91 <sup>a</sup>	4,67±1,32 <sup>c</sup>
<b>DULZOR</b>	6,33±1,63 <sup>a</sup>	6,83±1,53 <sup>a</sup>	3,67±1,99 <sup>b</sup>	3,20±1,58 <sup>b</sup>
<b>SACIABLE</b>	5,53±1,31 <sup>a</sup>	6,07±1,68 <sup>a</sup>	5,23±1,91 <sup>a</sup>	4,33±1,95 <sup>b</sup>
<b>SABOR</b>	5,47±2,08 <sup>a</sup>	6,63±1,85 <sup>b</sup>	4,33±2,19 <sup>c</sup>	4,80±1,13 <sup>ac</sup>
<b>ACEPTABILIDAD</b>	4,97±1,87 <sup>a</sup>	6,67±1,71 <sup>b</sup>	4,13±2,03 <sup>a</sup>	4,60±1,69 <sup>a</sup>
<b>INNOVADOR</b>	4,33±1,58 <sup>a</sup>	5,00±1,70 <sup>a</sup>	4,3±1,91 <sup>a</sup>	4,87±1,53 <sup>a</sup>
<b>INTERÉS DE COMPRA</b>	0,33±0,48 <sup>a</sup>	0,7±0,47 <sup>b</sup>	0,3±0,47 <sup>a</sup>	0,4±0,50 <sup>a</sup>

Nota: Misma letra en la misma fila significa que no hay diferencias significativas.

Se realizó un análisis de la varianza simple, con el objetivo detectar si existían diferencias significativas entre las cuatro formulaciones. Para todos los atributos estudiados existieron diferencias significativas. Pese a que la fórmula control (C) era la que más difería en composición puesto que no contenía quínoa y estaba elaborada con mantequilla, en algunos atributos no existían diferencias estadísticamente significativas entre el control y alguna de las otras formulaciones, mientras que sí que existían diferencias entre las formulaciones elaboradas con quínoa y grasa vegetal. Así por ejemplo en el color la formulación elaborada con quínoa y estevia no mostró diferencias significativas respecto al control y a aquella que contenía quínoa y azúcar, aunque entre éstas dos últimas sí que existían diferencias significativas. La textura difería entre la formulación control y el resto. Respecto a la firmeza, las galletas control y las elaboradas con quínoa y azúcar o tagatosa no presentaron diferencias estadísticamente significativas ellas mientras, mientras que si que se observaron diferencias entre las galletas control y las que contenían quínoa y azúcar respecto a las elaboradas con estevia. En lo referente a la dureza, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones con quínoa y azúcar respecto al control y a las que llevaban incorporadas estevia. En cuanto al dulzor, si que se detectaron diferencias estadísticas entre las galletas control y las formuladas con quínoa y azúcar pese a estar elaboradas ambas con azúcar. Respecto a si el producto resultaba saciable y el grado de aceptabilidad, todas las muestras a excepción de las que contenían quínoa y estevia no presentaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ).

La FC obtuvo las mejores puntuaciones en la mayoría de los atributos destacando en el aspecto global, dureza, dulzor, saciable, sabor y aceptabilidad. La FQA destacó en consistencia y junto a FC en firmeza, mientras que FQS fue bien valorado por su innovación (figura 14).

La fórmula control fue el producto que más convenció al panel de catadores puesto que 21 de los 30 comprarían el producto en el caso de que se comercializase, en cambio, las formulaciones con harina de quínoa no fueron tan bien valoradas: la que contenía estevia sería comprada por 11 personas de las 30 que participaron, la elaborada con azúcar por 10 y por último, la que contenía tagatosa como edulcorante por 9 catadores.

## VI.CONCLUSIONES

En este trabajo se ha estudiado el desarrollo de un producto horneado (galleta) dirigido al público diabético. Para ello se han evaluado los parámetros texturales, ópticos y sensoriales para diferentes formulaciones según el porcentaje de quínoa y la presencia de tagatosa y estevia. Las conclusiones que se extraen de la realización del trabajo son:

1. Desde el punto de vista textural, las galletas formuladas con quínoa presentan diferencias respecto a la fórmula estándar.
2. Desde el punto de vista colorimétrico, las galletas cuya formulación estaba diseñada con harina de quínoa difieren de la estándar, diseñada con harina de trigo. No obstante, la formulación con quínoa y azúcar es la que más se asemeja a los valores de referencia del estándar.
3. Desde el punto de vista organoléptico, se consiguió una buena aceptación para la formulación estándar (harina de trigo, mantequilla y azúcar) siendo valorada positivamente en la mayoría de los atributos. El resto de diseños, elaborados con harina de quínoa, grasa vegetal y distintos edulcorantes (azúcar, tagatosa y estevia), no fueron tan bien valorados. La formulación elaborada con harina de quínoa y azúcar destaca por su consistencia y firmeza.
4. Los resultados obtenidos para los parámetros texturales, ópticos y sensoriales mostraron que es necesario una mejora de las formulaciones con harina de quínoa.
5. En un futuro proyecto sería interesante elaborar galletas con distinto porcentaje de sustitución de la harina de quínoa (30, 40, 50 %) debido a su elevado perfil en aminoácidos esenciales. También destacaría la realización de un estudio del contenido proteico en formulaciones con y sin quínoa con el fin de verificar que al mezclar harina de trigo con harina de quínoa se obtiene un producto de mayor potencial nutricional.

## VII. 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.

Aluko, R.,Yada, R.(1995). Structure, function relationships of cowpea (*Vigna unguiculata*) globum 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.

Akintayo, E.; Oshodi,A.;Esuoso,K.(1998). Effects of NaCl, ionic strenght 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.

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.

Bosch,X.; Alfonso,F. ;Bermejo, J. (2002). Diabetes y enfermedad cardiovascular. Una mirada hacia la nueva epidemia del siglo XXI *Revista Española de Cardiología* 2002, 55(5):525-7

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

Calle, J. (2012). Tendencias actuales en galletas funcionales: reducción de calorías, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria-Cuba, 24-40

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.

Coultate,T.P.(1984). FOOD: The Chemistry of its Components, *The Royal Society of Chemistry*, 1984, Ed: Acribia, Zaragoza

Durán,A.;Rodríguez,M.P.;Cordón,K.;Record,J.(2012).Estevia(*stevia rebaudiana*), Edulcorante natural y no calórico, *Ev chil nutr*,39,203-206.

Espinosa, I.; Fogelfeld, L. (2010). Tagatose: from a sweetener to a new diabetic medication?. *Expert Opinion on Investigational Drugs*, 19(2):285-94

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/>

FUNDACIÓN PARA LA DIABETES, (2016) (Online) disponible en: <http://www.fundaciondiabetes.org/>  
<http://www.fundaciondiabetes.org/infantil/198/introduccion-alimentacion-ninos>

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

Guía Marco de Prácticas Correctas en el sector de fabricación de galletas (2009). PRÁCTICAS CORRECTAS en el sector de FABRICACIÓN DE GALLETAS *Orientaciones para la aplicación de la legislación en higiene y seguridad alimentaria, la implementación de sistemas de autocontrol y la creación de instrumentos de información. (Online) disponible en:* [http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/industria-agroalimentaria/Gu%C3%ADa\\_Marco\\_Pr%C3%A1cticas\\_Fabricaci%C3%B3n\\_de\\_galletas\\_tcm7-203291.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/industria-agroalimentaria/Gu%C3%ADa_Marco_Pr%C3%A1cticas_Fabricaci%C3%B3n_de_galletas_tcm7-203291.pdf) [Accessed 5 Sep. 2016].

Informe del consumo de alimentación en España (2014). (Online) Disponible en: [http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/informeconsumoalimentacion2014\\_tcm7-382148.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/informeconsumoalimentacion2014_tcm7-382148.pdf)

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

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

Langreo, A. (2001). Harinas, panes, galletas y bollos: el despegue de la calidad, *Distribución y consumo*, 11 (56): 35-53.

Levin, G.V. (2002). Tagatose, the new GRAS sweetener and health product, *Journal Medical Food*, 5(1):23-36.

Lu, Y.; Levin, G.V.; Donner, T.W.; (2008). Tagatose, a new antidiabetic and obesity control drug. *Diabetes Obesity and Metabolism*, 10(2):109-34

Maache-Rezzoug, Z.; Bouvier, J.M.; Alla, K.; Patras, C. (1989). Effect of Principal Ingredients on Rheological Behaviour of Biscuit Dough and on Quality of Biscuits. *Journal of Food Engineering*, 35, 23-42.

Manley, D.J.R. 1989. Tecnología de la Industria Galletera: galletas, crackers y otros horneados. Ed: Acribia, S.A. Zaragoza.

Martín Cerdeño, V.J. (2015) Consumo de dulces en España: Análisis de la demanda de bollería, pastelería, galletas, *Distribución y consumo*, (1):38-44

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

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

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.

OMS, 2016. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>

Real Decreto 1124/1982, de 30 de abril de 1982. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1982-13243>

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,M.P.; Morales, J.A.; Madrigal,E.O. (2009). Diabetes. Tratamiento nutricional. *Medicina Interna de México*, 5: 454-460

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.

Rosenthal, 2001. Relación entre medidas instrumentales y sensoriales de la textura de alimentos,*Textura de alimentos. Medida y percepción*,Acribia S.A, España, págs. 1-18

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.

SweetPress, 2014 (Online) disponible en: <http://www.sweetpress.com/galletas-salud-placer-y-versatilidad/>

Tejero, F. (2000). Los azúcares en las masas fermentadas. *Molinería y Panadería*.

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*.

Yasumatsu K.; Sawada K.; Moritaka S.; Misalei M.; Toda J.; Wada T.; Ishii, K. (1972). Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agricultural and Biological Chemistry*, 36(5):719–727.

Yadav,A.K.; Singh,S.; Dhyani, D.; Ahuja P. S. (2011). A review on the improvement of stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni)] *Canadian Journal of Plant Science*, 2011, 91(1): 1-27

## V.III.ANEXOS

### V.1.Anexo A

**Gracias por participar, su opinión es muy valiosa. Esta sesión tiene como objetivo evaluar la preferencia respecto a diferentes formulaciones de galletas. En primer lugar, para conocerle un poco más, le consultaremos según sus hábitos de consumo sobre este producto.**

¿Consume habitualmente galletas? (elija sólo la opción que se adapte mejor a su situación):

- Sí, todos los días. **1**
- Sí, habitualmente (1 a 3 veces por semana). **2**
- Sí, ocasionalmente (1 a 3 días al mes). **3**
- No, prefiero otros productos. **4**
- No, me parecen muy calóricas. **5**
- No, por su elevado coste. **6**
- No, otros motivos. Si desea puede especificar \_\_\_\_\_ **7**

¿Qué tipo de galletas consume?

- Tipo María **1**
- De chocolate **2**
- Integral **3**
- Tipo Oblea o Wafer **4**
- Salada **5**
- Otras: \_\_\_\_\_ **6**

¿Qué tipo de galletas le parecen más sanas?

- Tipo María **1**
- De chocolate **2**
- Integral **3**
- Tipo Oblea o Wafer **4**
- Salada **5**
- Otras: \_\_\_\_\_ **6**

¿En qué momento del día suele consumir galletas? (elija sólo la opción que se adapte mejor a su situación):

- Desayuno **1**
- Almuerzo **2**
- Sobremesa **3**
- Merienda **4**
- Después de cenar **5**
- Entre horas **6**
- Otras: \_\_\_\_\_ **7**



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

- Porque le gustan 1
- Porque son sanas 2
- Porque son fáciles de llevar 3
- Otras: \_\_\_\_\_ 4

¿Las considera un alimento sano y equilibrado?

- Sí 1
- No 2
- No sabe/no contesta 3

Puede indicarnos su edad:

- 18-25 años. 1
- 25-35 años. 2
- 35-50 años. 3
- Más de 50 años. 4

¿A qué género pertenece?:

- Hombre 1
- Mujer 2

## V.2.Anexo B

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

Muy poco atractivo	<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"/>	Muy atractivo
	1				5				9	

2. Valore los siguientes atributos:

Atributo	Valoración								
COLOR	<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	<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

### VALORACIÓN EN BOCA

3. **Después de probar,** valore los siguientes parámetros.

Atributo	Valoración								
DUREZA	<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				Firme (ni dura ni blanda)				Dura
CONSISTENCIA	<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
	Arenosa/harinosa								Gomosa
TEXTURA EN GENERAL	<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
	Disgusta mucho				Ni agrada ni desagrada				Gusta mucho

