



**DESARROLLO DE UNA GALLETA DULCE REDUCIDA EN GRASA Y AZÚCAR
ENRIQUECIDA CON HARINA DE AMARANTO**

Trabajo de grado para optar por el título de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

Modalidad: Práctica empresarial

Presentado por:

LAURA MELISSA TORRES PALACIOS

Bajo la dirección de:

MARTHA PATRICIA TARAZONA DÍAZ. Ph.D
Ingeniera de Alimentos.

Cotutor de la empresa:

IVONNE FLOREZ PALLARES

Jefe directo

Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería
Departamento de Ingeniería
Programa de Ingeniería de Alimentos

Bogotá, D.C.- Colombia
2018

CONTENIDO

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN.....	4
3. OBJETIVO GENERAL.....	8
<i>3.1 Objetivos específicos.....</i>	<i>9</i>
4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	9
4.1 DESCRIPCIÓN ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS.....	9
4.2 DETERMINACIÓN DE CALORÍAS EN LAS GALLETAS.....	10
4.3 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE PRODUCTO TERMINADO.....	10
<i>4.3.1 Determinación de humedad.....</i>	<i>10</i>
<i>4.3.2 Determinación de pH.....</i>	<i>10</i>
<i>4.3.3 Análisis microbiológicos.....</i>	<i>10</i>
4.4 ESTIMACIÓN DE COSTOS.....	11
4.5 ANÁLISIS SENSORIAL.....	11
5. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA.....	12
5.1 DETERMINACIÓN DE CALORÍAS SISTEMA DE RECuento CALÓRICO ATWATER.....	15
5.2 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE PRODUCTO TERMINADO.....	16
<i>5.2.1 Determinación de humedad</i>	<i>18</i>
<i>5.2.2 Determinación de pH.....</i>	<i>18</i>
<i>5.2.3 Análisis microbiológicos.....</i>	<i>19</i>
5.3 ANÁLISIS SENSORIAL.....	21
5.4 ESTIMACIÓN DE COSTOS.....	23
6. CONCLUSIONES.....	25
7. BIBLIOGRAFÍA.....	25

DESARROLLO DE UNA GALLETA DULCE REDUCIDA EN GRASA Y AZÚCAR ENRIQUECIDA CON HARINA DE AMARANTO

1. RESUMEN

La industria de productos horneados contribuye con las nuevas tendencias en el desarrollo de productos reducidos en grasa y azúcar. Actualmente hay una tendencia de los consumidores por el interés en la salud relacionada con una alimentación más sana, es por esto que la demanda de alimentos funcionales a nivel global va en ascenso, ya que se basa en modificar la composición reduciendo niveles de sustancias indeseables, añadiendo o incrementando ingredientes con efectos beneficiosos.

El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar una galleta dulce reducida en azúcar y grasa, se utilizaron diferentes sustitutos de azúcar como estevia y sucralosa y sustitutos de grasa como povidona y fibra soluble, con el fin de determinar el más adecuado para el producto final. Adicional se incorporó harina de amaranto ya que tiene alto contenido de proteínas, fibras y lisina que es un aminoácido esencial para el ser humano. Se realizaron diferentes reducciones de azúcar y grasa en las formulaciones (40%-30%, 50%-50% 60%-40%) que permitieron determinar el balance de dulzor y textura en la galleta. Finalmente se usó sucralosa y Fibersol-2 como sustitutos ya que se obtuvieron galletas con buena textura y dulzor similar a la galleta de referencia.

Palabras clave: Galleta, azúcar, grasa, reducción, alimento funcional.

ABSTRACT

The baked goods industry contributes to the new trends in the development of reduced fat and sugar products. Currently there is a tendency of consumers for the interest in health for health in healthy life, that is why the demand for food at the global level is on the rise, it is based on modifying the composition of levels of undesirable substances, Adding ingredients with beneficial effects.

The objective of this work was to develop a sweet cookie reduced in sugar and fat, different sugar substitutes were used such as stevia and sucralose and fat substitutes such as polydextrose and soluble corn fiber, in order to determine the most suitable for the final product. . Additionally, amaranth flour was incorporated as it has a high content of proteins, fibers and lysine, which is an essential amino acid for humans. Different reductions of sugar and fat were made in the formulations (40% -30%, 50% -50% 60% -40%) that allowed to determine the balance of sweetness and texture in the cookie. Finally, sucralose and Fibersol-2

were used as substitutes since biscuits with good texture and sweetness similar to the reference cookie were obtained.

Key words: Cookie, sugar, fat, reduction, functional food.

2. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, tendencias mundiales de la alimentación presentan un interés en los consumidores hacia alimentos que aportan valor nutritivo y beneficios para la salud en las personas. Investigaciones en el campo de la nutrición permiten establecer estrategias para el desarrollo de nuevos alimentos conocidos como alimentos funcionales. Los enfoques científicos se basan en modificar algunos componentes de estos alimentos, reduciendo sustancias no beneficiosas, añadiendo o incrementando ingredientes con efectos beneficiosos. Existen dos tendencias en el mercado de los alimentos con efectos beneficiosos que son los que están relacionados con el sobrepeso y relacionados a la salud. En cuanto al sobrepeso se establece la reducción de calorías, azúcar, grasa, sodio, colesterol, que se encuentran en el mercado como bajos en grasa, bajos o sin azúcar, bajos en calorías, etc. Por otro lado los alimentos relacionados con la salud, son los denominados nutracéuticos y funcionales que incluyen ingredientes prebióticos, probióticos, omegas, antioxidantes, isoflavonas, extractos herbales, minerales, vitaminas y proteínas. (Calle, 2012)

Actualmente, la situación de sobrepeso y obesidad en el mundo se considera un problema grave de salud pública. En Colombia, según la Encuesta Nacional de Situación Nutricional que presentó el Ministerio de Salud, el 56% de los adultos en Colombia presenta exceso de peso. La investigación comenzó en el 2005 y se realiza cada cinco años. Según el Ministerio las mujeres 22,4% presentan mayor problema de obesidad que en los hombres con un 14,4%. En cuanto a los niños, el informe indicó que el exceso de peso en niños de 0 a 4 años de edad subió de 4,9% en el 2010 a 6,3% en el 2015. Estas cifras se deben a la mala alimentación así como a la oferta de alimentos procesados, frituras, azúcares y dulces. Según cifras dadas por el INVIMA el 21% de las kilocalorías disponibles en Colombia son azúcares, aceites y grasas vegetales con un 12,3% y leche y derivados con un 7,3%. (MindSalud, 2017)

Dentro de los alimentos, las galletas constituyen una gran fuente de energía debido a su composición, son alimentos ricos en grasas y azúcar, ingredientes que determinan su textura, las grasas hidrogenadas son las fuentes más importantes de grasa en las galletas. Estas grasas son utilizadas para proveer atributos deseables, sin embargo, causan problemas para la salud de las personas, ya que

presentan grandes proporciones de ácidos grasos trans y varios estudios reportan que pueden ser un riesgo de enfermedades cardio vasculares y aumentan el colesterol (Calle, 2012).

Por otra parte, cuando se trata de sustituir el azúcar, en los productos horneados, la función del azúcar es algo complejo puesto que depende del tipo de producto que se quiere producir, ya que este interviene en diferentes características funcionales. Sin embargo se pueden agregar edulcorantes intensos, que son productos que poseen mayor dulzor que la sacarosa y se pueden usar en pequeñas dosis y de esta manera se logra una disminución de calorías. (Enriquez, 2013)

Dentro de los sustitutos de azúcar se encuentran los edulcorantes, estos proporcionan un sabor similar a la sacarosa con la ventaja de que no aportan grandes cantidades de calorías, además presentan varios beneficios como la disminución del peso, tratamiento de la diabetes, reducción de riesgo de padecer obesidad. Entre los edulcorantes podemos encontrar los edulcorantes sintéticos no nutritivos como: Acesulfame-k, ciclamato, sacarina y sucralosa y edulcorantes naturales como: stevia.

El acesulfame-K presenta sabor limpio y sin regusto y es 200 veces más dulce que el azúcar, es estable a ciertos rangos de temperatura, no deja sabor desagradable al consumirlo. El ciclamato es el menos intenso de los edulcorantes no nutritivos; su dulzor es 30 veces más dulce que el azúcar, generalmente se combina con sacarina para disminuir el sabor amargo. La sacarina tiene un efecto edulcorante entre 300 y 500 veces más que el azúcar, es estable bajo condiciones de pH, humedad y temperatura para productos horneados y presenta buena solubilidad. Su principal desventaja es que los consumidores detectan un ligero amargor en el gusto. El aspartame que es de 180 a 200 veces más dulce que la sacarosa con un sabor similar, tiende a degradarse a altas temperaturas, por lo tanto no es óptimo para productos horneados. Por último la sucralosa es uno de los edulcorantes de última generación que ha sido aprobado por la FAO. Es un edulcorante de alta intensidad, es el único que proviene de la sacarosa, es aproximadamente 600 veces más dulce que el azúcar y es posible usarlo en productos horneados por su gran estabilidad frente a los altas temperatura y pH, no es metabolizada por el organismo por lo que no aporta calorías. (Enriquez, 2013)

La stevia en su forma natural es 15 veces más dulce que el azúcar de mesa (sacarosa). Y el extracto es de 100 a 300 veces más dulce que el azúcar. Al ser cero calorías, reduce el aumento de glucosa en la sangre, protegiendo al organismo de enfermedades como la diabetes y obesidad. (Castro & Díaz, 2014)

Por otro lado, como sustitutos de grasa existe la alternativa de implementar sustancias a base de carbohidratos, proteínas, grasas o combinaciones. Dentro de este grupo se encuentran los almidones modificados, maltrodextrinas, dextrinas, povidexrosa e insulina. Estos productos son capaces de absorber grandes cantidades de agua para formar una matriz tipo gel dando algunas propiedades funcionales de las grasas como cuerpo, cremosidad y viscosidad, el aporte calórico es de 1 a 2 kcal/g. (Enriquez, 2013)

Los sustitutos de grasa a base de carbohidratos son los más utilizados ya que tienen la capacidad de proveer productos con buenas propiedades organolépticas. Entre ellos podemos encontrar la maltodextrina resistente a la digestión Fibersol-2, es una fibra de maíz soluble bajo en calorías que contiene el 90% de fibra dietética. Se utiliza en una amplia variedad de alimentos para mantener o mejorar los atributos deseados de un producto, no afecta el sabor ni la viscosidad. Esta fibra dietética ayuda a mantener la regularidad intestinal, tiene el potencial de reducir los niveles máximos de glucosa e insulina posprandial en la sangre que se encuentran dentro del rango normal en individuos sanos. Además, los estudios muestran que Fibersol-2 no altera los niveles de insulina o glucosa en sangre en estado estable y saludable, ayuda a la reducción de los niveles de colesterol y triglicéridos. Como beneficios para aplicación, mejora los atributos organolépticos positivos, como la mejora de la sensación en la boca y el enmascaramiento de amargor. (Cho & Samuel, 2010)

Otro sustituto es la povidexrosa, este polímero sintético resulta de la polimerización de la glucosa, sorbitol y ácido cítrico a alta temperatura. Este producto es utilizado como sustituto de grasa, es soluble en agua y no es adsorbida en el intestino. Es un agente espesante de bajo contenido calórico ya que solo aporta 1kcal por gramo y es efectivo para controlar la humedad de los productos. Puede ser utilizado en grandes cantidades sin influir en el producto final, dado que posee un sabor neutro, puede ser utilizada como fuente de fibra o como prebiótico con efectos benéficos para la flora intestinal, modera la ingesta de energía y la absorción de nutrientes, estimula la actividad bacteriana, también proporciona la sensación en boca y la textura del azúcar, por lo que es una alternativa ideal en productos que ofrecen azúcar y calorías reducidas.

A nivel mundial, los consumidores se han preocupado más por los alimentos y las bebidas que consumen. De hecho, el 55% de los consumidores a nivel mundial están tratando de evitar los azúcares y el 52% está tratando de agregar más fibra a su dieta. La povidexrosa facilita a los fabricantes de alimentos y bebidas satisfacer estas demandas de los consumidores. (Gutiérrez , 2014)

Además de los sustitutos de grasa y azúcar, la funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas es de gran interés, ya que permite no solo reaccionar de forma rápida y eficaz ante posibles variaciones indeseables de la galleta durante la fabricación, si no en el desarrollo de nuevas formulaciones.

La harina es el principal ingrediente y el que aporta, junto con el azúcar, y la grasa, los nutrientes que determinan su elevado valor energético. (González & Valencia, 2013)

La grasa es un ingrediente que tiene como función suministrar características de textura, suavidad y durabilidad al producto final. También evita el desarrollo excesivo de las proteínas del gluten durante el mezclado, e imparte cualidades comestibles deseables y contribuye a mejorar la sensación en la boca, el sabor (intensidad) y la percepción por parte del consumidor.

La harina débil es indispensable para la elaboración de las galletas, este tipo de harina se obtiene principalmente del trigo, su contenido proteico es inferior al 10%, la masa que se obtiene es menos elástica y menos resistente al estiramiento que la masa obtenida con harina fuerte (más del 10 % de proteínas). Al añadir agua a la harina se forma una masa a medida que se van hidratando las proteínas del gluten. Si las galletas se elaboran con harina muy dura, resultan duras más que crujientes y tienden a encogerse de forma irregular tras el moldeo. (Cabeza, 2010)

La harina de trigo es la única que tiene la habilidad de formar una masa cohesiva y tenaz, capaz de retener gases y dar productos aireados y livianos después de su cocción. Esta propiedad se debe a su composición química, y en especial a las proteínas y su capacidad para formar gluten. (Embuena, 2015)

En general los panes y galletas tradicionales se elaboran con harina de trigo; sin embargo, es posible adicionar pequeñas cantidades de otras harinas para conseguir propiedades estructurales especiales. La harina de amaranto ha sido calificada como el alimento ideal por la ONU, tanto por su contenido nutricional, como por su versatilidad. El amaranto se caracteriza por su alto contenido en proteínas, de alto valor biológico, al igual que los minerales y aminoácidos esenciales para el ser humano que contiene, también al no ser un cereal, sino un pseudocereal, no contiene gluten siendo el sustituto perfecto para personas celiacas. (García, 2016)

Dentro de los nutrimentos del amaranto podemos encontrar un total de 16% de proteína que es considerada la más completa al contar con: leucina, lisina, valina, metionina, fenilalanina, treonina e isoleucina, está por encima del porcentaje de

proteínas en la leche (3%) que se consideraba como el porcentaje más alto. (García, 2016)

Por otra parte, se tiene la sacarosa o azúcar de mesa que proporciona dulzura y color, e influye en las propiedades estructurales y texturales como lo son dureza, crocancia y volumen, además reduce la viscosidad. Tiene un efecto sobre el gluten ablandándolo y haciéndolo más extensible.

Adicionalmente se utiliza azúcar invertido ya que aumenta la retención de humedad en las masas evitando que estas se resequen. (Cabeza, 2010). El azúcar invertido también reduce la fragilidad de la galleta y apresura la coloración en el horneado, permitiendo una cocción más rápida, ya que carameliza a una temperatura inferior a la sacarosa. (Pérez, 2017)

El agua es un ingrediente esencial en la formación de la masa para la solubilización de otros ingredientes, en la hidratación de proteínas y carbohidratos y para la creación de la red de gluten. Si se añade un exceso de agua, la fuerza de la masa disminuye, haciéndola más extensible.

Otros ingredientes que se añaden para la elaboración de galletas son aditivos como saborizantes, emulsificantes, acentuadores de sabor, leudantes, conservantes, humectantes, colorantes y antioxidantes autorizados por la Comisión del Codex Alimentarius. (Norma Técnica Colombiana NTC 1241, 2007)

Algunos aditivos que ayudan a mejorar las características del producto son los bicarbonatos como el bicarbonato de sodio y el bicarbonato de amonio, que son agente gasificantes o también denominadas levaduras químicas, su función es generar gas para aumentar el volumen final. La lecitina que actúa como agente emulsionante, ayuda a la masa dándole más extensibilidad y facilita la absorción del agua en la masa. La sal se utiliza por su propiedad de potenciar el sabor, ayuda a mantener la red de gluten y produce masas menos adherentes. (Cabeza, 2010).

Con base a lo anterior el siguiente trabajo busca implementar sustitutos de grasa y azúcar para reducir parcialmente en la formulación de la elaboración de una galleta dulce.

3. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar de una galleta dulce baja en calorías, reducida parcialmente en grasa y en azúcar, usando edulcorante y fibra soluble como sustitutos y adicionando harina de amaranto.

3.1 *Objetivos específicos*

- Determinar el porcentaje de adición de fibra soluble y edulcorante más adecuado en la formulación.
- Determinar el aporte calórico de las formulaciones propuestas.
- Evaluar las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de las galletas desarrolladas

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Para la elaboración de las galletas se utilizaron las siguientes materias primas proporcionadas por la empresa Givaudan Colombia S.A: harina de trigo, harina de amaranto, harina integral, fibersol-2, bicarbonato de sodio, fosfato monocálcico, avena en hojuelas, frutos deshidratados, margarina, azúcar en cristales, azúcar invertido, sal, lecitina de soya, sucralosa, stevia, polidextrosa, bicarbonato de amonio, metabisulfito de sodio, sabor y agua.

Se realizaron pruebas a escala laboratorio en el área de aplicaciones de Bakery. Se partió de una formulación estándar de galleta dulce full azúcar (target) y se llevaron a cabo reducciones parciales de 40% azúcar y 30% grasa, 50% azúcar y 50% grasa y 60% azúcar y 40% grasa. Se realizaron pruebas utilizando diferentes sustitutos de azúcar, en este caso edulcorantes: sucralosa y stevia, y sustitutos de grasa a base de carbohidratos: fibersol-2 (fibra de maíz soluble) y polidextrosa con el objetivo de escoger el sustituto adecuado para el producto.

4.1 DESCRIPCIÓN ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS

1. Cremado: En una batidora se mezcló la margarina, azúcar en cristales, azúcar invertido, lecitina de soya, sal, sucralosa (sustituto parcial de azúcar) y el sabor hasta obtener una crema homogénea sin presencia de grumos. Una vez formada la crema se agregó agua caliente a 90°C y se mezcló durante cinco minutos.

2. Amasado: A la mezcla anterior se le adicionó la harina de trigo, harina de amaranto, harina integral, Avena en hojuelas, fibersol-2 (sustituto parcial de grasa), bicarbonato de sodio, fosfato monocálcico, frutos deshidratados, posteriormente se adicionó bicarbonato de amonio disuelto en agua hasta obtener una masa homogénea.

3. Laminado: Se laminó la masa en una laminadora hasta obtener un espesor de 2.0 mm.

4. Moldeado: Se moldeó en un molde cuadrado mediano 5x5 cm²

5. Horneo: Se llevó a cabo en un horno eléctrico modular Tagliavini a una temperatura de 160°C por 11 minutos. Al final del horneo se obtuvo galletas color dorado.

6. Enfriado: Dejar enfriar las galletas hasta temperatura ambiente (20°C ±3°C)

7. Envasado: El producto se envasó en bolsas de polipropileno debidamente sellada para evitar que entre aire y que las galletas cojan humedad.

4.2 DETERMINACIÓN DE CALORÍAS EN LAS GALLETAS

De acuerdo con la composición química de cada ingrediente para la elaboración de las galletas, se determinó la energía disponible en el producto final. Se calculó la suma de kilocalorías que aportan las proteínas, carbohidratos y grasas.

Para la determinación de calorías se utilizó el factor de Atwater: Proteínas: 4 kcal/g, Carbohidratos: 4 kcal/g, Grasas: 9 kcal/g.

4.3 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE PRODUCTO TERMINADO

4.3.1 Determinación de humedad

Se determinó de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Colombiana NTC529. Se realizó con un analizador de humedad halógeno de (METTLER TOLEDO, Columbus, Estados Unidos)

4.3.2 Determinación de pH

Se realizó según la Norma Técnica Colombiana NTC 440. Se realizó con un phmetro digital (METTLER TOLEDO, Columbus, Estados Unidos)

4.3.3 Análisis microbiológicos

Se realizaron pruebas microbiológicas en el laboratorio de microbiología general de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, de acuerdo a la NTC 1241 de productos de molinería, con el objetivo de asegurar que se obtiene un producto inocuo libre de microorganismos.

Tabla 1. Análisis microbiológico

Requisitos	Medio de cultivo	Interpretación de resultados
Recuento de bacterias aerobias mesófilas UFC/g	PCA	Colonias blancas
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positiva UFC/g	Manitol	Colonias de color amarillo
Recuento de mohos y levaduras UFC/g	YGC (agar al extracto de	Observar y

	levadura, dextrosa y cloranfenicol)	describir el color y morfología
Recuento de <i>Eschericia Ecoli</i> UFC/g	Macconkey	Colonias rosadas-rojizas

4.4 ESTIMACIÓN DE COSTOS

Se realizó una estimación de costo de fabricación del producto de acuerdo al empleo de las materias primas y se comparó el costo de cada una de las formulaciones.

4.5 ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó un perfil descriptivo del producto para comparar las diferentes propuestas de formulación de galletas reducidas con respecto a la formulación de referencia (full azúcar) y así observar las posibles diferencias que se pudieron encontrar. Inicialmente se evaluaron las galletas con el especialista del área sensorial y se determinaron los atributos más característicos de las galletas (Tabla 2), no se tuvo en cuenta la textura ya que en todas las formulaciones no hubo variación en este atributo. Posteriormente se realizó la prueba de los productos que fueron evaluados por el panel interno de la empresa conformado por ocho personas de acuerdo al formato 1. En donde los panelistas evaluaron los atributos en una escala de intensidad de 0 a 100. Finalmente se tabularon los datos obtenidos y se realizó un diagrama de red de araña para observar las diferencias encontradas de acuerdo a cada atributo evaluado.

Tabla 2. Atributos característicos de las galletas

Atributo (descriptor)	Descripción
Aroma Total	Impresión general de aroma de un producto
Sabor Total	Impresión general de sabor de un producto
Sabor Vainilla	Aroma dulce asociado con vainilla similar a la vainillina.
Sabor cereal	Aroma asociado con varios granos, como el trigo, la avena, el centeno y cereales como la quinoa y el amaranto.
Dulzor	Sabor básico asociado a sacarosa diluida en agua
Sabor amargo	Sabor básico asociado a sustancias como la cafeína o la quinina diluida en agua
Residual edulcorante	Sabor asociado con edulcorantes de alta intensidad. Este sabor a menudo, pero no siempre, retrasa y alentiza.

Formato 1. Formato Evaluación sensorial

Nombre: _____
 Fecha: _____

Califique las siguientes galletas de acuerdo a los atributos en la escala de 0 a 100

Cód.:

Atributos:

- Aroma Total

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

- Sabor Total

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

- Sabor Vainilla

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

- Sabor Cereal

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

- Dulzor

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

- Sabor amargo

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

- Residual Edulcorante

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ausencia	bajo			Medio			Alto			Muy alto

Figura 1. Escala calificación atributos

5. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Inicialmente se fabricaron galletas utilizando dos sustitutos de grasa (polidextrosa y fibersol-2) y dos sustitutos de azúcar (stevia y sucralosa), estas fueron evaluadas por la especialista del laboratorio de Bakery. Teniendo en cuenta las características de cada sustituto que se observan en la tabla 3 y 4, se escogió utilizar como sustituto parcial de azúcar la sucralosa puesto que de acuerdo a lo evaluado obtuvo un buen aporte en dulzor similar al target, además no generó regusto o residual en comparación con la stevia.

Sin embargo es importante resaltar que el azúcar está involucrado en dos reacciones de coloración que determinan el color caramelo de la galleta final, estas son las reacciones de Maillard y de caramelización. Las reacciones de Maillard ocurren entre las interacciones de los azúcares reductores y los aminoácidos presentes en la masa lo que resulta en la formación de melanoidinas responsable de pigmento marrón en el producto final. (Calle, 2012)

En este caso al reducir parcialmente el azúcar (sacarosa) y agregar sucralosa se disminuye la coloración marrón en la galleta es por esto que las galletas tomaron un color más pálido con respecto a la galleta full azúcar.

Tabla 3. Sustituto de azúcar

SUSTITUTO	ATRIBUTO		
	Apariencia	Textura	Dulzor
Stevia	Galletas más pálidas respecto al target	Crujiente	Poca intensidad de dulce, residual metálico
Sucralosa	Galletas más pálidas respecto al target	Crujiente	Buena intensidad de dulzor similar al target

Tabla 4. Sustitutos de grasa

Sustituto	Atributo	
	Textura	Apariencia
Polidextrosa	Dura	Color dorado
Fibersol-2	Suave y crujiente	Color pálido

Por otra parte, como sustituto parcial de grasa se escogió el fibersol-2 puesto que se obtuvo una textura suave y a la vez crujiente. Esta fibra tiene la capacidad de mejorar la sensación en la boca y el enmascaramiento de amargor (FIBERSOL, 2018) característica que ayudó a cubrir algunas notas amargas de la harina de amaranto en la galleta. En cuanto a las galletas con polidextrosa se obtuvieron galletas de color dorado y ligeramente más duras con respecto a las galletas con fibersol-2. Una galleta dura es un atributo sensorial poco aceptado por los consumidores por lo tanto se decidió trabajar con fibersol-2. Sin embargo, según estudios, se debe destacar que la reacción de Maillard, también se da cuando se utiliza la polidextrosa en diferentes preparaciones, haciendo posible la elaboración

de productos reducidos en azúcar y grasas con buen desarrollo de color y visualmente agradables. (Rodríguez A. , 2016)

Finalmente con los sustitutos de azúcar y grasa debidamente escogidos se obtuvo la siguiente fórmula final:

Tabla 5. Formulación final galletas

	Target (full azúcar)	Reducción (50%A 50%G)	Reducción (60%A 40%G)	Reducción (40%A 30%G)
INGREDIENTES	%	%	%	%
PARTE A				
Harina de trigo	29,00	35,00	31,00	30,00
Harina de amaranto	13,00	15,00	17,00	16,00
Harina integral	9,00	10,00	13,00	12,00
Firbesol-2	-	5,00	6,00	7,00
Bicarbonato de sodio	0,60	0,60	0,60	0,60
Fosfato monocalcico	0,60	0,60	0,60	0,60
Avena en hojuelas	1,50	2,50	1,50	1,50
Piña deshidratada	8,00	3,44	2,76	4,13
PARTE B				
Margarina	10,00	5,00	4,00	3,00
Azúcar en cristales	12,00	4,31	3,44	5,17
Azúcar invertido	2,00	0,86	0,69	1,03
Sal	0,17	0,17	0,17	0,17
Lecitina de soya	0,50	0,90	0,90	0,90
Sabor vainilla	0,30	0,30	0,30	0,30
Sucralosa	-	0,03	0,03	0,03
Agua 90°C	5,00	7,00	7,50	7,00
PARTE C				
Bicarbonato de amonio	0,70	0,70	0,70	0,70
Metabisulfito de sodio	0,02	0,02	0,02	0,02
Agua	8,00	8,50	9,50	9,50
	100	100	100	100

*A: Azúcar, G: Grasa. Fuente: Propia



Figura 2. Galletas target y reducidas

En la figura 2 se puede observar las galletas fabricadas con las diferentes reducciones, se obtuvieron galletas con textura similar al target, en apariencia ligeramente más pálida, en cuanto al dulzor es muy similar a la referencia sin embargo se siente un residual amargo que se debe a la harina de amaranto.

5.1 DETERMINACIÓN DE CALORÍAS SISTEMA DE RECuento CALÓRICO ATWATER

Por medio de la información nutricional de cada ingrediente para la elaboración de las galletas, se calculó la cantidad de energía disponible en una porción de 14 g (4 galletas).

Tabla 6. Cálculo de energía

Formulación	kcal	Reducción %
Target (full azúcar)	49	-
Reducción 40%A 30%G	44	10%
Reducción 50%A 50%G	45	8%
Reducción 60%A 40%G	43	12%

De acuerdo a la tabla 6 se puede evidenciar que al reducir parcialmente azúcar y grasa, se obtiene una disminución de las calorías del producto y fue posible obtener un producto reducido con las características similares al target. La reducción en calorías no es muy significativa ya que los porcentajes de reducción no son muy variables.

Información Nutricional																													
Tamaño de la porción 4 galletas (14 g)																													
Cantidad por porción																													
Calorías 49 kcal																													
Valor diario*																													
Grasa Total 1 g	2%																												
Grasa saturada 0,5 g	3%																												
Colesterol 0 mg	0%																												
Sodio 15 mg	1%																												
Carbohidratos Total 8 g	3%																												
Fibra dietética 1 g	4%																												
Azúcares 3 g																													
Proteína 1 g																													
Vitamina A 0 %	Vitamina C 0%																												
Calcio 0 %	Hierro 2 %																												
Vitamina B1 4%	Vitamina B2 2%																												
Vitamina B3 2%																													
*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Calorías</th> <th>2000</th> <th>2500</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grasa Total</td> <td>Menos de</td> <td>65 g</td> <td>80 g</td> </tr> <tr> <td>Grasa Sat</td> <td>Menos de</td> <td>20 g</td> <td>25 g</td> </tr> <tr> <td>Colesterol</td> <td>Menos de</td> <td>300 mg</td> <td>300 mg</td> </tr> <tr> <td>Sodio</td> <td>Menos de</td> <td>2400 mg</td> <td>2400 mg</td> </tr> <tr> <td>Carb. Total</td> <td></td> <td>300 g</td> <td>375 g</td> </tr> <tr> <td>Fibra Dietética</td> <td></td> <td>25 g</td> <td>30 g</td> </tr> </tbody> </table>			Calorías	2000	2500	Grasa Total	Menos de	65 g	80 g	Grasa Sat	Menos de	20 g	25 g	Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg	Sodio	Menos de	2400 mg	2400 mg	Carb. Total		300 g	375 g	Fibra Dietética		25 g	30 g
	Calorías	2000	2500																										
Grasa Total	Menos de	65 g	80 g																										
Grasa Sat	Menos de	20 g	25 g																										
Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg																										
Sodio	Menos de	2400 mg	2400 mg																										
Carb. Total		300 g	375 g																										
Fibra Dietética		25 g	30 g																										
Calorías por gramo:																													
Grasa 9 *	Carbohidratos 4 *	Proteína 4 *																											

Figura 3. Información nutricional galleta full azúcar (target)

Información Nutricional																													
Tamaño de la porción 4 galletas (14 g)																													
Cantidad por porción																													
Calorías 44 kcal																													
Valor diario*																													
Grasa Total 1 g	2%																												
Grasa saturada 0 g	0%																												
Colesterol 0 mg	0%																												
Sodio 10 mg	0%																												
Carbohidratos Total 7 g	2%																												
Fibra dietética 2 g	8%																												
Azúcares 1 g																													
Proteína 1 g																													
Vitamina A 0 %	Vitamina C 0%																												
Calcio 0 %	Hierro 2 %																												
Vitamina B1 4%	Vitamina B2 2%																												
Vitamina B3 2%																													
*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Calorías</th> <th>2000</th> <th>2500</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grasa Total</td> <td>Menos de</td> <td>65 g</td> <td>80 g</td> </tr> <tr> <td>Grasa Sat</td> <td>Menos de</td> <td>20 g</td> <td>25 g</td> </tr> <tr> <td>Colesterol</td> <td>Menos de</td> <td>300 mg</td> <td>300 mg</td> </tr> <tr> <td>Sodio</td> <td>Menos de</td> <td>2400 mg</td> <td>2400 mg</td> </tr> <tr> <td>Carb. Total</td> <td></td> <td>300 g</td> <td>375 g</td> </tr> <tr> <td>Fibra Dietética</td> <td></td> <td>25 g</td> <td>30 g</td> </tr> </tbody> </table>			Calorías	2000	2500	Grasa Total	Menos de	65 g	80 g	Grasa Sat	Menos de	20 g	25 g	Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg	Sodio	Menos de	2400 mg	2400 mg	Carb. Total		300 g	375 g	Fibra Dietética		25 g	30 g
	Calorías	2000	2500																										
Grasa Total	Menos de	65 g	80 g																										
Grasa Sat	Menos de	20 g	25 g																										
Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg																										
Sodio	Menos de	2400 mg	2400 mg																										
Carb. Total		300 g	375 g																										
Fibra Dietética		25 g	30 g																										
Calorías por gramo:																													
Grasa 9 *	Carbohidratos 4 *	Proteína 4 *																											

Información Nutricional																													
Tamaño de la porción 4 galletas (14 g)																													
Cantidad por porción																													
Calorías 45 kcal																													
Valor diario*																													
Grasa Total 1 g	2%																												
Grasa saturada 0 g	0%																												
Colesterol 0 mg	0%																												
Sodio 10 mg	0%																												
Carbohidratos Total 7 g	2%																												
Fibra dietética 1 g	4%																												
Azúcares 1 g																													
Proteína 1 g																													
Vitamina A 0 %	Vitamina C 0%																												
Calcio 0 %	Hierro 2 %																												
Vitamina B1 4%	Vitamina B2 2%																												
Vitamina B3 2%																													
*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Calorías</th> <th>2000</th> <th>2500</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grasa Total</td> <td>Menos de</td> <td>65 g</td> <td>80 g</td> </tr> <tr> <td>Grasa Sat</td> <td>Menos de</td> <td>20 g</td> <td>25 g</td> </tr> <tr> <td>Colesterol</td> <td>Menos de</td> <td>300 mg</td> <td>300 mg</td> </tr> <tr> <td>Sodio</td> <td>Menos de</td> <td>2400 mg</td> <td>2400 mg</td> </tr> <tr> <td>Carb. Total</td> <td></td> <td>300 g</td> <td>375 g</td> </tr> <tr> <td>Fibra Dietética</td> <td></td> <td>25 g</td> <td>30 g</td> </tr> </tbody> </table>			Calorías	2000	2500	Grasa Total	Menos de	65 g	80 g	Grasa Sat	Menos de	20 g	25 g	Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg	Sodio	Menos de	2400 mg	2400 mg	Carb. Total		300 g	375 g	Fibra Dietética		25 g	30 g
	Calorías	2000	2500																										
Grasa Total	Menos de	65 g	80 g																										
Grasa Sat	Menos de	20 g	25 g																										
Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg																										
Sodio	Menos de	2400 mg	2400 mg																										
Carb. Total		300 g	375 g																										
Fibra Dietética		25 g	30 g																										
Calorías por gramo:																													
Grasa 9 *	Carbohidratos 4 *	Proteína 4 *																											

Información Nutricional																													
Tamaño de la porción 4 galletas (14 g)																													
Cantidad por porción																													
Calorías 43 kcal																													
Valor diario*																													
Grasa Total 1 g	2%																												
Grasa saturada 0 g	0%																												
Colesterol 0 mg	0%																												
Sodio 10 mg	0%																												
Carbohidratos Total 7 g	2%																												
Fibra dietética 2 g	8%																												
Azúcares 1 g																													
Proteína 1 g																													
Vitamina A 0 %	Vitamina C 0%																												
Calcio 0 %	Hierro 2 %																												
Vitamina B1 4%	Vitamina B2 2%																												
Vitamina B3 2%																													
*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Calorías</th> <th>2000</th> <th>2500</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grasa Total</td> <td>Menos de</td> <td>65 g</td> <td>80 g</td> </tr> <tr> <td>Grasa Sat</td> <td>Menos de</td> <td>20 g</td> <td>25 g</td> </tr> <tr> <td>Colesterol</td> <td>Menos de</td> <td>300 mg</td> <td>300 mg</td> </tr> <tr> <td>Sodio</td> <td>Menos de</td> <td>2400 mg</td> <td>2400 mg</td> </tr> <tr> <td>Carb. Total</td> <td></td> <td>300 g</td> <td>375 g</td> </tr> <tr> <td>Fibra Dietética</td> <td></td> <td>25 g</td> <td>30 g</td> </tr> </tbody> </table>			Calorías	2000	2500	Grasa Total	Menos de	65 g	80 g	Grasa Sat	Menos de	20 g	25 g	Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg	Sodio	Menos de	2400 mg	2400 mg	Carb. Total		300 g	375 g	Fibra Dietética		25 g	30 g
	Calorías	2000	2500																										
Grasa Total	Menos de	65 g	80 g																										
Grasa Sat	Menos de	20 g	25 g																										
Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg																										
Sodio	Menos de	2400 mg	2400 mg																										
Carb. Total		300 g	375 g																										
Fibra Dietética		25 g	30 g																										
Calorías por gramo:																													
Grasa 9 *	Carbohidratos 4 *	Proteína 4 *																											

Figura 4. Información nutricional galletas reducidas (40%A-30%G, 50%A-50%G, 60%A-40%G)

Al comparar la información nutricional de las galletas, se puede observar que no hay mucha diferencia del contenido nutricional entre las tres propuestas debido a

que en las formulaciones realizadas los porcentajes de reducción de azúcar y grasa no son muy variables y el resto de los ingredientes permanece casi igual, Sin embargo al comparar con el target se reduce el contenido de sodio del 1% al 0%, el contenido de carbohidratos del 3% al 2%, el contenido de azúcares de 3 g a 1 g y el contenido de grasa saturada del 3% al 0%. De acuerdo al contenido de fibra, en la formulación (40%A-30%G y 60%A-40%G) es mayor ya que se reemplaza un 70% y 60% de grasa por fibersol-2 y este tiene gran contenido de fibra (90%).

Según la FDA, la fibra es un nutriente que debe consumirse más, además de ayudar a la digestión, ayuda a bajar nivel de colesterol, reducir riesgo de padecer enfermedades cardiacas, puede ayudar a reducir el riesgo de ciertos tipos de cáncer, ayuda a reducir el padecimiento de diabetes tipo 2 y también hace más lenta la digestión de los carbohidratos y puede ayudar a estabilizar el nivel de azúcar en la sangre. (FDA, 2018)

El aporte de fibra es fundamental, a diario se debe consumir alrededor de 30 g de fibra, por eso, un producto con buena porción de fibra debe contener aproximadamente 10 gramos de fibra por cada 100 gramos de producto. En este caso por cada 100 gramos de galleta se tendría 14 g de fibra para las galletas con 40%A-30%G y 60%A-40%G, por lo tanto se puede decir que es un producto con buena cantidad de fibra.

Por otra parte el contenido de azúcares es importante moderarlo ya que el consumo elevado de azúcares se asocia con diversas patologías como sobrepeso, obesidad, diabetes, enfermedad cardiovascular y algunos tipos de cáncer. Se considera alto consumir 10 g o más de azúcar por cada 100 gramos y se considera moderado entre 2 y 10 gramos de azúcar por cada 100 gramos. Con respecto a las propuestas elaboradas el contenido de azúcar es de 1 gramo en 14 gramos de galletas, es decir que por cada 100 g se tendría 7,14 gramos de azúcar por lo tanto se encuentra en el rango moderado de consumo. (Cabezas, Hernández , & Vargas , 2015)

En cuanto al contenido de grasa es un nutriente que constituye una gran fuente de energía para el organismo. También le ayuda a absorber ciertas vitaminas importantes. Como uno de los ingredientes de los alimentos, la grasa provee sabor, consistencia y le ayuda a sentirse lleno, sin embargo consumir demasiada grasa puede producir un gran número de problemas de salud. La cantidad total y el tipo de grasa pueden contribuir o incrementar el riesgo de padecer: enfermedades cardiacas, colesterol alto, un riesgo mayor de contraer ciertos cánceres (como el cáncer colorrectal), obesidad, presión arterial alta y diabetes tipo 2. (FDA, 2018)

Se considera alto contenido de grasa total 20 gramos o más por cada 100 gramos y se considera moderado entre 5 y 20 gramos, en este caso tanto el target como las tres propuestas tiene un contenido de 1 g de grasa en 14 gramos de galletas, por lo tanto se encuentra dentro del rango moderado.

5.2 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE PRODUCTO TERMINADO

5.2.1 Determinación de humedad

En la tabla 7 se presenta el % de humedad obtenido en las cuatro formulaciones realizadas. Según los requisitos de la norma NTC 1241 las galletas se encuentran dentro de los rangos establecidos. Se esperaba un incremento del % de humedad de las tres propuestas respecto al target, ya que debido a la sustitución, el aumento de contenido de harinas y la adición de fibersol-2 en la formulación, se requirió más cantidad de agua para obtener una masa homogénea.

Tabla 7. Resultados determinación de humedad

Formulaciones	% Humedad
Target (full azúcar)	5.17
Reducción 40%A-30%G	6.07
Reducción 50%A-50%G	6.58
Reducción 60%A-40%G	6.20

Tabla 8. Requisitos físico químicos para las galletas (Norma Técnica Colombiana NTC 1241, 2007)

Requisitos	Galletas rellenas		Galletas sin relleno	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
pH de solución acuosa al 10%	4,0	9,5	5,6	9,5
Humedad, en %	-	14,0	-	10,0

5.2.2 Determinación de pH

Las muestras se encuentran dentro de los rangos establecidos por la NTC 1241.

Tabla 9. Resultados determinación de pH

Formulaciones	pH
Target (full azúcar)	7.32
Reducción 40%A-30%G	7.31
Reducción 50%A-50%G	7.39
Reducción 60%A-40%G	7.98

5.2.3 Análisis microbiológicos

Para el análisis microbiológico se realizaron diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} para cada una de las muestras. Se realizó siembra solo para diluciones 10^{-1} y 10^{-3} .

Tabla 10. Resultados análisis microbiológicos Target

Microorganismo	Medio de cultivo	Dilución 10^{-1}	Dilución 10^{-3}
Bacterias aerobias mesofilas, UFC/g	PCA	-	< 10 ufc/g
<i>Staphylococcus aureus coagulasa</i> positiva, UFC/g	Manitol	10 ufc/g	-
Mohos y levaduras, UFC/g	YGC	-	< 10 ufc/g
<i>Escherichia coli</i> , UFC/g	Macconkey	-	< 10 ufc/g

Tabla 11. Resultados análisis microbiológicos galletas reducidas 40%A y 30%G

Microorganismo	Medio de cultivo	Dilución 10^{-1}	Dilución 10^{-3}
Bacterias aerobias mesofilas, UFC/g	PCA	-	< 10 ufc/g
<i>Staphylococcus aureus coagulasa</i> positiva, UFC/g	Manitol	80 ufc/g	-
Mohos y levaduras, UFC/g	YGC	-	< 10 ufc/g
<i>Escherichia coli</i> , UFC/g	Macconkey	-	< 10 ufc/g

Tabla 12. Resultados análisis microbiológicos galletas reducidas 50%A y 50%G

Microorganismo	Medio de cultivo	Dilución 10^{-1}	Dilución 10^{-3}
Bacterias aerobias mesofilas, UFC/g	PCA	-	< 10 ufc/g
<i>Staphylococcus aureus coagulasa</i> positiva, UFC/g	Manitol	< 10 ufc/g	-
Mohos y levaduras, UFC/g	YGC	-	< 10 ufc/g
<i>Escherichia coli</i> , UFC/g	Macconkey	-	< 10 ufc/g

Tabla 13. Resultados análisis microbiológicos galletas reducidas 60%A y 40%G

Microorganismo	Medio de cultivo	Dilución 10^{-1}	Dilución 10^{-3}
Bacterias aerobias mesofilas, UFC/g	PCA	-	< 10 ufc/g
<i>Staphylococcus aureus coagulasa</i> positiva, UFC/g	Manitol	< 10 ufc/g Ausencia	-
Mohos y levaduras, UFC/g	YGC	-	< 10 ufc/g
<i>Escherichia coli</i> , UFC/g	Macconkey	-	< 10 ufc/g

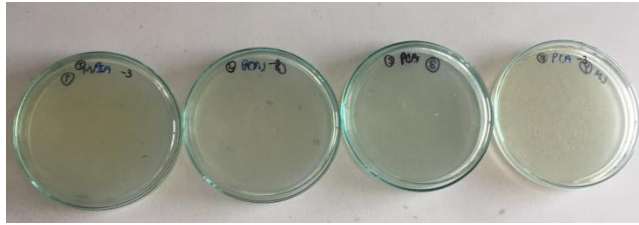


Figura 5. Medio de cultivo PCA



Figura 6. Medio de cultivo Manitol



Figura 7. Medio de cultivo Macconkey

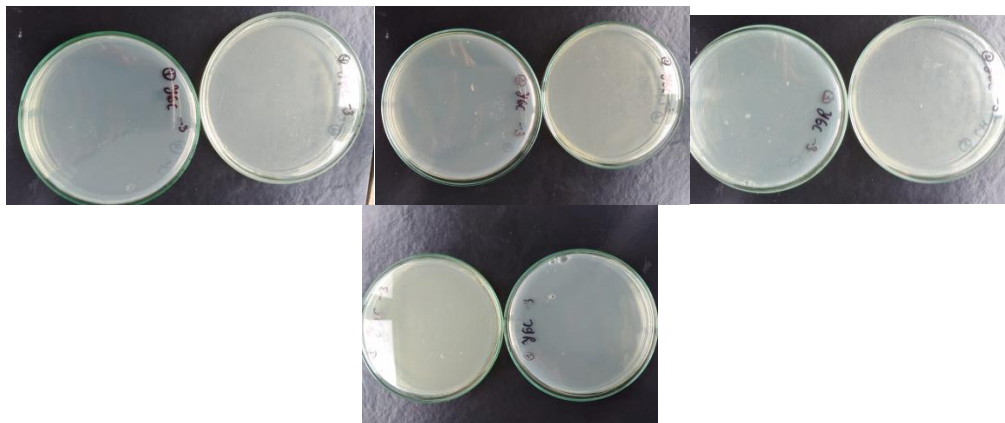


Figura 8. Medio de cultivo YGC

Tabla 14. Requisitos microbiológicos para las galletas sin relleno (Norma Técnica Colombiana NTC 1241, 2007)

Requisitos	n	m	M	c
Recuento de bacterias aerobias mesofilas, UFC/g	3	1000	5000	1
Recuento de coliformes en placa , UFC/g	3	<10	10	1
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positiva, UFC/g	3	<100	-	0
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	3	50	500	1
Recuento de <i>Escherichia coli</i> , UFC/g	3	<10	-	0
Recuento de <i>Bacillus cereus</i> , UFC/g	3	10	100	1

Según los resultados hubo ausencia de bacterias aerobias mesófilas en cada una de las muestras Para el conteo de *Staphylococcus aureus* se encontraron 1×10^1 UFC/g en la muestra de target y 8×10^1 UFC/g en la muestra de galletas reducidas 40%A 60%G en comparación con los requisitos establecidos por la norma NTC 1241 no superan el índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad. Con respecto al conteo de *Escherichia coli* y mohos y levadura hubo ausencia en todas las muestras

5.3 ANÁLISIS SENSORIAL

Una vez evaluadas las galletas por el panel se obtuvo un promedio de la calificación para cada atributo con respecto a las propuestas (Tabla 15) y se graficó un diagrama de red de araña.

Tabla 15. Resultados evaluación perfil descriptivo

Descriptores	Target	Propuesta 1 (40%A 30%G)	Propuesta 2 (50%A 50%G)	Propuesta 3 (60%A 40%G)
Aroma Total	46	41	39	43
Sabor Total	50	48	50	49
Sabor Vainilla	31	30	31	29
Sabor cereal	44	44	44	45
Dulzor	34	35	33	33
Sabor amargo	13	13	18	17
Residual edulcorante	5	28	8	9

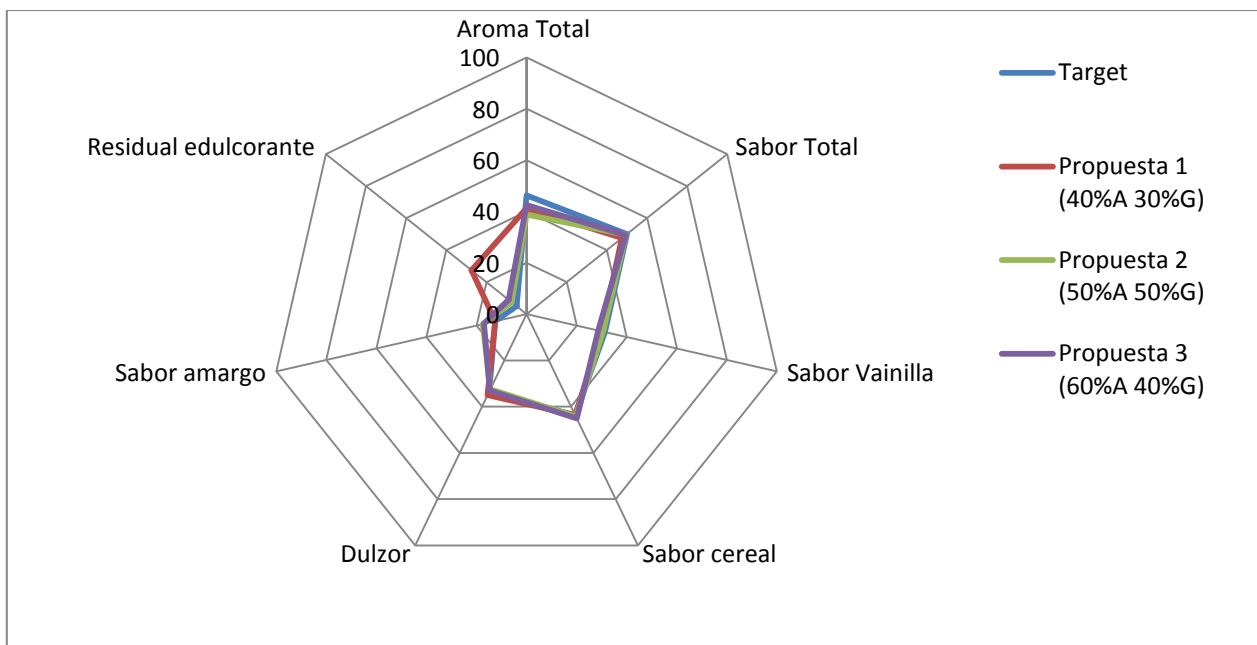


Figura 9. Perfil descriptivo red de araña de las diferentes propuestas vs el target

En la gráfica anterior se puede observar que el residual edulcorante en la propuesta 1 (40%A 30%G) resultó ser un poco más intenso con respecto al target, esto puede ser debido a que al contener más cantidad de azúcar (sacarosa) hace que el edulcorante sobresalga más en el producto final. Sin embargo el residual edulcorante en la propuesta 2 y 3 también se observa un leve grado de intensidad pero no es significativa.

Por otro lado, se puede observar que las propuestas presentadas comparadas con el target son muy similares en los diferentes atributos, lo que quiere decir que los sustitutos de grasa y azúcar utilizados en la formulación poseen óptimas características de las cuales se pudo obtener un producto reducido y similar a una galleta full azúcar.

De acuerdo a la escala de intensidad y los atributos figura 10, se puede definir que las galletas poseen un bajo nivel de amargor, una baja intensidad de dulzor, un valor medio en sabor cereal que se debe al contenido de amaranto y harina de trigo. En cuanto al sabor vainilla, aroma total y sabor total están dentro de un valor medio bajo. De acuerdo a lo anterior se puede evidenciar que las galletas carecen un poco de aroma y sabor por lo tanto es importante reformular en cuanto a dosis de sabor en este caso vainilla, sin embargo hay que tener en cuenta que el sabor de la harina de amaranto es un poco fuerte por lo que es recomendable utilizar alguna tecnología que opaque un poco las notas del sabor de amaranto.

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ausencia	bajo			Medio			Alto			Muy alto

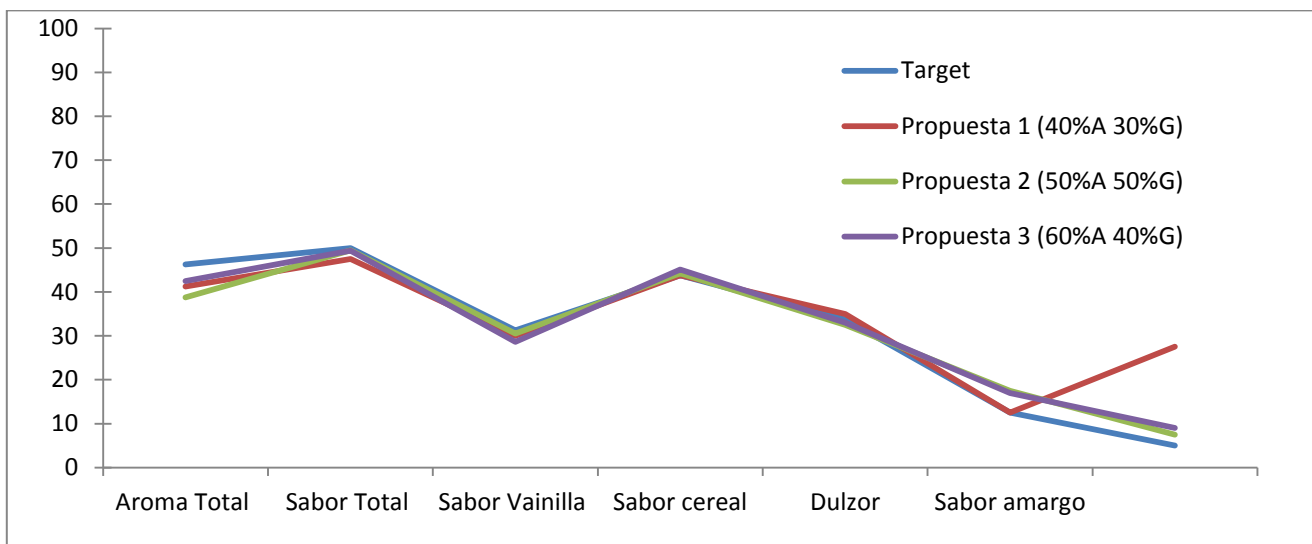


Figura 10. Perfil descriptivo de las diferentes propuestas vs el target

5.4 ESTIMACIÓN DE COSTOS

Para estimar el costo de fabricación de las galletas se tuvo en cuenta los costos de cada una de las materias primas empleadas, el costo de operario y costo de electricidad.

Tabla 16. Costo de las materias primas

MATERIAS PRIMAS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO
Harina de trigo	500	g	\$1.730
Harina de amaranto	500	g	\$15.000
Harina integral	500	g	\$2.480
Firbesol-2	500	g	\$100.000
Bicarbonato de sodio	1000	g	\$2.400
Fosfato monocálcico	1000	g	\$29.000
Avena en hojuelas	350	g	\$4.900
Frutas deshidratadas	50	g	\$4.500
Margarina	250	g	\$2.890
Azúcar en cristales	1000	g	\$3.080
Azúcar invertido	1000	g	\$18.750
Sal	1000	g	\$1.500
Lecitina de soya	1000	g	\$28.992

Sabor vainilla			
Sucralosa	1000	g	\$210.000
Agua	1	L	\$1.540
Bicarbonato de amonio	1000	g	\$34.000
Metabisulfito de sodio	1000	g	\$3.823

Tabla 17. Costo Operario

No Operarios	Horas trabajadas	Costo por hora	Costo Total
1	2	\$3.350	\$6.700

Tabla 18. Costo consumo de electricidad

Potencia Horno kW	Horas de consumo	kWh	Precio \$/kWh	Costo energético
5,52	1	5,52	374	\$ 2064,48

Se realizó la estimación de costo de elaboración de las galletas en cada una de las formulaciones y se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 19. Costos elaboración de galletas

Formulación	Costo elaboración galletas (100 g)	Costo por galleta (25 unidades)
Target (full azúcar)	\$ 9.224	\$720
Reducción 40%A y 30%G	\$ 13.361	\$877
Reducción 50%A y 50%G	\$ 12.908	\$859
Reducción 60%A y 40% G	\$ 13.846	\$896

De acuerdo a la Tabla 19 se puede evidenciar que fabricar las galletas con reducciones se incrementa el costo de elaboración puesto que el precio de los sustitutos de grasa y azúcar, fiberso-2 y surculosa tienen un valor elevado (\$100.000 y \$ 210.000). Por otro lado en comparación con las tres propuestas, la formulación con reducción 40%A y 30%G y 60%A y 40%G se obtuvo un leve incremento del costo ya que se añade un poco más de las harinas ya que al reducir el contenido de azúcar se debe incrementar el contenido de polvos para equilibrar la formulación, por lo tanto la formulación de 50%A y 50%G podría ser una buena opción económica para la fabricación de galletas reducidas obteniendo una diferencia de \$139.

6. CONCLUSIONES

- Se logró reducir el contenido de calorías en las galletas elaboradas en un 12% 10%, 8% y se obtuvieron características similares a la galleta full azúcar.
- Las galletas fueron caracterizadas según la escala de 0 a 100 con baja intensidad en aroma y sabor total, por lo tanto se ve necesario reformular en dosis de sabor.
- Se logró aumentar el contenido nutricional en las galletas reducidas con un contenido de fibra de 1g en las galletas full azúcar a 2 g de fibra en las diferentes propuestas, así como también se logró reducir el contenido de azúcares de 3 g a 1 g en las propuestas.
- Es importante tener en cuenta que al reducir parcialmente una galleta en grasa y azúcar los costos de fabricación se incrementan debido al precio de materias primas sucralosa \$210.000 el kilo y el fibersol-2 \$100.000 500 g.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Cabeza, S. (2010). Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas. *Tesis de Master en Seguridad y Biotecnología alimentarias*, 5.
- Cabezas, C., Hernández , B., & Vargas , M. (2015). Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura.
- Calle, J. (2012). TENDENCIAS ACTUALES EN GALLETAS FUNCIONALES: REDUCCIÓN DE CALORÍAS. *ReciTeIA*, 27.
- Castro, C., & Díaz, M. (2014). *PATRÓN DE CONSUMO Y ACEPTABILIDAD DE GALLETAS HIPOCALÓRICAS SALUDABLES EN DIABÉTICOS DEL CLUB DEL HOSPITAL "SAN LUIS DE OCTAVALO"*. Tesis universitaria , Ibarra.
- Cho, S., & Samuel, P. (2010). *FIBER INGREDIENTS: food applications and health benefits*. New York: Taylor& Francis Group.
- Embuena, C. (2015). EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS ESTRUCTURALES DE GALLETAS ELABORADAS CON SUSTITUTOS DE GRASA. *Trabajo de fin de grado en ciencia y tecnología de los alimentos* , 3-4.
- Enriquez, Y. (2013). DESARROLLO DE UNA GALLETA DULCE REDUCIDA EN GRASA Y AZÚCAR . *Tesis Licenciatura en Ciencias Alimentaria* , 25-28.
- FDA. (2018). *Cómo usar la etiqueta de información nutricional*. Recuperado el Noviembre de 2018
- FIBERSOL. (2018). *fibersol*. Recuperado el Noviembre de 2018, de <https://www.fibersol.com/products/fibersol-2/applications/>
- García, L. (2016). PROPUESTA DE INNOVACIÓN DE UNA GALLETA COMO ALIMENTO FUNCIONAL USANDO HARINA DE AMARANTO . *Tesis licenciado de gastronomía*, 17-19.

- González, D., & Valencia, F. (2013). Evaluación del comportamiento de sustitutos de grasa y edulcorantes en la formulación de galletas light. *Engineering and Technology* , 2 , 10.
- Gutiérrez , A. (2014). *Desarrollo de Dulce de Leche (Arequipe) de bajo contenido calórico con utilización de sucralosa y povidexrosa*. Trabajo de grado , Bogotá.
- Mindsalud.(21 de Noviembre de 2017). Gobierno presenta Encuesta Nacional de Situación Nutricional de Colombia (ENSIN) 2015. Boletín de prensa. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Gobierno-presenta-Encuesta-Nacional-de-Situaci%C3%B3n-Nutricional-de-Colombia-ENSIN-2015.aspx>
- Norma Técnica Colombiana NTC 1241. (2007). Productos de molinería. Galletas.
- Pérez, H. (2017). *INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE GALLETAS*. Trabajo fin de grado , Universidad de la Rioja , Logroño.
- Revistaalimentos. (12 de Mayo de 2010). *issuu*. Recuperado de: <https://issuu.com/axiomaweb/docs/edicion9>
- Rodríguez, A. (2016). *“Elaboración de Galletas a base de semillas de Chía (Silvia hispánica, L) utilizando leche de soya (Glycine Max) con aporte de fibra Povidexrosa*. Trabajo de titulación especial , Guayaquil