



Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL



Sustitución total o parcial de la sacarosa por oligofructosa e isomaltulosa en galletas

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA
AGROALIMENTARIA Y MEDIO RURAL

ALUMNO: MARIO RUBIO JIMÉNEZ

TUTORA UPV: MARISA CASTELLÓ GÓMEZ

COTUTORA UPV: M.^a DOLORES ORTOLÁ ORTOLÁ

DIRECTORA EXPERIMENTAL: SUSANA RUBIO ARRAEZ

Curso Académico: 2018-2019

VALENCIA, Marzo de 2019

Título: Sustitución total o parcial de la sacarosa por oligofructosa e isomaltulosa en galletas.

Resumen

Este Trabajo Fin de Grado, se presenta como evidencia de la preocupación por el estado de salud del consumidor. Cada vez más frecuente, se intenta seguir hábitos saludables que van desde la renuncia del hábito tabáquico, así como dietas más beneficiosas hasta realizar algún tipo de ejercicio físico. El consumidor valora que en el mercado exista una tendencia creciente hacia alimentos saludables y con bajo contenido en azúcares y grasas.

Se llevó a cabo un estudio experimental con el objetivo de sustituir total o parcialmente el azúcar convencional (sacarosa) por otros azúcares de bajo índice glicémico y menos calóricos (oligofructosa e isomaltulosa) en galletas. Se analizó la influencia de la sustitución de la sacarosa en diversos parámetros que condicionan la calidad de las galletas, como son las propiedades mecánicas y ópticas, la humedad, la altura del producto final, así como su aceptación sensorial. Con los resultados de todos estos análisis se ha obtenido un rango de formulaciones que optimizan los parámetros deseados por los catadores.

Palabras clave:

Galletas, azúcares, sacarosa, oligofructosa, isomaltulosa.

Títol: Substitució total o parcial de la sacarosa per oligofruc-tosa i isomaltulosa en galletes.

Resum

Este Treball Fi de Grau, es presenta com a evidència de la preocupació per l'estat de salut del consumidor, cada vegada més freqüent, s'intenta seguir hàbits saludables que van des de la renúncia de l'hàbit tabàquico, així com dietes més beneficioses fins a realitzar algun tipus d'exercici físic. El consumidor valora que en el mercat hi hagen una tendència creixent cap a aliments saludables i en baix contingut en sucres i greix.

Es va dur a terme un estudi experimental amb l'objectiu de substituir totalment o parcialment el sucre convencional (sacarosa) per altres sucres de baix índex glicèmic i menys calòrics (oligofructosa i isomaltulosa) en galletes. Es va analitzar la influència de la substitució de la sacarosa en diversos paràmetres que condicionen la qualitat de les galletes, com són les propietats mecàniques i òptiques, la humitat, l'altura del producte final, així com la seua acceptació sensorial. Amb els resultats de totes estes anàlisis s'ha obtingut un rang de formulacions que optimitzen els paràmetres desitjats pels tastadors.

Palabras clave:

Galletas, azucares, sacarosa, oligofructosa, isomaltulosa.

Title: Total or partial substitution of sucrose by oligofructose and Isomaltulose on cookies.

This Final Degree Project is presented as evidence of the concern for the health status of the consumer. More and more frequent, it is tried to follow healthy habits that go from the resignation of the tobacco habit, as well as more beneficial diets until realizing some type of physical exercise. The consumer values that in the market there is a growing trend towards healthy foods with a low content of sugars and fats.

An experimental study was carried out with the objective of totally or partially replacing conventional sugar (sucrose) with other low glycemic and less caloric sugars (oligofructose and isomaltulose) in biscuits. The influence of the substitution of sucrose on various parameters that determine the quality of cookies, such as the mechanical and optical properties, humidity, the height of the final product, as well as its sensory acceptance were analyzed. With the results of all these analyzes, a range of formulations has been obtained that optimize the parameters desired by the tasters.

Keywords:

Biscuits, sugars, sucrose, oligofructose, isomaltulose.

Agradecimientos

Hoy ponemos fin a esta etapa, la que tanto esfuerzo me ha costado superar, pero que a su vez me ha regalado los mejores momentos. Pero, sobre todo me quedo con las personas que la han vivido a mi lado.

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión de Marisa Castelló, Maria Dolores Ortolá y Susana Rubio, a quienes me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento, por hacer posible la realización de este estudio. Además, agradecer su paciencia, tiempo y dedicación que tuvieron para que esto saliera de manera exitosa. Gracias por su apoyo, por ser parte de la columna vertebral de mi trabajo.

A mis padres, que han hecho posible que este aquí escribiendo estas líneas. Gracias a ellos soy quien soy y hacia quienes solo puedo expresar mi sincero agradecimiento por apoyarme durante la etapa académica que hoy culmina. Ellos me han apoyado siempre en los momentos más difíciles de la carrera y han estado dándome los mejores consejos. Gracias.

A mi hermano, que en muchas ocasiones fue un padre, y en otras tantas un amigo. Fuiste tú quien me enseñó a valorar las cosas y a caminar por el sendero adecuado. Gracias por todo.

A mi novia, ella me ha ayudado más que nadie y me ha dado aliento para seguir luchando en los peores momentos. Gracias por acompañarme en mi camino.

A mis compañeros y amigos que juntos hemos ido afrontando las adversidades que nos hemos ido encontrando por este camino y nos ha permitido crecer juntos como personas. Con los que he aprendido que la mejor parte de tu vida serán los pequeños momentos, aquellos que pasas riendo con alguien que te importa. Gracias por todo; Gabri, Fran, Juan Antonio, Jaime, Pablo, Siso, Sanny, Jone, Joselu, Aina, Clara, Montse, Alicia, Javi, Carlos, Oscar, Rubén, Pascual... perdón el que me olvide.

Por último, no puedo olvidarme de la persona que me dejó el día antes de mi graduación, y que ahora me está mirando y sonriendo desde el cielo. Gracias por todo lo que has enseñado. Siempre seguirás vivo en mi corazón. Te quiero Abuelo.

Lo mejor está por llegar.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
I.1. Definición, clasificación y consumo de galletas	8
I.2. Perfil tecnológico y nutricional de las galletas	10
I.3. Alternativas a los azúcares tradicionales.....	13
II. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
III.1 Materias primas.....	18
III.2 Formulación y preparación de las galletas	18
III.3 Humedad	19
III.4 Altura	19
III.5 Propiedades ópticas	19
III.6 Propiedades mecánicas	20
III.7 Análisis sensorial.....	20
III.8 Análisis estadístico.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
IV.1 Altura	21
IV.2 Humedad	22
IV.3 Propiedades ópticas	23
IV.4 Propiedades mecánicas.....	24
IV.5 Evaluación sensorial	27
V. CONCLUSIONES	30
VI. BIBLIOGRAFIA	31
VII. ANEXOS.....	34
VII.1 Cuestionario evaluación sensorial.....	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución mensual de total compras y precio medio (Diciembre 2015-2017) (Fuente: Ministerio de agricultura pesca y alimentación, 2018).	11
Figura 2: Contornos de la superficie de respuesta estimada de la variación de altura en las formulaciones estudiadas.	22
Figura 3: Valores medios e intervalos LSD de contenido en humedad (b.s) para las distintas formulaciones.	23
Figura 4: Plano cromático b*-a* de la parte superior de las galletas en función de las formulaciones estudiadas.	24
Figura 5: Superficie de respuesta de la fuerza máxima de las galletas en función de la formulación estudiada.....	25
Figura 6: Superficie de respuesta de la variación de consistencia de las galletas en función de la formulación estudiada.....	26
Figura 7. Gráfico de araña con las puntuaciones obtenidas en una escala hedónica de 9 puntos. Entre paréntesis, valores del F-ratio. Las diferencias significativas entre muestras se indican con * (95%) y ** (99%).....	27
Figura 8: Gráfico de penalizaciones para las formulaciones evaluadas (color azul:100S, color rojo: 66S33I, color verde:33O66I, color negro:100I) en los parámetros \square : color interno, o: color externo y \square : dureza.....	28
Figura 9: Valoraciones en la intención de compra.....	28
Figura 10: Superficie de contorno de deseabilidad.....	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Consumo de galletas y bollería en España 2017 (Fuente: Ministerio de agricultura pesca y alimentación, 2018).	10
Tabla 2: Consumo de bollería, pastelería, galletas y cereales en España en 2017 (Fuente: Ministerio de agricultura pesca y alimentación, 2018).	11
Tabla 3: Clasificación estructural de carbohidratos en la dieta (ILSI EUROPEAN CONCISE MONOGRAPH SERIES, 2006)	15
Tabla 4: Combinación de oligofruktosa, sacarosa e isomaltulosa en las distintas formulaciones.....	20
Tabla 5: Rango de valores de los parámetros de dureza y color para la optimización...29	29

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Definición, clasificación y consumo de galletas

La historia de la galleta está muy ligada a la de los cereales. Al principio, estos no se cocían, sino que se comían mojados en agua o leche. Nuestros antepasados nómadas descubrieron que una pasta de cereales sometida a calor adquiriría una consistencia similar al pan sin levadura que permitía transportarla con facilidad. Se han encontrado galletas de más de seis mil años cuidadosamente envueltas en yacimientos en Suiza (Instituto de la galleta, 2018).

Antiguamente el concepto de galleta definía al “pan de forma plana y completamente desecado, de larga conservación, destinada al aprovisionamiento de buques y ejércitos en campaña” (Feo, 2000). Hoy según el Reglamento Técnico-Sanitaria Elaboración, Fabricación, Circulación y Comercio de Galletas (R.D. 1124/1982, de 30 de abril), se entiende por “galleta”, los productos alimenticios elaborados, funcionalmente, por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionada o no de azúcares y otros productos alimenticios (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. Tal vez la imprecisión de esta definición sea la amplia variedad de productos que se incluyen como galletas (Real Decreto 1124/1982 de 3 de abril; B.O.E. 4-6-82.):

- Marías, tostadas y troqueladas
- “Cracker” y de aperitivo
- Barquillos con o sin relleno
- Bizcochos secos y blandos
- Sándwiches
- Pastas blandas y duras
- Recubiertas de chocolate
- Surtidos
- Bañadas con aceite vegetal

El principal grupo de galletas, (Ibi, 2014) es el formado por pastas duras y blandas, donde la diferencia está en que las pastas duras llevan más ingredientes secos que líquidos. Normalmente se amasan, se estiran con rodillo o se forman rulos para dividir. Después de amasar reposan en nevera para que endurezcan. Es importante no sobrepasar la carga de

harina, la cantidad justa para que no se peque. Estas masas se pueden amasar y congelar, o formar y congelar. Mientras que las pastas blandas llevan más líquido que sólido. No hay que excederse con el amasado porque coge mucho nervio. No es recomendable amasar y meter en nevera. Lo ideal es amasar, escudillar y hornear. No se puede congelar.

Las galletas es un alimento altamente demandado en los hogares lo que lo hace un producto frecuentemente consumido. Durante los últimos años se ha producido una proliferación de nuevas variedades en este producto. (Martín Victor, 2008) En la siguiente tabla aparecen los datos del informe del consumo de alimentación en España 2017.

Tabla 1: Consumo de galletas y bollería en España 2017 (Fuente: Ministerio de agricultura pesca y alimentación, 2018).

	Consumo fuera del hogar		Consumo dentro del hogar			Total	
	Volumen (Millones Kg-l)	Consumo x Capita (Kg-l/persona/año)	Volumen (Millones kg-l)	Valor (Millones €)	Consumo x Capita (Kg-l/persona/año)	Volumen (Millones kg-l)	Consumo x capita (Kg-l/persona/año)
Bollería	67,6	2,0	268,0	1346,7	6,0	335,6	8,0
Galletas	1,1	0,0	327,7	831,0	5,3	238,8	5,4

Los hogares destinan el 4,11% de su presupuesto para alimentación y bebidas en el hogar a la compra de esta categoría (bollería, galletas y pastelería), lo que implica un gasto por persona y año de 60,85€ y un consumo per cápita de 13,45kg por persona y año, con una reducción del 4,9%.

Tabla 2: Consumo de bollería, pastelería, galletas y cereales en España en 2017 (Fuente: Ministerio de agricultura pesca y alimentación, 2018).

	BOLLERIA, PASTELERIA, GALLETAS Y CEREALES	%Variacion Vs Mismo periodo del año anterior
VOLUMEN (Miles Kg)	613.339,39	-1,10%
VALOR (Miles €)	2.775.031,88	-1,90%
CONSUMO X CAPITA (kg)	13,45	-4,90%
GASTO X CAPITA (€)	60,85	-5,50%
PARTE MERCADO VOLUMEN (%)	2,12	-0,01
PARTE MERCADO VALOR (%)	4,11	-0,10
PRECIO MEDIO (€/kg)	4,52	-0,70%

Como vemos en el siguiente grafico se incrementa el valor de la categoría durante los últimos meses del año como consecuencia del consumo de los productos navideños, que tienen mayor participación en el valor que en el volumen de la categoría.

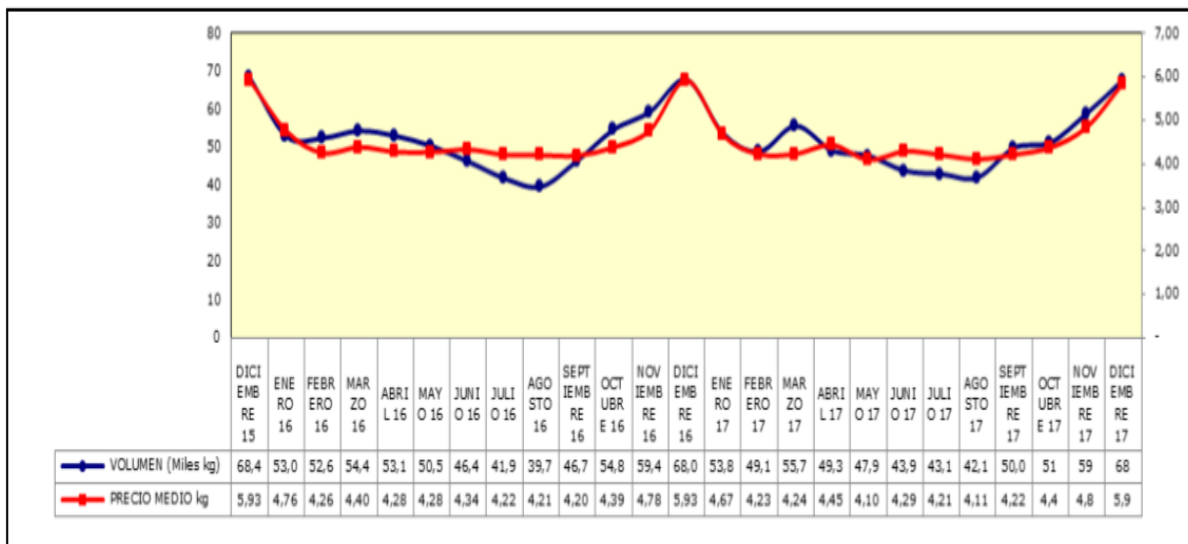


Figura 1: Evolución mensual de total compras y precio medio (Diciembre 2015-2017) (Fuente: Ministerio de agricultura pesca y alimentación, 2018).

I.2. Perfil tecnológico y nutricional de las galletas

Los principales componentes de las formulaciones de galletas son la harina, el agua, levadura, grasas y azúcares

a) Harina

La harina es un alimento básico que aporta energía gracias a su contenido en hidratos de carbono de absorción lenta. Es un ingrediente clave en la elaboración de galletas. La harina que se utiliza es harina de trigo. Tiene una fuerza menos para que las galletas se formen bien y tengan la esponjosidad deseada. Para conseguirlo se utilizan trigos de distintas procedencias, como España, Inglaterra y Canadá entre otros. Las proteínas del gluten pueden separarse en función de su solubilidad. Las más solubles son las gliadinas, que constituyen aproximadamente la tercera parte del gluten y contribuye a la cohesión y elasticidad de la masa, masa más blanda y más fluida. Las dos terceras partes restantes son las gluteninas contribuyen a la extensibilidad, masa más fuerte y firme. La harina de trigo es un alimento que contienen 9,86 gramos de proteínas, 70,60 gramos de carbohidratos, 1,20 gramos de grasa por cada 100 gramos y no

contienen azúcar, aportando 341 calorías a la dieta. Entre sus nutrientes también se encuentran las vitaminas K, B3, B9 y B7.

La harina de trigo es un alimento sin colesterol y, por lo tanto, su consumo ayuda a mantener bajo el colesterol, lo cual es beneficioso para nuestro sistema circulatorio y nuestro corazón. Al no tener purinas, es un alimento que pueden tomar sin problemas aquellas personas que tengan un nivel alto de ácido úrico. Por este motivo, consumir alimentos bajos en purinas como la harina de trigo, ayuda a evitar ataques en pacientes de gota (Alimentos, 2019).

b) Agua

El agua es un ingrediente clave durante el proceso de fabricación de las galletas, a pesar de ser un ingrediente minoritario en el proceso de fabricación y ser casi totalmente eliminado durante el horneado (Pareyt et al., 2008a). En la galleta, el agua actúa como plastificante y disolvente; además influye en la viscosidad de la masa y en la textura una vez horneada. En la primera parte del amasado, el agua actúa disolviendo algunos de los ingredientes y llega a dispersarse en la grasa; por eso la mezcla de masa final tiene un color crema claro y una consistencia blanda (Wade 1988), de ahí el nombre de “punto pomada”. Las masas con más agua son más cohesivas y adhesivas que las masas que tienen una baja humedad (Sai Manohar et al. 1999). La cantidad de agua final influye en la consistencia final de la galleta, de forma que, las galletas de baja humedad son más frágiles, y a medida que se aumenta la cantidad de humedad, el punto de fractura de la galleta disminuye, revelando una mayor elasticidad y deformabilidad (Baltsavias et al 1999).

c) Grasas

La grasa es un ingrediente esencial en la fabricación de galletas y es el segundo componente en peso por detrás la harina (Sai Manohar et al., 1999b). El uso de grasa en la masa de galleta hace que la cantidad de agua necesaria para hacer la masa sea menor (Wade, 1988; Sai Manohar et al., 1999b), siendo la grasa el ingrediente responsable de la unión de todos los ingredientes (Pareyt et al., 2008b). Además, tiene misión antiaglutinante y participa en el desarrollo de la textura (Manley, 1998). Durante el amasado, la grasa actúa como lubricante y rodea la superficie de la harina inhibiendo la creación de una red cohesiva y extensible de gluten (Wade, 1988).

La grasa que se usó en la formación de las galletas fue mantequilla, la cual es rica en nutrientes muy beneficiosos para la salud como la vitamina A y las vitaminas D, E y K2. Además,

es rica en minerales como el manganeso, cromo, zinc, cobre y selenio (poderoso antioxidante) y es una excelente fuente de yodo. (Birba).

Las grasas tienen consecuencias negativas como son las grasas saturadas y los aceites vegetales empleados en su elaboración, estos los grandes responsables de problemas como hipertensión, colesterol y también obesidad.

d) Levadura

Su principal función es la de reaccionar en la masa al contacto con los líquidos, liberando gas lentamente al momento de la cocción. Para que la levadura no reaccione antes de tiempo ni se aglutine, viene seca, en polvo y mezclado con una pequeña cantidad de almidón. (García, 2013; Alimentos.org.es/levadura, 2015)

Dada su alta cantidad de proteínas, la levadura es un alimento recomendado especialmente para el desarrollo muscular. Los alimentos ricos en proteínas como este condimento, están recomendados durante la infancia, la adolescencia y el embarazo ya que en estas etapas, es necesario un mayor aporte de este nutriente (Alimentos.org.es/levadura, 2015).

e) Azúcares

El azúcar mayoritariamente empleado en la elaboración de galletas es la sacarosa en forma cristalina. Desde el punto de vista sensorial, en las galletas afecta al gusto, dimensiones, color y dureza. Además, la cantidad y el tipo de azúcar influyen durante todo el proceso, desde el amasado hasta el envasado. En el proceso de mezclado de ingredientes, el azúcar compete con la harina por el agua inhibiendo la formación de gluten y afectando, por tanto, a la consistencia de la masa, que es fundamental en el momento del laminado y corte (Gallagher, 2003). La reacción Maillard se produce en presencia de aminoácidos, péptidos y proteínas cuando se calientan en una disolución de azúcar reductor en atmósfera seca, con una actividad de agua de entre 0.6 y 0.9. En la primera fase se unen los azúcares y los aminoácidos produciendo la reestructuración de productos Amadori. En la segunda fase se da la formación inicial de colores amarillentos, también se producen olores algo desagradables.

Un estudio realizado Truque (2011), demostró que los hidratos de carbono son los compuestos orgánicos más abundantes de la biosfera y a su vez los más diversos. Estos sirven como fuente de energía para todas las actividades celulares vitales. Pero, si estos se ingieren y no se realiza una adecuada higiene oral, éstos fermentan y sirven de alimento a las bacterias de

la cavidad oral, las cuales metabolizan estos hidratos de carbono dando lugar a los ácidos que producen la caries. La caries es un problema que puede darse a muy temprana edad, para muchos niños puede ser un problema serio y doloroso, puede dificultar la ingestión de alimentos, el sueño, la comunicación, el aprendizaje, el juego y puede causar una autoestima baja.

Otro estudio realizado en la Universidad Rovira y Virgili de Tarragona por Gracia (2008), aborda los programas de España, México y Francia los cuales hacen hincapié en la realización de estrategias de comunicación social, de comunicación y educación interactiva, de observatorios de la alimentación, de la obesidad o de la calidad alimentaria, en favorecer y promover la actividad física, en mejorar el etiquetaje nutricional de los alimentos envasados, en crear alianzas estratégicas con todos los sectores implicados y eliminar grasas y azúcares simples en los alimentos procesados.

I.3. Alternativas a los azúcares tradicionales

Un informe realizado por la Organización para la Agricultura y la Alimentación y la Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS, 1998) muestra que los hidratos de carbono se deben clasificar en primer lugar por tamaño molecular, de acuerdo con el grado de polimerización (DP, degree of polymerisation), es decir, el número de unidades de monosacáridos. Según esta clasificación, los carbohidratos se dividen en azúcares, oligosacáridos, polisacáridos e hidratos de carbono hidrogenados (polioles) (Tabla 3). Cada grupo se puede dividir en varios subgrupos, según el número y la composición de las unidades de monosacáridos. (ILSI, Hidratos de Carbono y Aspectos Nutricionales 2003).

Tabla 3: Clasificación estructural de carbohidratos en la dieta (ILSI EUROPEAN CONCISE MONOGRAPH SERIES, 2006)

Una posible clasificación estructural de los carbohidratos principales de la dieta			
CLASE (DP*)	Y	APLICACIÓN EN LOS ALIMENTOS	ALIMENTOS QUE LOS CONTIENEN
Azúcares			
Monosacáridos		Glucosa, galactosa, fructuosa, tagatosa.	Miel, frutas, verduras, refrescos industriales, productos de confitería.
Disacáridos		Sacarosa, lactosa, trehalosa, maltosa,	Azúcar de mesa, frutas y productos de confitería,
		isomaltosa.	leche, productos lácteos.
Oligosacáridos			
Maltooligosacáridos		Maltodextrinas	En pequeñas cantidades en vegetales. Se utilizan como ingredientes de productos alimenticios.
Otros oligosacáridos		Rafinosa, Estaquiosa, fructooligosacáridos, galactooligosacáridos.	Verduras, Trigo, centeno, cebolla, ajo, plátanos.
Polisacáridos			
Almidón		Amilosa, amilopectina, almidones modificados.	Proceden de semillas como el trigo, el arroz y cebada y raíces como la papa.
Polisacárido sin almidón		Celulosa, hemicelulosa.	Alimentos de origen vegetal.
Hidratos de carbono hidrogenados (polioles)			
Tipo monosacárido		Sorbitol, manitol, xilitol y eritriol.	En pequeñas cantidades en la fruta, endulzantes, chicles y confitería.
Tipo disacárido		Isomaltosa, lacitol, maltiol.	
Tipo oligosacárido		Jarabes de maltiol, hidrolizados de almidón hidrogenado.	
Tipo polisacárido		Polidextrosa	
*DP= Grado de polimerización (Degree of polymerization) Fuente: Adaptado de la Consulta Conjunta de Expertos de la FAO y la OMS (1998), Sobre carbohidratos en la Nutrición Humana.			

Actualmente existe una tendencia creciente hacia la reducción del contenido en grasa y azúcares de alto índice glicémico en alimentos procesados (Camarero-Gómez, 2015), y/o sustitución de estos, por otros ingredientes más saludables.

a) Azúcares

En este grupo se incluyen los monosacáridos (1 unidad de azúcar) como la glucosa y la fructuosa y los disacáridos como la sacarosa y la lactosa. La glucosa y la fructuosa se encuentran en alimentos como en la miel, el jarabe de arce, la fruta y la verdura, en los alimentos preparados, como los refrescos industrializados, los productos de confitería y bollería, que contienen carbohidratos producidos por la hidrólisis del almidón, y en los productos derivados, como los jarabes de maíz o los jarabes de maíz ricos en fructosa. Las maltodextrinas, que se utilizan como ingredientes de los productos alimenticios, pueden contener pequeñas cantidades de glucosa. Los disacáridos compuestos por dos unidades de azúcar como la sacarosa la cual está compuesta por glucosa y fructuosa es el disacárido más importante y es conocido como "Azúcar", está presente en la fruta verdura y la miel. Se utiliza como ingrediente alimenticio que se extrae de la caña de azúcar y es importante en los productos de confitería. La lactosa esta se compone de glucosa y galactosa y se encuentra en la leche y productos lácteos.

b) Polisacáridos

Este grupo se divide en almidones y en polisacáridos sin almidón, incluyen las povidonas y la inulina, respectivamente polímeros de glucosa y fructosa, que se utilizan como agentes de carga y como sustituto de la sacarosa en productos alimenticios. El almidón es la reserva alimenticia principal en las plantas y por lo tanto es el carbohidrato más importante en la dieta humana. Es una combinación de polímeros, amilosa que está compuesta por cadenas lineales y la amilopectina el cual es un polímero muy ramificado y con mayor peso molecular. El almidón se produce durante la fotosíntesis y se almacena como gránulos cristalinos en tubérculos como la papa, granos o semillas como el trigo, maíz, el arroz y la cebada. Las cantidades de amilosa y amilopectina están dadas por la forma y tamaño de los gránulos y por la temperatura a la cual se gelatiniza el almidón, la proporción con el tipo de almidón es importante en las propiedades funcionales y nutricionales de los almidones al igual que el grado de procesamiento.

c) Oligosacáridos

Los oligosacáridos están compuestos de 3 a 10 unidades de azúcar enlazadas, se encuentran en pequeñas cantidades en vegetales, en algunas, las cantidades de 3 oligosacáridos no digeribles, como el trisacárido rafinosa, el tetrasacárido estaquiosa y el pentasacárido verbascosa, pueden superar cantidades de otros azúcares simples. Los fructooligosacáridos (FOS) se encuentran en los cereales, como el trigo y el centeno, en diversas verduras, incluyendo las cebollas, el ajo, los espárragos, las endivias y las patatas y en los plátanos y la miel.

II. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

El objetivo general de este trabajo fue el estudio de la viabilidad de la sustitución total o parcial de la sacarosa por otros edulcorantes no cariogénicos y de bajo índice glicémico (oligofructosa e isomaltulosa) en galletas.

Para ello se formularon masas variando la proporción de sacarosa/oligofructosa/isomaltulosa siguiendo un diseño experimental de mezclas.

Tras el horneado, las galletas se analizaron en términos de tamaño final, propiedades ópticas y mecánicas.

Las formulaciones con propiedades más similares a la del control (100% sacarosa) se sometieron a unas pruebas sensoriales para evaluar la aceptación de los consumidores.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III.1 Materias primas

Las masas de galletas fueron elaboradas con los siguientes azúcares: sacarosa (Azucarera Española, Burgos, España), isomaltulosa (Palatinose™ PST-N, Beneo-palatinit) y oligofruktosa (Fructalose® OFP, Sensus). Además, se utilizó harina de trigo (Harinera del Mar, Castellón, España), mantequilla sin sal (Hacendado, S.C.A Ganadera del Valle de los pedroches (COVAP) y levadura química (Mondelēz International).

III.2 Formulación y preparación de las galletas

Para la formulación de las galletas se partió de una formulación base compuesta de un 15% de edulcorantes, un 54% de harina de trigo, un 16% de agua y un 1% de levadura química. Se llevó a cabo un diseño experimental basado en combinar diferentes cantidades de los tres tipos de edulcorantes deseados (Sacarosa/Isomaltulosa/Oligofruktosa), manteniendo la misma proporción total de estos en la formulación (15%). Las formulaciones a evaluar se eligieron en base a un diseño de mezclas de tres componentes Simplex-Látice cúbico especial aumentando y con réplica del punto central, creado con el programa estadístico Statgraphics Centurion XVII. Los niveles máximos y mínimos de cada uno de los componentes se consideraron 100% y 0% respectivamente. En la tabla 4 se especifican las diferentes formulaciones evaluadas con sus niveles de cada uno de los edulcorantes.

En primer lugar, se pesaron las cantidades correspondientes a cada fórmula en una báscula de precisión, seguidamente se tamizó la harina de trigo con la levadura para eliminar la posible formación de burbujas y, por último, se mezcló con el azúcar, agua y mantequilla (mantenida a temperatura ambiente) antes de ponerlo en la amasadora eléctrica (Kenwood, modelo KM240 serie, Reino Unido), durante 10 minutos a velocidad máxima. Una vez finalizado el proceso de la amasadora eléctrica, se estiró la masa con un rodillo con dos anillos de 5mm para garantizar la homogeneidad en espesor de la masa. Inmediatamente se cortaron las galletas con un molde circular de acero inoxidable para seguidamente dejarlas enfriar en la nevera a una temperatura de 5 °C durante 20 minutos. Finalmente, las galletas se hornearon (Rational, modelo SelfCooking Center, España) durante 20 minutos a 180 °C, sin ventilación y sin humedad relativa.

Las galletas horneadas, una vez enfriadas a temperatura ambiente, se almacenaron en botes de vidrio hasta la realización de los análisis.

Tabla 4: Combinación de oligofructosa, sacarosa e isomaltulosa en las distintas formulaciones

FORMULACIÓN	SACAROSA (%)	OLIGOFRUCTOSA (%)	ISOMALTULOSA (%)
1	100,00	0,00	0,00
2	66,67	33,33	0,00
3	66,67	0,00	33,33
4	33,33	66,67	0,00
5	33,33	33,33	33,33
6	33,33	0,00	66,67
7	0,00	100,00	0,00
8	0,00	66,67	33,33
9	0,00	33,33	66,67
10	0,00	0,00	100,00
11	33,33	33,33	33,33
12	66,67	16,67	16,67
13	16,67	66,67	16,67
14	16,67	16,67	66,67

III.3 Humedad

El análisis de contenido de agua de las magdalenas se llevó a cabo mediante el método gravimétrico AOAC (2000), en estufa a 60° hasta peso constante. Las medidas se realizaron por triplicado.

III.4 Altura

A todas las galletas horneadas se les midió la altura (mm) antes de ser metidas en el horno, después del horneado se medía la altura con un pie de rey.

III.5 Propiedades ópticas

Se realizó la medida de color en un espectrocolorímetro (Konica Minolta, Inc., modelo CM – 3600d, Tokio, Japón) directamente en la cara superior de las galletas de las 14 diferentes formulaciones después del horneado. Se obtuvieron valores de las coordenadas L* a* b* para los cuales se utilizó un iluminante D65 y un observador de 10° y una lente.

III.6 Propiedades mecánicas

El análisis de textura de las galletas se realizó con un texturómetro *ANAME, Texture Analyser TA-XT2*, con un modo de ensayo de corte horizontal. Las condiciones de ensayo fueron: velocidad de ensayo de 0,50 mm/seg, distancia entre la cuchilla a la placa base de 15,00 mm, fuerza de activación de 5,0 g y tipo de activación de auto fuerza. Se llevaron a cabo 10 repeticiones por cada formulación. Los parámetros evaluados fueron la fuerza máxima y la consistencia.

III.7 Análisis sensorial

Se estudió la aceptación de cuatro formulaciones diferentes, entre ellas un control (100% sacarosa) y las otras cada una con diferentes proporciones de edulcorantes.

El análisis sensorial se llevó a cabo en una sala de catas, según recoge la norma UNE-EN ISO 8589:2010, con cabinas individuales (ISO,2007) en el Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo (IUIAD) (Ver anexo). El panel de catadores estuvo formado por 28 personas no formados, con edades entre 18 años y 65 años. Las muestras de galletas fueron servidas en platos de plástico blanco con un código de tres dígitos de manera aleatoria siguiendo el diseño de William. Fueron evaluados los siguientes atributos: color interno, color externo, aspecto, sabor, textura, aroma y tacto, según una escala hedónica de 9 puntos. Según la prueba Just About Right (JAR) se evaluaron el color externo, el color interno y la dureza. También fue evaluada la intención de compra de cada una de las formulaciones por parte de los catadores. En el Anexo se muestra la ficha de cata.

III.8 Análisis estadístico

El tratamiento estadístico de los resultados se realizó con el programa Statgraphics Centurión versión XVII versión 17.2.00 (2016).

La influencia de las distintas proporciones de edulcorantes en la formulación sobre las variables analizadas se avaluó mediante un análisis de superficies de respuesta obteniendo modelos de regresión múltiple.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IV.1 Altura

La sacarosa juega un papel muy importante en la formulación de galletas, pues, entre otros, contribuye a la incorporación de burbujas de aire en la masa durante el mezclado (Manisha et al., 2012), lo que se traduce, tras el horneado, en una estructura más o menos compacta. La sustitución de sacarosa por otros edulcorantes con estructuras moleculares diferentes puede influir en la incorporación de aire en la masa y, por ello, en el tamaño final del producto horneado.

Para evaluar la influencia de los diferentes edulcorantes sobre el desarrollo de la masa, se determinó la variación de altura de las galletas tras el horneado. La variable respuesta (ΔA) se analizó mediante un modelo de regresión múltiple, donde ésta se relaciona con los coeficientes de regresión (β_i) que dan peso a cada uno de los efectos evaluados (edulcorantes S, I, O, efectos lineales, cuadráticos y sus interacciones). En este caso, un modelo cúbico especial, que incluye términos de primer orden para cada uno de los componentes, productos cruzados entre pares de componentes y productos de tres componentes fue el modelo con mejor ajuste significativo ($P= 0,0241$, $R^2= 74,8937$). La ecuación 1 muestra los valores de los distintos coeficientes obtenidos, donde se han considerado sólo aquellos efectos que resultan significativos ($P<0,05$).

$$\Delta A = 1,19222 \cdot x_S + 1,17675 \cdot x_O + 1,22285 \cdot x_I - 1,15283 \cdot x_S \cdot x_O + 5,00574 \cdot x_S \cdot x_O \cdot x_I \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde x_i son las fracciones másicas de sacarosa (S), oligofruktosa (O) e isomaltulosa (I) del total de azúcares en la formulación (g/g azúcares totales).

Como puede observarse, la isomaltulosa parece ser el edulcorante que contribuye en mayor medida al aumento de la masa y mantenimiento de la estructura tras el horneado, existiendo un importante efecto sinérgico de la mezcla de los tres edulcorantes.

En la figura 2 se muestra los contornos de la superficie de respuesta estimada para la variación de altura de las galletas en función de la proporción de edulcorantes utilizados, que puede resultar de utilidad para fijar las diferentes proporciones de azúcar a utilizar en la formulación para obtener unas galletas con una determinada altura.

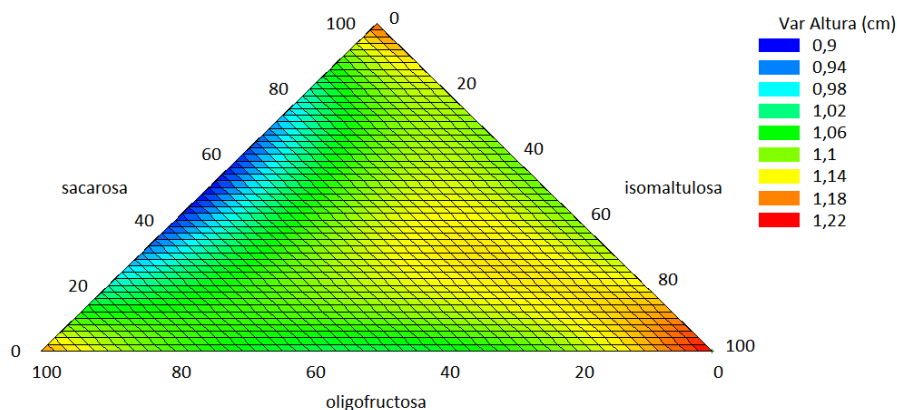


Figura 2: Contornos de la superficie de respuesta estimada de la variación de altura en las formulaciones estudiadas.

Como puede observarse, las galletas que tuvieron una altura significativamente mayor son las formulaciones con azúcares puros (100S, 100I y 100O) con pocas diferencias entre ellas. Las formulaciones en las que se realizan las mezclas de azúcares tienen una menor altura final, lo cual coincide con el estudio realizado por Martínez-Cervera et al. (2012), en el que indica que los valores de altura obtenidos con galletas control (100% sacarosa) fueron superiores a los de aquellas formulaciones en las que se sustituyó la sacarosa por otros azúcares (sucralosa y/o polidextrosa). Esta disminución de la altura podría estar relacionada con el número y tamaño de poros formados durante el horneado, que disminuye cuando es reemplazada la sacarosa por otros azúcares (Hicsasmaz et al., 2003). Así, la sacarosa promueve la formación de agregados grasa-cristales de azúcar que atrapan el aire y estabilizan las burbujas durante el horneado (Beesley, 1995).

IV.2 Humedad

Los resultados obtenidos en el análisis de humedad final de las distintas formulaciones no se ajustaron significativamente a ningún modelo de regresión no lineal. En la figura 3 se presenta los valores medios de la humedad de las muestras (expresada en base seca) y los intervalos LSD. Como puede observarse, existen diferencias significativas entre las muestras ($P=0,0221$), aunque sin una clara relación con la composición de azúcares utilizada. Cabe destacar que cuando se utiliza un solo tipo de azúcar, las galletas con un 100% de isomaltulosa son las que retienen mayor cantidad de agua tras el horneado, mientras que la humedad de las galletas con un 100% de oligofructosa fue similar al control. Sin embargo, cuando parece existir un efecto

sinérgico entre la sacarosa y la oligofruktosa, pues su combinación da como resultado galletas más húmedas. Cuando se combinan varios de estos azúcares no se observan tendencias claras, aunque las formulaciones que incluyen isomaltulosa en su formulación, por encima de un 16% parecen retener siempre más agua.

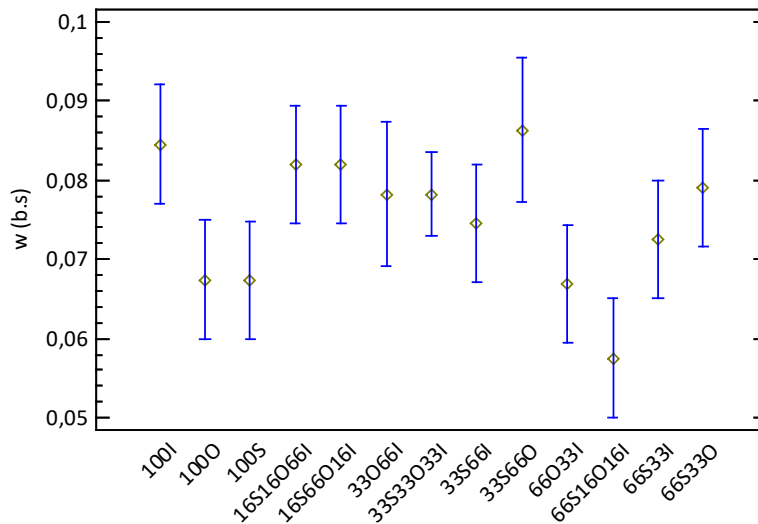


Figura 3: Valores medios e intervalos LSD de contenido en humedad (b.s) para las distintas formulaciones.

IV.3 Propiedades ópticas

En la figura IV, se representa la ubicación de las muestras en el plano cromático de b^* (de amarillo a azul) frente a a^* (de rojo a verde) la parte externa de las galletas después del horneado en función de la formulación utilizada. En todos los casos, se observó que cualquier sustitución de sacarosa por los otros edulcorantes evaluados dio lugar a valores de a^* y de b^* significativamente superiores a los de la galleta control (100S). Este resultado concuerda con los estudios desarrollados en este mismo grupo de investigación por Echevarría (2017) en los que los parámetros a^* y de b^* aumentaron en magdalenas cuando se sustituyó la sacarosa por estos mismos azúcares.

Numerosos estudios hacen referencia a la contribución de la sacarosa en la coloración final de productos horneados, degradándose a fructosa y glucosa. Estos monosacáridos participan con aminoácidos en reacciones de Maillard, con el desarrollo de componentes aromáticos y pardeamientos característicos (Varzakas y Özer, 2012). Estas reacciones tienen lugar a temperaturas cercanas a los 175°C. En este sentido, la incorporación de oligofruktosa en

la formulación, con un mayor porcentaje en fructosa que la sacarosa, contribuiría en mayor medida en el desarrollo de reacciones de Maillard, y como consecuencia, a un mayor desarrollo de tonalidades oscuras. En el caso de la isomaltulosa, las tonalidades más oscuras podrían estar relacionadas con una mayor facilidad de descomposición en monosacáridos por la diferencia en el enlace 1-6 glucosídico, por efecto de la temperatura.

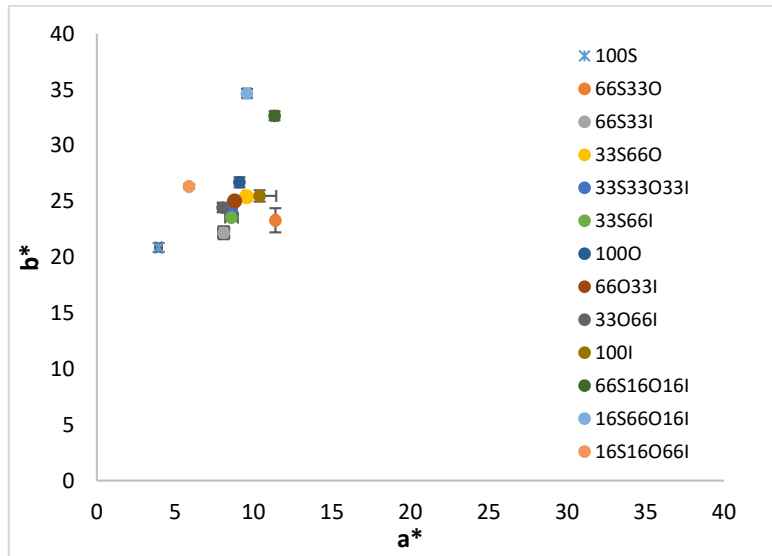


Figura 4: Plano cromático b-a* de la parte superior de las galletas en función de las formulaciones estudiadas.*

IV.4 Propiedades mecánicas

La dureza de las galletas formuladas con diferentes proporciones de edulcorantes se ajustó significativamente a un modelo de regresión lineal ($P=0,0036$, $R^2=64,13$). Según este modelo, la dureza en las galletas tras el horneado podría explicarse según la ecuación 2, siendo x_s , x_o e x_i la fracción másica de cada edulcorante sobre el total de azúcares en la formulación (g i/g totales azúcares):

$$\text{Fuerza max (N)} = 87,4654 \cdot x_s + 31,1936 \cdot x_o + 67,8811 \cdot x_i \quad (\text{Ec. 2})$$

En la figura 5, se representa la superficie de contornos del valor de fuerza máxima de la galleta después del horneado en función de la formulación utilizada.

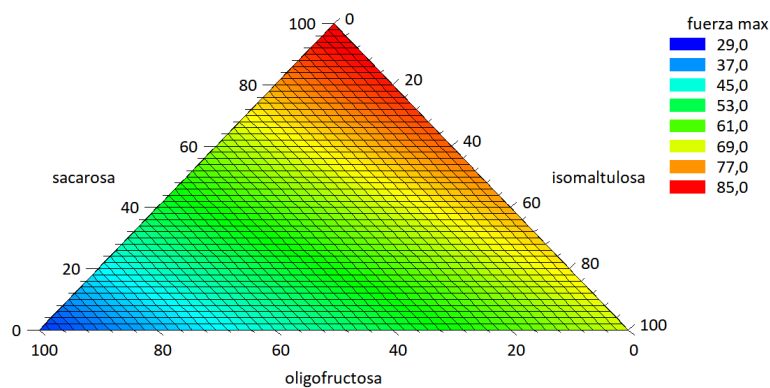


Figura 5: Superficie de contornos de la variación de la fuerza máxima de las galletas en función de la composición de la formulación.

Como puede observarse, las galletas más duras son las formulaciones con mayor cantidad de sacarosa. La sustitución de ésta por isomaltulosa disminuye la dureza, tanto más, cuanto mayor es el porcentaje de isomaltulosa añadido. Además, la adición de oligofruktosa en la formulación disminuye aún más la dureza, siendo las galletas con un 100% de oligofruktosa cuatro veces más blandas que las 100S. Por tanto, el tipo de azúcar empleado afecta directamente a la dureza. Manohar y Rao (1997) señalan que la incorporación de azúcares reductores como la dextrosa, la glucosa líquida y fructosa, que normalmente se agregan para mejorar el color de las galletas, modifica las características reológicas de la masa, disminuyendo su consistencia y tiempo de extrusión, lo que estaría relacionado con una menor dureza en el producto horneado. Un análisis sensorial llevado a cabo por Laguna et al. (2013), mostró que el reemplazo de sacarosa por inulina o eritritol afectaba a las características visuales y de textura de galletas obteniéndose galletas menos crujientes y con menor aceptabilidad por parte del consumidor.

En productos de cereales blandos, como galletas o pasteles, la sacarosa ayuda a la incorporación de burbujas de aire en la masa durante el mezclado contribuyendo a su expansión durante la cocción (Manisha et al., 2012). Tras el horneado la sacarosa cristaliza actuando como un agente de endurecimiento haciendo que los productos crujientes sean frágiles. Además, durante el proceso de mezclado y horneado, las moléculas de gluten van hidratándose y formando una red reticulada en la que los gránulos de almidón están integrados. El aumento de la temperatura induce la desnaturalización de las proteínas hidratadas que pierden gradualmente su capacidad de unión al agua para que ésta migre hacia los gránulos de almidón

provocando que se hinchen. A una determinada temperatura de gelatinización (52-85 ° C, dependiendo del origen del almidón), los gránulos de almidón se rompen y pierden su cristalinidad que, a su vez, provoca la liberación de amilosa y moléculas de amilopectina un aumento de la viscosidad de la masa (Struck et al., 2014). La sacarosa, con un alto valor de solubilidad, compite con las moléculas de gluten en la retención de agua, por lo que masas con alto nivel de sacarosa resultan muy duras y con poco desarrollo del gluten (Pareyt et al., 2009). Los edulcorantes sustitutivos empleados en las formulaciones tienen valores de solubilidad menores que la sacarosa, por lo que podrían absorber menos agua y, por tanto, disminuir la viscosidad de la masa y la dureza del producto final.

En relación a los resultados obtenidos de consistencia de las muestras, estos se ajustaron significativamente a un modelo de regresión lineal ($P=0,0001$, $R^2= 82,3908\%$), según la ecuación 3, siendo x_i las fracciones máxicas de los diferentes edulcorantes sobre la cantidad total de azúcares en la formulación:

$$\text{Consistencia (N.s)} = 176,489 \cdot x_s + 82,1343 \cdot x_o + 231,645 \cdot x_i \quad (\text{Ec. 3})$$

En la figura 6 se representan las superficies de contorno del modelo ajustado.

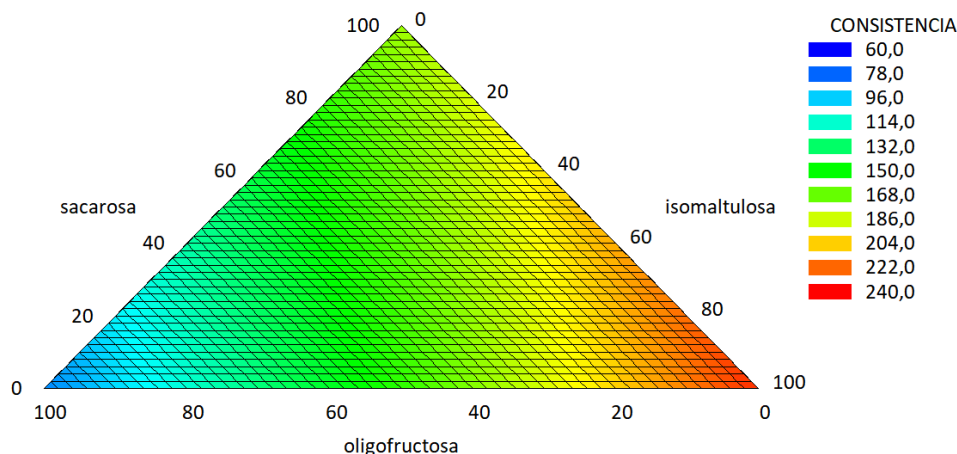


Figura 6: Superficie de contornos de la variación de consistencia de las galletas en función de la formulación estudiada.

Como puede observarse, la sustitución de sacarosa por isomaltulosa aumenta la consistencia, mientras que la adición de oligofruktosa disminuye la consistencia, tanto más cuanto mayor es el porcentaje de este azúcar. Este comportamiento podría estar relacionado con el diferente nivel de desarrollo del gluten por la disponibilidad de agua y por el retículo formado tras el horneado por la salida de vapor de agua de la estructura.

IV.5 Evaluación sensorial

Para llevar a cabo la evaluación sensorial, se eligieron las formulaciones 100S, 100I, 66S33I y 66O33I.

La figura 7 muestra los resultados obtenidos en el análisis sensorial, donde los jueces evaluaron 4 galletas formuladas con diferentes proporciones de edulcorantes, en sus diferentes características según una escala hedónica de 9 puntos. Como puede observarse, los catadores no encontraron diferencias significativas entre las muestras en relación a su aspecto, color externo, color interno y aroma. Cabe destacar, que, si bien en las medidas instrumentales de color sí se observaban diferencias significativas, los catadores no distinguen entre muestras. Las características que más diferencian las muestras evaluadas parecen ser la dureza y la esponjosidad, lo que también había sido visualizado anteriormente en los ensayos de textura. En cuanto al sabor, los catadores evalúan con mayor puntuación la muestra control (100S), siendo la peor valorada la muestra 100I.

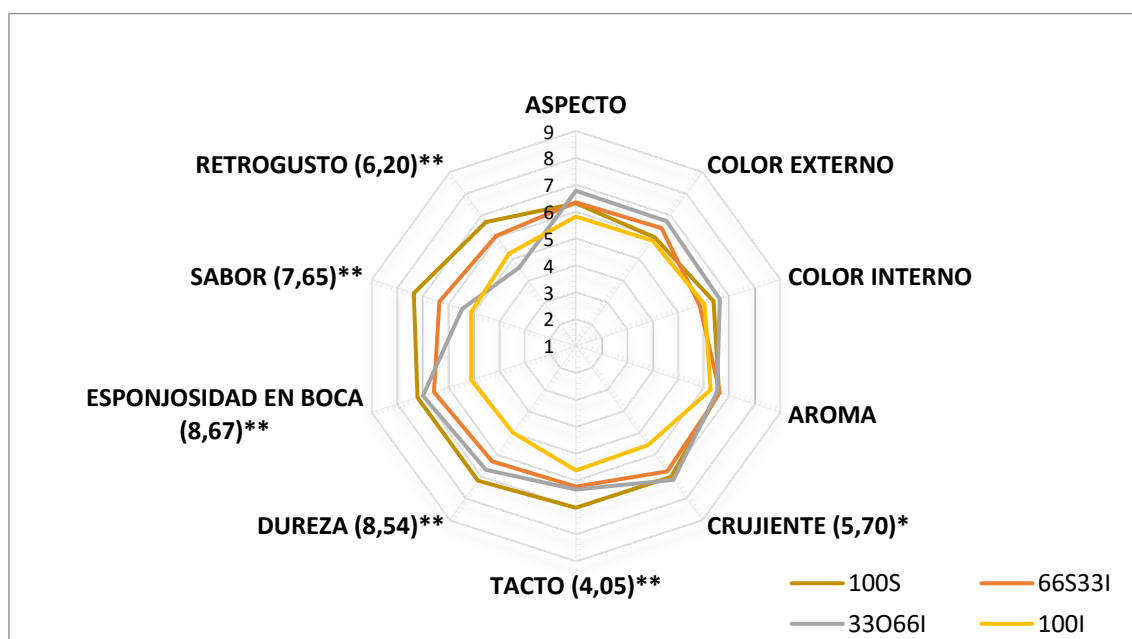


Figura 7. Gráfico de araña con las puntuaciones obtenidas en una escala hedónica de 9 puntos. Entre paréntesis, valores del F-ratio. Las diferencias significativas entre muestras se indican con * (95%) y ** (99%).

En la figura 8 se muestra el gráfico de penalizaciones obtenido a partir de los resultados obtenidos en la valoración según una escala hedónica y los obtenidos mediante el test de Just About Right. Como puede observarse, la formulación 100I ha sido penalizada en los tres parámetros analizados, considerando los jueces que debería tener un menor color interno, mayor color en su superficie y una mayor dureza, la galleta control (100S) debería ser más oscura tanto en su superficie como en el interior. Llama la atención la valoración del color tanto interno

como externo, pues según la figura 7, los jueces no apreciaron diferencias significativas entre las muestras para estos parámetros.

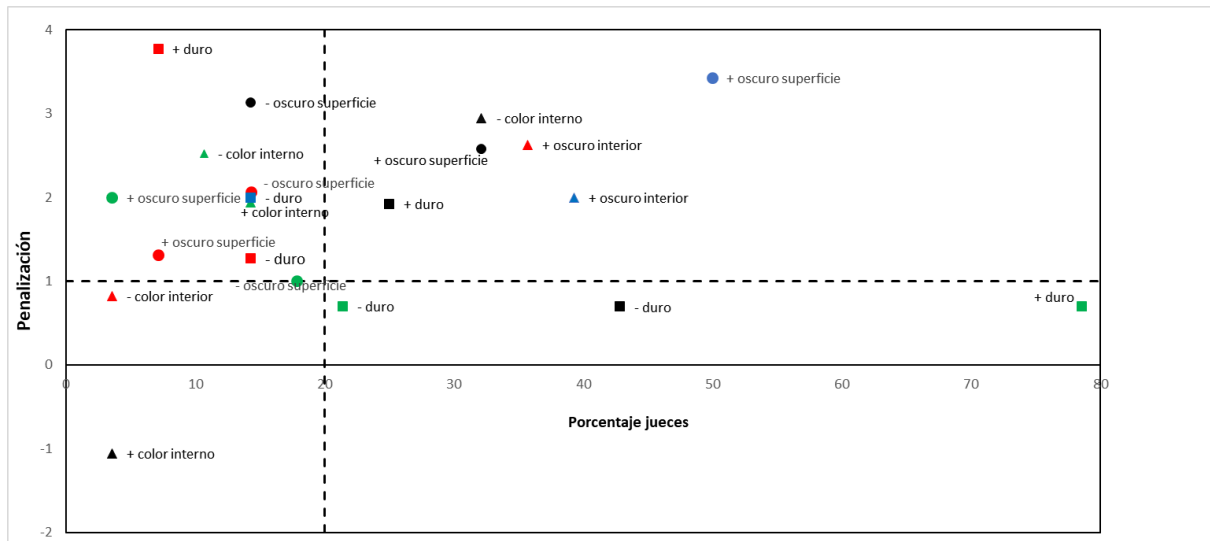


Figura 8: Gráfico de penalizaciones para las formulaciones evaluadas (color azul:100S, color rojo: 66S33I, color verde:33O66I, color negro:100I) en los parámetros Δ : color interno, o: color externo y \square : dureza.

En relación a la intención de compra, la figura 9 muestra que casi el 70% de los catadores compraría la formulación 100S, mientras que las formulaciones con mezcla de azúcares tienen menores intenciones de compra, fundamentalmente la 100I.

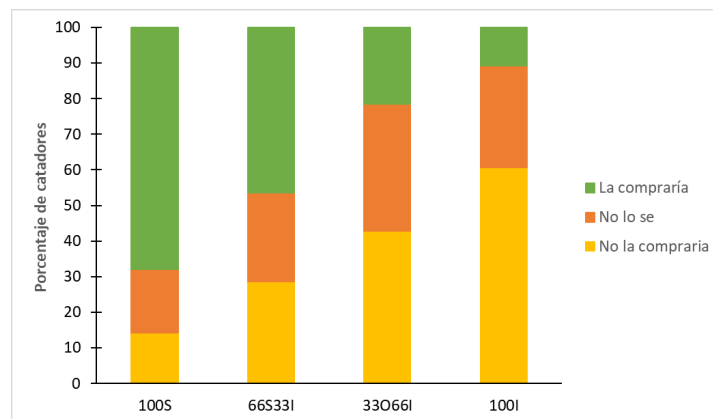


Figura 9: Valoraciones en la intención de compra

IV.6 Optimización de la formulación

Teniendo en cuenta todos los resultados anteriores, se optimizó la formulación teniendo en cuenta considerando los valores analíticos que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5: Rango de valores de los parámetros de dureza y color para la optimización

Parámetro	Valor mínimo	Valor máximo
Dureza (N)	68	90
Coordenada a* (exterior)	10	12
Coordenada b* (exterior)	28	35

La figura 10 muestra la superficie de contornos de la deseabilidad establecida según la tabla 5. Como puede observarse, con estos parámetros se podría alcanzar una deseabilidad entre el 80 y el 90% con cualquier combinación de edulcorantes incluidas en la zona amarilla.

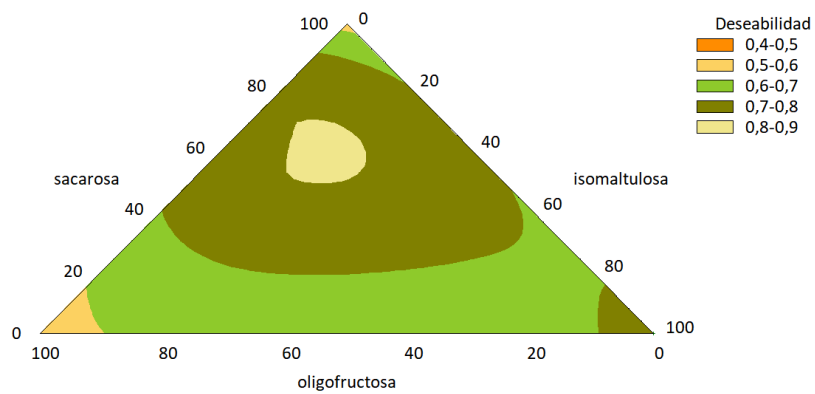


Figura 10: Superficie de contorno de deseabilidad

V. CONCLUSIONES

- Las galletas cuyas formulaciones estaban desarrolladas con los azúcares puros (100S, 100I y 100O), tuvieron una altura significativamente mayor tras el horneado. Este aumento puede deberse al número y tamaño de poros formados durante el horneado, el cual disminuye cuando se combinan entre ellos.
- En general, la sustitución de azúcares no modificó significativamente la humedad de las galletas, aunque cabe destacar que las galletas con un 100% de sacarosa u oligofruktosa retienen menos cantidad de agua tras el horneado.
- Cualquier combinación de azúcares sustitutivos de sacarosa aumentaron las coordenadas de color a^* y b^* .
- En cuanto a textura, la sustitución de la sacarosa por oligofruktosa, redujo significativamente la fuerza máxima de corte y consistencia de las galletas. En general, las galletas formuladas con diferentes combinaciones de edulcorantes fueron más blandas que las galletas con 100% sacarosa
- Desde el punto de vista sensorial, los jueces penalizaron, sobre todo para la formulación 100I su color y su dureza, considerando que en ambos casos debería aumentarse dichos parámetros. En cuanto a intención de compra, las galletas con edulcorantes distintos de la sacarosa, no fue elevada.
- Considerando los resultados analíticos y comparando con el resultado sensorial, se ha optimizado un rango de formulaciones que se ajustarían al nivel de dureza deseado con el color externo óptimo.

VI. BIBLIOGRAFIA

Aguilar N, (2006). Lo dulce del azúcar. <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol19num1/articulos/azucar/index.htm>. Fecha de consulta: marzo 2019

ALIMENTOS, (2019). Información general sobre la harina de trigo. URL: <https://alimentos.org.es/harina-trigo>. Fecha de consulta: marzo 2019.

Arnaiz, M. G. (2008). La obesidad como problema social: la ideación sobre su carácter crónico, plurifactorial y epidémico. In *Antropología de la medicina: metodologías e interdisciplinariedad: de las teorías a las prácticas académicas y profesionales* (pp. 63-78).

Baltsavias, A., Jurgens, A., & Van Vliet, T. (1999). Fracture properties of short-dough biscuits: effect of composition. *Journal of Cereal Science*, 29(3), 235-244. Consultado en enero 2019.

Beesley, P. M. (1995). Sugar functionality reviewed. *Food Technology International Europe*, 1, 87-89.

Feo F., (2000). La industria galletera en España. URL: <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/download/528/587>, consultado en diciembre 2018.

Gallagher, E., O'brien, C. M., Scannell, A. G. M., & Arendt, E. K. (2003). Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production. *Journal of food engineering*, 56(2-3), 261-263.

Hicsasmaz, Z., Yazgan, Y., Bozoglu, F., & Kaunas, Z. (2003). Effect of polydextrosesubstitution on the cell structure of the higt-ratio cake system. *LebensmittelWissenschaft und Technologie*, 36(4), 441e450.

Ibi T, (2014). Historia, ingredientes, horneado, tipos de pastas y método de amasado. URL: <http://dulceysaladoepgb.blogspot.com/2014/05/memoria-dulce-tema-2-pastas-de-te.html>, consultado en diciembre 2018.

Instituto de la galleta, (2018). Historia. URL: <http://institutodelagalleta.com/historia.php?cl=2>, consultado en diciembre 2018

Kweon, M., Slade, L., & Levine, H. (2016). Potential sugar reduction in cookies formulated with sucrose alternatives. *Cereal Chemistry*, 93(6), 576-583. Consultado en enero 2019.

Laguna, L., Primo-Martín, C., Salvador, A., & Sanz, T. (2013). Inulin and erythritol as sucrose replacers in short-dough cookies: sensory, fracture, and acoustic properties. *Journal of Food Science*, 78(5), S777-S784.

Maache-Rezzoug, Z., Bouvier, J.-M., Allaf, K. & Patras, C. (1998). Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits. *Journal of Food Engineering*, 35, 23–42.

Manisha, G., Soumya, C. & Indrani, D. (2012). Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. *Food Hydrocolloids*, 29, 363–373.

Manisha, G., Soumya, C., & Indrani, D. (2012). Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. *Food Hydrocolloids*, 29(2), 363-373.

Manohar, R. S., & Rao, P. H. (1997). Effect of sugars on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 75(3), 383-390.

Manohar, R. S., & Rao, P. H. (1999). Effect of emulsifiers, fat level and type on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(10), 1223-1231. Consultado en enero 2019.

Manohar, R. S., & Rao, P. H. (1999). Effects of water on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. *European Food Research and Technology*, 209(3-4), 281-285. Visitado en enero 2019

Martínez-Cervera, S., Sanz, T., Salvador, A., & Fiszman, S. M. (2012). Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose. *LWT-Food Science and Technology*, 45(2), 213-220.

MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION, 2018. Informe del consumo de alimentación en España 2017. URL:

https://www.mapa.gob.es/images/es/informeannualdeconsumoalimentario2017_tcm30-456186.pdf, consultado en diciembre 2018.

Pareyt, B., & Delcour, J. A. (2008a). The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(9), 824-839. Consultado en enero 2019.

Pareyt, B., Brijs, K. & Delcour, J.A. (2009). Sugar-snap cookie dough setting: the impact of sucrose on gluten functionality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 7814–7818.

Pareyt, B., Wilderjans, E., Goesaert, H., Brijs, K., & Delcour, J. A. (2008b). The role of gluten in a sugar-snap cookie system: A model approach based on gluten–starch blends. *Journal of Cereal Science*, 48(3), 863-869. Consultado en enero 2019.

Struck, S., Jaros, D., Brennan, C. S., & Rohm, H. (2014). Sugar replacement in sweetened bakery goods. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(9), 1963-1976.

Truque Gutiérrez, C. L. (2011). La dieta, un factor importante en la prevención de la caries (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad Piloto de Odontología).

Varzakas, T. & € Ozer, B. (2012). Application of sweeteners in food and drinks. In: *Sweeteners: Nutritional aspects, applications, and production Technology* (edited by T. Varzakas, A. Labropoulos & S. Anestis) Pp. 209–254. Boca Raton: CRC Press.

Virginia García, 2013: Como hacer galletas Veganas. https://issuu.com/veganwarrior/docs/galletas_veganas_ Consultado en enero de 2019.

Wade, P. (1988). *Biscuits, cookies, and crackers*. Elsevier applied science. Consultado en enero 2019.

VII. ANEXOS

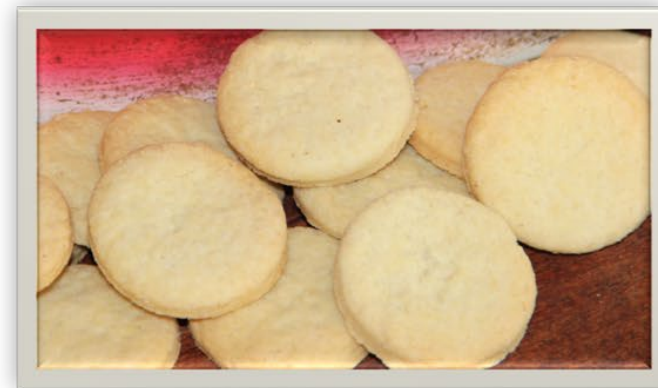


CATA DE GALLETAS

MARTES 5 MARZO 2019
10 - 14 H

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE
INGENIERÍA DE ALIMENTOS PARA
EL DESARROLLO

CUBO MORADO --- EDIFICIO 8E. ACCESO F
PLANTA 0
SALA DE CATA



VII.1 Cuestionario evaluación sensorial

CATA DE GALLETAS

Antes de comenzar el análisis sensorial de las Galletas, indique los siguientes datos:

Hombre Mujer

Edad:

Entre 18-

30

Entre 31-45

Entre 46-60

Mayor de 60

Marque con una cruz la frecuencia con que consume galletas:

- Varias veces a la semana
- Una vez a la semana
- Una vez al mes
- Ocasionalmente

Usted dispone de 4 Galletas diferentes. Debe responder el cuestionario adjunto para cada una de ellas, siguiendo las instrucciones facilitadas.

Muestra nº

Antes de probar la galleta, valore las siguientes características:

1. ¿Cuánto te agrada el **ASPECTO** de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

2. ¿Cuánto te agrada el **COLOR EXTERNO** de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

3. En cuanto al **COLOR EXTERNO**, en tu opinión el producto **debería ser:**

Menos oscuro	<input type="text"/>
Está bien así	<input type="text"/>
Más oscuro	<input type="text"/>

4. ¿Cuánto te agrada el **COLOR INTERNO** de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

5. En cuanto al **COLOR INTERNO**, en tu opinión el producto **debería ser:**

Menos oscuro	<input type="text"/>
Está bien así	<input type="text"/>
Más oscuro	<input type="text"/>

6. ¿Cuánto te agrada el **AROMA** de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

7. ¿Cómo de **CRUJIENTE** encuentras este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

Después de probar la galleta, valore las siguientes características:

6. ¿Cuánto te agrada el TACTO de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

7. ¿Cuánto te agrada la TEXTURA de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

10. En cuanto a la DUREZA, en tu opinión el producto debería ser:

Menos dura	<input type="text"/>
Está bien así	<input type="text"/>
Mucho más dura	<input type="text"/>

11. ¿Cuánto te agrada lo CRUJIENTE que es el producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

12. ¿Cuánto te agrada el SABOR de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

13. ¿Cuánto te agrada el RETROGUSTO EN BOCA de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

14. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor la PROBABILIDAD DE COMPRA de este producto si el precio fuera adecuado?

Definitivamente no lo compraría	<input type="text"/>
Probablemente no lo compraría	<input type="text"/>
Tal vez sí, tal vez no lo compraría	<input type="text"/>
Probablemente lo compraría	<input type="text"/>
Definitivamente lo compraría	<input type="text"/>

Muestra nº

Antes de probar la galleta, valore las siguientes características:

1. ¿Cuánto te agrada el **ASPECTO** de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

2. ¿Cuánto te agrada el **COLOR EXTERNO** de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

3. En cuanto al **COLOR EXTERNO**, en tu opinión el producto **debería ser:**

Menos oscuro	<input type="text"/>
Está bien así	<input type="text"/>
Más oscuro	<input type="text"/>

4. ¿Cuánto te agrada el **COLOR INTERNO** de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

5. En cuanto al **COLOR INTERNO**, en tu opinión el producto **debería ser:**

Menos oscuro	<input type="text"/>
Está bien así	<input type="text"/>
Más oscuro	<input type="text"/>

6. ¿Cuánto te agrada el **AROMA** de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

7. ¿Cómo de **CRUJIENTE** encuentras este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

Después de probar la galleta, valore las siguientes características:

8. ¿Cuánto te agrada el TACTO de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

9. ¿Cuánto te agrada la TEXTURA de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

10. En cuanto a la DUREZA, en tu opinión el producto debería ser:

Menos dura	<input type="text"/>
Está bien así	<input type="text"/>
Mucho más dura	<input type="text"/>

11. ¿Cuánto te agrada lo CRUJIENTE que es el producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

12. ¿Cuánto te agrada el SABOR de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

13. ¿Cuánto te agrada el RETROGUSTO EN BOCA de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

14. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor la PROBABILIDAD DE COMPRA de este producto si el precio fuera adecuado?

Definitivamente no lo compraría	<input type="text"/>
Probablemente no lo compraría	<input type="text"/>
Tal vez sí, tal vez no lo compraría	<input type="text"/>
Probablemente lo compraría	<input type="text"/>
Definitivamente lo compraría	<input type="text"/>

Muestra nº

Antes de probar la galleta, valore las siguientes características:

1. ¿Cuánto te agrada el ASPECTO de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

2. ¿Cuánto te agrada el COLOR EXTERNO de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

3. En cuanto al COLOR EXTERNO, en tu opinión el producto debería ser:

Menos oscuro	<input type="text"/>
Está bien así	<input type="text"/>
Más oscuro	<input type="text"/>

4. ¿Cuánto te agrada el COLOR INTERNO de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

5. En cuanto al COLOR INTERNO, en tu opinión el producto debería ser:

Menos oscuro	<input type="text"/>
Está bien así	<input type="text"/>
Más oscuro	<input type="text"/>

6. ¿Cuánto te agrada el AROMA de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

7. ¿Cómo de CRUJIENTE encuentras este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

Después de probar la galleta, valore las siguientes características:

8. ¿Cuánto te agrada el TACTO de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

9. ¿Cuánto te agrada la TEXTURA de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

10. En cuanto a la DUREZA, en tu opinión el producto debería ser:

Menos dura	<input type="text"/>
Está bien así	<input type="text"/>
Mucho más dura	<input type="text"/>

11. ¿Cuánto te agrada lo CRUJIENTE que es el producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

12. ¿Cuánto te agrada el SABOR de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

13. ¿Cuánto te agrada el RETROGUSTO EN BOCA de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

14. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor la PROBABILIDAD DE COMPRA de este producto si el precio fuera adecuado?

Definitivamente no lo compraría	<input type="text"/>
Probablemente no lo compraría	<input type="text"/>
Tal vez sí, tal vez no lo compraría	<input type="text"/>
Probablemente lo compraría	<input type="text"/>
Definitivamente lo compraría	<input type="text"/>

Muestra nº

Antes de probar la galleta, valore las siguientes características:

1. ¿Cuánto te agrada el ASPECTO de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

2. ¿Cuánto te agrada el COLOR EXTERNO de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

3. En cuanto al COLOR EXTERNO, en tu opinión el producto debería ser:

Menos oscuro	<input type="text"/>
Está bien así	<input type="text"/>
Más oscuro	<input type="text"/>

4. ¿Cuánto te agrada el COLOR INTERNO de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

5. En cuanto al COLOR INTERNO, en tu opinión el producto debería ser:

Menos oscuro	<input type="text"/>
Está bien así	<input type="text"/>
Más oscuro	<input type="text"/>

6. ¿Cuánto te agrada el AROMA de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

7. ¿Cómo de CRUJIENTE encuentras este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

Después de probar la galleta, valore las siguientes características:

8. ¿Cuánto te agrada el TACTO de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

9. ¿Cuánto te agrada la TEXTURA de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

10. En cuanto a la DUREZA, en tu opinión el producto debería ser:

Menos dura	<input type="text"/>
Está bien así	<input type="text"/>
Mucho más dura	<input type="text"/>

11. ¿Cuánto te agrada lo CRUJIENTE que es el producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

12. ¿Cuánto te agrada el SABOR de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

13. ¿Cuánto te agrada el RETROGUSTO EN BOCA de este producto?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta mucho			Indiferente			Me gusta mucho		

14. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor la PROBABILIDAD DE COMPRA de este producto si el precio fuera adecuado?

Definitivamente no lo compraría	<input type="text"/>
Probablemente no lo compraría	<input type="text"/>
Tal vez sí, tal vez no lo compraría	<input type="text"/>
Probablemente lo compraría	<input type="text"/>
Definitivamente lo compraría	<input type="text"/>

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!!