

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



INTRODUCCIÓN Y VALORACIÓN DE RADIOPROTECTORES NATURALES EN GOMINOLAS Y NUBES DESARROLLADAS PARA PACIENTES ONCOLÓGICOS

TRABAJO FIN DE GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

ALUMNA: Teresa Picó Moya

TUTORA: Purificación García Segovia

Curso Académico: 2014 / 2015

VALENCIA, 22 de Mayo, 2015



INTRODUCCIÓN Y VALORACIÓN DE RADIOPROTECTORES NATURALES EN GOMINOLAS Y NUBES DESARROLLADAS PARA PACIENTES ONCOLÓGICOS

Picó Moya, Teresa; García Segovia, Purificación.

RESUMEN

El presente trabajo se enmarca en un proyecto coordinado entre investigadores de la Universitat Politècnica de València, investigadores del Hospital Universitari i Politècnic / Instituto de Investigación Sanitaria La Fe y de la Universitat de València Estudi General.

El presente proyecto tiene como objetivo principal la incorporación de sustancias radioprotectoras de origen vegetal en una matriz de gominola y otra de marshmallow, formulada, diseñada y validada como producto alimentario, que cumpla además con los requisitos nutricionales y las características organolépticas definidas para una población oncológica.

Se desarrollaron 2 formulaciones distintas para gominolas y marshmallow: una fórmula base comercial y otra fórmula con sustitución de azúcar. Y sobre ellos realizaron análisis instrumentales de sólidos solubles, humedad y textura.

A continuación se seleccionaron los radioprotectores. Un estudio previo permitió seleccionar pigmentos naturales ricos en antocianinas por su potencial protector y la relación coste/beneficio. Se estudiaron varios concentrados de frutas silvestres, confirmando el contenido de los mismos en antocianinas mediante espectrofotometría siendo seleccionado finalmente el concentrado Nutrifood® Grapes (GNT Nutrifood, Barcelona, España).

Seleccionado el concentrado y verificada la concentración inicial de antocianinas, se incorporaron como un ingrediente funcional en las formulaciones de gominola y marshmallow.

Las antocianinas, son termolábiles. Por esta razón, tras el proceso de elaboración se determinaron las pérdidas de antocianinas en las gominolas y marshmallow. El contenido final se analizó, tras la extracción de las antocianinas, mediante espectrofotometría. Finalmente se procedió a analizar los resultados obtenidos y se evaluó el impacto del proceso de elaboración.

(Palabras clave: radioprotectores, antocianinas, espectrofotometría, textura, propiedades sensoriales, gominola, marshmallow.)

Autora: Teresa Picó Moya

Tutora: Prof. Dra. Purificación García Segovia

ABSTRACT

This work is part of a project coordinated between researchers from the “Universitat Politècnica de València” and “Hospital Universitari i Politècnic / Instituto de Investigación Sanitaria La Fe”.

The objective of the presented project is the incorporation of radioprotective vegetable in a formulated matrix of confectionery food, designed for an oncology population.

The project presents the development of two different formulations for jelly and other two for marshmallows, commercial formula basis and other formulation with sugar replacement. The sweets suffered instrumental assays of texture, soluble solids and humidity.

A previous study allowed selecting rich natural anthocyanin pigments because of their radioprotective potential and the relation between cost and benefits. Several wild fruits concentrates were studied by spectrophotometry, confirming the contents of the anthocyanin in there, and finally the Nutrifood® Grapes concentrate was selected. (GNT Nutrifood, Barcelona, Spain)

Selected and verified the initial concentration of anthocyanin in the concentrate, the radioprotective product was incorporated to the formulations of marshmallow and jelly as an ingredient.

Anthocyanins are thermolabile. For this reason, the final content of anthocyanins was by spectrophotometry. Finally we proceeded to analyse the results and the impact of the elaboration process.

(Keywords: radioprotective, anthocyanins, spectrophotometry, texture, sensory properties, jelly, marshmallow)

Author: Teresa Picó Moya

Tutor: Prof. Dra. Purificación García Segovia

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Agradezco por su ayuda, consejos, ánimos y por todo lo que me han enseñado a mi tutora y profesora Purificación García, con la que cada día se aprende algo nuevo, al igual que con el equipo de Food Design.

A Javier Monzó y M Jesús Pagán, excelentes profesores, y también a Vivian Bareto, Carlos de Jesús, Amparo Andrés... Por muchas razones. Gracias a ellos he crecido como persona, como profesional, como investigadora y como compañera.

Gracias a mis padres, por luchar cada día por mí y por mi futuro. Sin su ayuda y consejos no estaría donde estoy. Gracias por hacerme ver que puedo.

ABREVIATURAS

MCA	Medicina Alternativa Complementaria
FDA	Food and Drug Administration
RP	Radioprotectores
°C	Grados centígrados
%	Porcentaje
mm	Milímetros
% m/m	Porcentaje masa-masa
g	Gramos
kg	Kilogramo
mg	Miligramos
mg/kg	Miligramo por kilogramo
°Brix	Gramos de sólidos solubles en 100 gramos de disolución (grados Brix).
kJ	Kilojulios
kcal	Kilocalorías
TPA	Texture Profile Analysis
cm	Centímetros
mm/s	Milímetros por segundos
mg/L	Miligramo por litro
nm	Nanómetros
mL	Mililitros
D.S.	Desviación Estándar
p-valor	Valor p, valor estadístico calculado
CDR	Cantidad Diaria Recomendada
mg/día	Miligramos por día
mg/g	Miligramo por gramo
N	Newton
N.s	Newton segundo

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	7
2.1 OBJETIVOS GENERALES.	7
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	7
2.3 PLAN DE TRABAJO	7
2.3.1 Diagrama de flujo acerca del Plan de Trabajo.....	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1 MATERIAS PRIMAS	9
3.1.1 Lycasin (Roquette Food, Benifaió, Valencia)	9
3.1.2 Cleargum MB 70 (Roquette Food, Benifaió, Valencia)	9
3.1.3 Gelatina 175 PS 30 (Rousselot, Cerviá de Ter, Girona)	9
3.1.4 Jarabe de glucosa 6082 (Roquette Food, Benifaió, Valencia)	9
3.1.5 Dextrosa en polvo (Roquette Food, Benifaió, Valencia)	10
3.1.6 Tagatosa (Tagatesse Damhert Nutrition, Bélgica)	10
3.1.7 Concentrados de frutos silvestres (GNT Nutrifood; Barcelona, España).....	10
3.2 MÉTODOS.	11
3.2.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO	11
3.2.2 ANÁLISIS SENSORIAL.....	13
3.2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	13
3.3. PROCESO DE ELABORACIÓN	14
3.3.1 Elaboración de Gominolas.	14
3.3.2 Elaboración de Marshmallows	17
4. RESULTADOS	19
4.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS	19
4.1.1 Humedad y Sólidos Solubles.	19
4.1.3 Textura.....	20
4.1.4 Espectrofotometría.....	23
4.1.5 Color	24
4.1.6 pH	26
4.2 ANÁLISIS SENSORIAL	27
4.2.1 Gominolas	27

4.2.2 Marshmallows	28
5. CONCLUSIONES.....	30
6. BIBLIOGRAFIA.....	31

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valor nutricional del extracto vegetal <i>Nutrifood® Grapes</i>	10
Tabla 2. Formulación de la Gominola Base.....	15
Tabla 3. Formulación de la Gominola Sin Azúcar (con Lycasin).....	16
Tabla 4. Formulación de los Marshmallow Base y Marshmallow Sin Azúcar (Tagatosa)...	18
Tabla 5. Resultados de Sólidos Solubles (Medidos como grados Brix).....	19
Tabla 6. Humedad de las formulas.....	19
Tabla 7. Parámetros texturales determinados en gominolas mediante <i>Texture Profile Analysis</i>	20
Tabla 8. Parámetros texturales determinados en marshmallows mediante <i>Texture Profile Analysis</i>	22
Tabla 9. Determinación de antocianinas mediante espectrofotometría.....	23
Tabla 10. Resultados para coordenadas de color.....	24
Tabla 11. Acidez de las formulas.....	26
Tabla 12. Promedio de edad del análisis sensorial en gominolas.....	27
Tabla 13. Promedio de edad del análisis sensorial en marshmallows.....	28

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química básica de los antocianos.....	5
Figura 2. Posición de las muestras en la carta de color $a^* b^*$	25
Figura 3. Valoración sensorial de las gominolas.....	27
Figura 4. Valoración sensorial de los marshmallows	29

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Radioterapia intravenosa y máquina de radiación.....	1
Imagen 2. Gominolas Sin Azúcar con Antocianinas.....	25
Imagen 3. Marshmallows Sin Azúcar con Antocianinas.....	26

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente nos encontramos frente a un elevado porcentaje de pacientes oncológicos que se encuentran en tratamiento o recuperándose del mismo. A causa de ello investigadores tanto de España como de todo el mundo se dedican estudiar tal problema en busca de soluciones y/o mejoras que palién los efectos secundarios que provocan las terapias empleadas durante el tratamiento.

Las células cancerosas se multiplican más rápidamente que las células normales en el cuerpo. Dado que la radiación es más dañina para las células que se reproducen rápidamente, la radioterapia causa más daño a las células cancerosas que a las células normales. Esto impide que las células cancerosas crezcan y se dividan, y lleva a que se presente muerte celular.

La radioterapia utiliza rayos X de alta potencia, partículas o semillas radiactivas para destruir las células cancerígenas. Dependiendo del modo de aplicación se puede hablar de:

- La radiación de haz externo: Es la forma más común. Este método apunta en forma cuidadosa partículas o rayos X de alta potencia directamente al tumor desde fuera del cuerpo empleando un equipo de radiación.
- La radiación de haz interno: Se coloca dentro del cuerpo. Consiste en recibir radiación bebiéndola, tragándose una píldora o por vía intravenosa. La radiación líquida viaja por todo el cuerpo, buscando y destruyendo las células cancerosas. El cáncer de tiroides se puede tratar de esta manera.

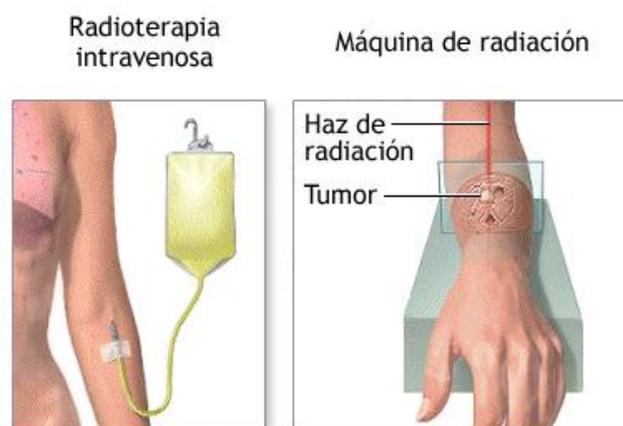


Imagen 1. Radioterapia intravenosa y máquina de radiación

La radioterapia se usa para combatir muchos tipos de cáncer y, algunas veces, es el único tratamiento necesario. Igualmente, se puede utilizar para:

- Reducir el tamaño de un tumor lo más que se pueda antes de una cirugía.
- Ayudar a evitar que el cáncer reaparezca después de la cirugía o la quimioterapia.
- Aliviar los síntomas causados por un tumor.
- Tratar cánceres que no se pueden extirpar con cirugía.

La radioterapia también puede dañar o destruir las células sanas. La destrucción de estas células puede conducir a efectos secundarios.

Estos efectos secundarios dependen de la dosis de la radiación y de la frecuencia con que se realice la terapia (Zemen et al., 2013).

El cáncer infantil es la causa principal de muerte por enfermedad en niños y adolescentes (entre 1 y 19 años de edad) en Estados Unidos, a pesar de que el cáncer en niños es poco frecuente.

La medicina alternativa complementaria (MCA) abarca una amplia variedad de tratamientos y productos botánicos. En la National Health Interview Survey del 2007 se informó que 4 de cada 10 adultos utilizan un tratamiento MCA; los tratamientos más utilizados son aquellos con productos naturales y ejercicios de respiración profunda.

En una encuesta sobre el uso de tratamientos complementarios en supervivientes de cáncer concluía que: Las vitaminas y otros suplementos nutricionales abarcaban el 40% de MCA. Entre un 31 y 84% de los niños con cáncer utilizan las terapias de MCA, tanto en el ámbito de un ensayo clínico como fuera de este.

Las terapias de MCA se han utilizado en el tratamiento de efectos secundarios del cáncer o su tratamiento.

Uno de los efectos secundarios del cáncer es la xerostomía. El tratamiento de radioterapia aplicado en zona de cabeza y cuello puede provocar este efecto secundario en el organismo. La radiación ionizante en las glándulas salivales produce efectos inflamatorios y degenerativos en el parénquima de las glándulas salivales, especialmente es las células acinares serosas. La respuesta temprana del tejido de la glándula salival a la radiación produce una disminución de las tasas de flujo salival en la primera semana de tratamiento y la xerostomía se hace obvia.

La amifostina es el único fármaco aprobado por la “Food and Drug Administration” (FDA) para la prevención de la xerostomía (Síndrome de la boca seca, hiposalivación o boca ardiente). La amifostina es uno de los radioprotectores que se usan en el ámbito de la medicina.

Los radioprotectores (RP) son distintos tipos de sustancias, fármacos, que reducen el efecto letal de las radiaciones.

El objetivo principal de los RP es aminorar el daño a los tejidos sanos sin ejercer acción citoprotectora sobre los tumores. Pueden ser específicos o no dependiendo de que su acción se limite a proteger los tejidos sanos o también el tumor pero, los RP solamente tienen sentido de forma específica protegiendo los tejidos sanos, ya que la mejor forma de protección inespecífica consistiría en una reducción de la dosis de radiación, pero esto no permitiría la curación de ningún tumor.

El RP ideal conseguiría:

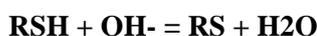
- Preservar la eficacia antitumoral
- Reducir la toxicidad.
- Sería controlable y sencillo en cuanto a su administración.
- Su relación coste-efectividad sería aceptable.

Los agentes RP a su vez pueden ser clasificados en tres grupos. El primer grupo lo conforman los radioprotectores como tal, que incluyen a los compuestos sulfhidrilos y antioxidantes. Luego están los adaptógenos que actúan como estimuladores de radioresistencia ya que al ser protectores naturales extraídos de células de plantas y animales, presentan una protección efectiva a bajos niveles de radiación.

Por último, se encuentran los agentes absorbentes que protegen a los organismos de las radiaciones internas y de los químicos (*Rosario et al., 2003*). Éstos últimos previenen que el yodo radioactivo sea incorporado por las glándulas tiroideas, y que los radionúclidos sean absorbidos.

Los RP utilizados hoy en día en la práctica clínica se basan principalmente en su capacidad para inactivar los radicales OH⁻ y O⁻, responsables del daño indirecto radioinducido.

Parece posible producir una radioprotección diferente a través de la modulación de los eventos radioquímicos por compuestos que contengan grupos sulfhidrilo que presentan afinidad química por los radicales OH⁻ produciéndose la siguiente reacción:



Con la consiguiente inactivación de los radicales OH⁻. Para poder producir estos efectos, los compuestos sulfhidrilo deben estar presentes en exceso con respecto al oxígeno intracelular. (Rivera Sánchez, 2010)

Finalmente, según lo descrito, los principales mecanismos de acción ejercidos por los RP son los siguientes:

1. Supresión de la formación de especies reactivas que puedan interferir en la distribución de oxígeno a los tejidos irradiados. Este tipo de acción suelen ser realizados por los compuesto sulfhidrilos.
2. Eliminación de las radicales libres inducidos por la radiación, ejercido por las sustancias antioxidantes.
3. Interacción con blancos celulares, como el ADN, y prevenir el daño de la radiación.
4. Recuperación y reparación celular (cadena simple de ADN).

De la pequeña lista que existe sobre RP naturales de uso alimentario y/o medicinal se pretende utilizar las antocianinas para formar parte de la formulación de las gominolas y marshmallows que se pretenden elaborar en el proyecto presentado.

Las antocianinas son un grupo de pigmentos de color rojo, hidrosolubles, ampliamente distribuidos en el reino vegetal (*Fennema, 1993*). Químicamente las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace β -glucosídico.

Las antocianinas son pigmentos presentes en los frutos rojos, vinos, flores... y sus efectos terapéuticos se deben a su actividad antioxidante.

En cuanto a la actividad anticancerígena, *Kamei et al. (1998)* reportaron la supresión de células cancerígenas HCT-15 provenientes del colon humano y de células cancerígenas gástricas AGS al suministrar fracciones de antocianinas del vino tinto.

Así también, *Tristan et al. (2005)* realizaron bioensayos que demuestran que los arándanos inhiben las etapas de iniciación, promoción y progresión de la carcinogénesis.

En un estudio realizado por *Düsman et al. (2014)*, se evaluó la actividad radioprotectora y citotóxica de los tratamientos agudos subcrónicos con zumo de fruta de cerezo de Barbados, rico en antioxidantes como vitamina C, fenoles, carotenoides, antocianinas y flavonoides. La prueba fue realizada en células de la médula ósea en ratas Wistar y se observó que el tratamiento con zumo de cerezo, en fase previa a la y durante la radiación disminuyó el número de alteraciones cromosómicas gracias a la actividad radioprotectora.

Los concentrados de frutas y verduras **Nutrifood®** están estandarizados para ofrecer niveles consistentes de fitonutrientes sin las variaciones asociadas con la naturaleza. Los fitonutrientes son componentes bioactivos de origen natural tales como los polifenoles, por ejemplo, las antocianinas, que ofrecen como ya se ha señalado, beneficios protectores para la salud.

Se eligieron los concentrados de frutas de **Nutrifood® Grapes** pues el elevado porcentaje de fitonutrientes presente en frutas y verduras, se transfiere a los concentrados **Nutrifood®** utilizando únicamente delicados procesos físicos. Las frutas y vegetales completamente maduros se procesan utilizando métodos físicos y el agua como medio de procesamiento, prescindiendo de solventes orgánicos o la extracción selectiva. No se añaden aditivos artificiales ni vitaminas. (www.gnt-group.com)

Con la creciente aparición en el mercado de la farmacología de medicamentos incorporados en matrices de caramelos y/o gominolas se consideró oportuno el desarrollo de gominolas y marshmallows con sustancias radioprotectoras para pacientes oncológicos.

Por lo tanto, el objetivo de este proyecto fue el de diseñar unas las formulaciones de gominolas y marshmallows a las cuales se les incorporarían concentrados ricos en antocianinas con efecto radioprotector aptas para el consumo de pacientes oncológicos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GENERALES.

Evaluar las formulaciones de gominolas y marshmallows a las cuales se les incorporarán concentrados ricos en antocianinas con efecto radioprotector diseñadas para el consumo por pacientes oncológicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Determinar aspectos esenciales en la formulación de un alimento como son:

- Mejora de la composición base de las gominolas y marshmallows, así como las mismas con sustitución de azúcar.
- Determinación inicial de la cantidad de compuesto bioactivo en el extracto vegetal.
- Determinación de la cantidad de bioactivo en la matriz final con el fin de definir las pérdidas debidas al proceso de producción.

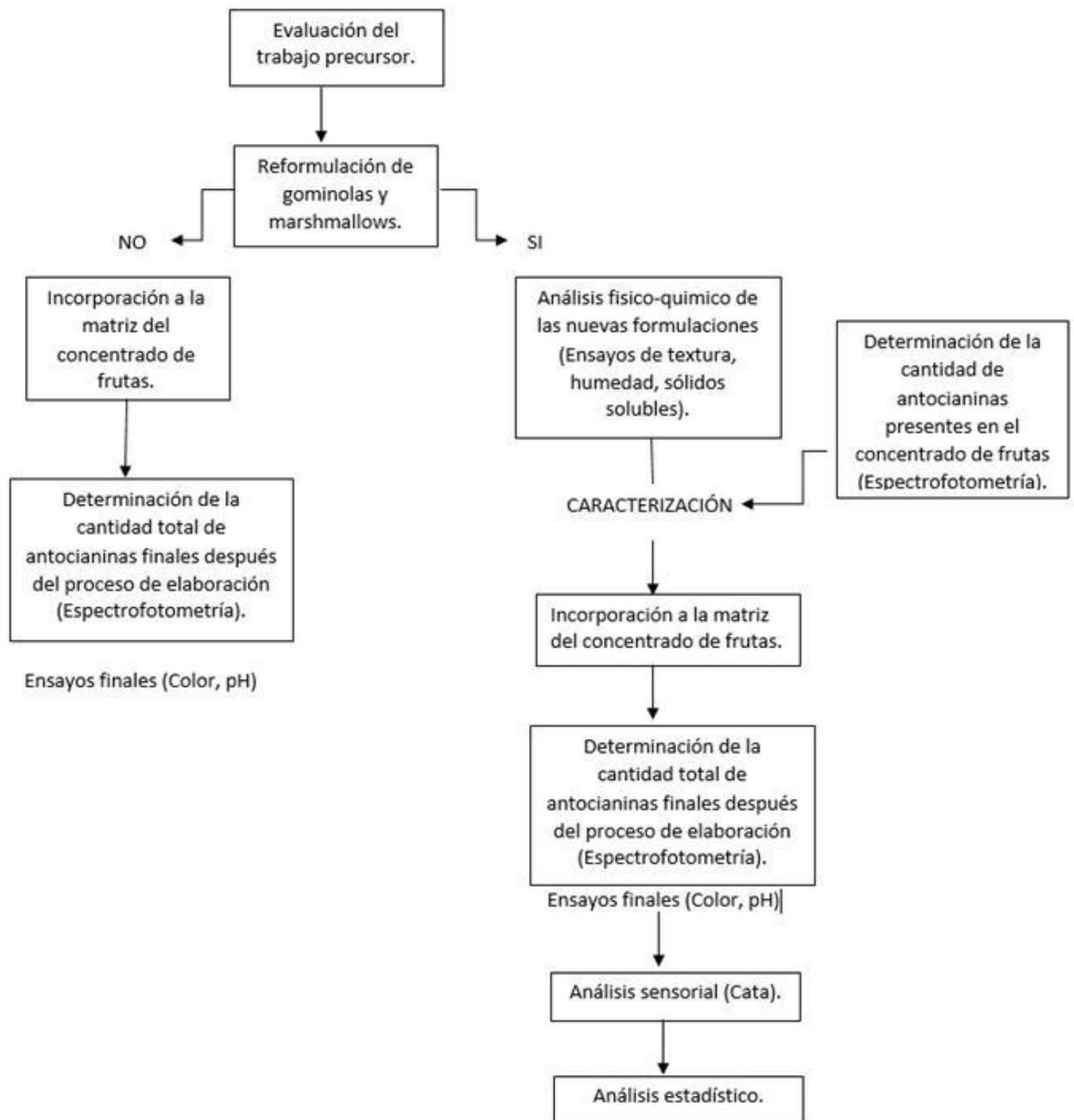
2.3 PLAN DE TRABAJO

Evaluación de las formulaciones de dulces presentadas en el trabajo “Desarrollo de gominolas y nubes con sustancias radioprotectoras para pacientes oncológicos” presentado por la compañera Mariandré Castillo y reformulación de las mismas si es necesario.

Determinación de la cantidad de bioactivo presente en el extracto vegetal y posteriormente, adición del compuesto bioactivo mediante la incorporación del extracto vegetal a la formulación y determinación de la cantidad de bioactivo en la matriz final después de sufrir el proceso de producción.

Finalmente llevar a cabo un análisis sensorial sobre el producto y un análisis estadístico de los resultados obtenidos durante la realización del proyecto.

2.3.1 Diagrama de flujo acerca del Plan de Trabajo



3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIAS PRIMAS

Para la elaboración de gominolas y marshmallows se utilizaron los siguientes ingredientes:

3.1.1 Lycasin (Roquette Food, Benifaió, Valencia)

Nombre comercial dado por Roquette al jarabe de maltitol, transparente, viscoso y sin color. Obtenido por hidrogenación de la maltosa. Con este ingrediente el producto adquiere sabor y dulzor. Se utiliza como sustituto de la sacarosa por su bajo poder edulcorante (70-80%) y por ser bajo en calorías, no produce caries y es recomendado para diabéticos. Además es miscible en agua y química y microbiológicamente estable.

3.1.2 Cleargum MB 70 (Roquette Food, Benifaió, Valencia)

Almidón modificado granulado para uso alimenticio compuesto de maíz, maíz ceroso, patata y tapioca, con sabor neutro. Este polvo se utiliza para dar la textura adecuada en una gran variedad de productos de confitería, como agente gelificante y espesante. El producto se dispersa bien en agua y cuando se lleva a cocción aumenta su viscosidad. Se estabiliza cuando se enfría.

3.1.3 Gelatina 175 PS 30 (Rousselot, Cerviá de Ter, Girona)

Proteína coloidal natural con propiedades, gelificantes, espumantes y emulsionantes. Producto obtenido a partir de la hidrólisis ácida, alcalina o enzimática del colágeno derivado de la piel, huesos y tejido conectivo de animales. (*Food Chemical Codex 8*).

Soluble en agua y compatible con la mayoría de hidrocoloides, azúcares, jarabes de maíz, ácidos y sabores, estas características hacen de la gelatina un ingrediente esencial en la elaboración de gominolas y nubes. Las gelatinas se clasifican según su poder gelificante caracterizado por los grados bloom (Fuerza que se necesita para deprimir un área prescrita de la superficie de un gel de gelatina de 6.67% a 10°C una distancia de 4 mm (QUIMINET, 2000)

En este caso la gelatina utilizada es de 175 bloom, de origen porcino y con un tamaño de partícula de 0.60 mm.

3.1.4 Jarabe de glucosa 6082 (Roquette Food, Benifaió, Valencia)

Según Codex Alimentarius (International Food Standards) el jarabe de glucosa es una solución acuosa concentrada y purificada de sacáridos nutritivos obtenidos del almidón y/o la inulina. Obtenido a partir de la hidrólisis enzimática del almidón. El jarabe de glucosa tiene un

contenido equivalente de dextrosa no menos del 20% m/m (expresado como D-glucosa sobre peso seco), y un contenido total de sólidos no menos del 70% m/m. Se caracteriza por ser viscoso, incoloro y muy dulce, por ello se utiliza como edulcorante y para ofrecer una textura característica.

3.1.5 Dextrosa en polvo (Roquette Food, Benifaió, Valencia)

La dextrosa es una forma de Glucosa. Dextrosa anhidra finamente pulverizada o dextrosa monohidrato, con o sin adición de agente antiaglutinante.

3.1.6 Tagatosa (Tagatesse Damhert Nutrition, Bélgica)

Tagatosa es un azúcar natural que se obtiene a partir de la lactosa (azúcar de la leche). La lactosa se divide en galactosa y glucosa por hidrólisis. La galactosa se convierte entonces en tagatosa por un proceso enzimático. Después de un proceso de purificación final se obtiene estructura de cristal blanco y sabor a azúcar natural. Los cristales finales tagatosa contienen ningún rastro restante de lactosa o glucosa.

Contiene un menor índice glucémico y menor valor calórico que la sacarosa (Damhert nutrition)

3.1.7 Concentrados de frutos silvestres (GNT Nutrifood; Barcelona, España)

Concentrados de frutas y verduras ricas en fitonutrientes como los polifenoles o carotenoides, que son beneficiosos para la salud. Estos concentrados proporcionarán sabor y color al producto en el que se incorporen.

3.1.7.1 Nutrifood® Grapes. Elaborado a partir del hollejo de uvas tintas. La cantidad de antocianinas calculadas para este producto es de 14.850-18150 mg de antocianinas/kg de producto

Tabla 1. Valor nutricional del extracto vegetal *Nutrifood® Grapes*.

Datos nutricionales (promedio por 100 g)	
Valor energético	1.160 kJ/100g
Valor energético	270 kcal/100g
Grasas	0,1 g/100g
De las cuales ácidos grasos saturados	0,09 g/100g
Hidratos de carbono	55,0 g/100g
De los cuales azúcares	55,0 g/100g
Fibra alimentaria	2,0 g/100g
Proteínas	0,5 g/100g

3.2 MÉTODOS.

3.2.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

3.2.1.1 Humedad.

Se determinó la humedad para cada diferente formulación de gominolas y marshmallows. A cada formulación se le realizó la determinación mediante el Método AOAC 925.45B, con muestras por triplicado se colocaron en estufas a vacío (Vacioterm, modelo P-Selecta (Selecta S.A. Barcelona, España) a 70°C hasta alcanzar peso constante.

3.2.1.2 Determinación de Sólidos Solubles (°Brix)

Se definen los grados Brix como la cantidad de sólidos solubles en cien gramos de disolución. Se realizaron tres mediciones de cada una de las formulaciones tanto para gominolas como marshmallows utilizando un refractómetro digital ATAGO, modelo PAL-BX/RI (Atago Corporation, Tokyo, Japón).

3.2.1.3 Textura

Para evaluar la calidad de las gominolas y marshmallows se analizaron y evaluaron los parámetros de dureza, elasticidad, adhesividad, fragilidad, cohesividad, masticabilidad y gomosidad de las mismas. Esta tarea se llevó a cabo mediante un texturometro TA-XT2 (Texture Technologies Corporation, Scarsdale, NY, USA) con una celda de carga de 50 kg y una plataforma de compresión de 75 mm de diámetro.

Se analizó el perfil de textura (TPA) sobre cada formulación de gominolas y marshmallows, mediante un ensayo de doble compresión.

Para el ensayo con gominolas se utilizaron cilindros de 3 cm de diámetro y 2 cm de altura. Los marshmallows fueron cubos de 3cm de ancho y 3cm de alto. Se prepararon tres muestras de cada formulación de marshmallows y gominolas. A cada una de esas muestras se le realizó el ensayo de textura por triplicado.

La sonda se desplazaba a una velocidad constante de 3 mm/s realizando una doble compresión con una deformación del 75%.

3.2.1.4 Espectrofotometría

En este ensayo se realizó en el espectrofotómetro HELIOS ZETA UV-VIS modelo de Thermo Scientific y se basó en el método oficial de la AOAC 2005.02 para calcular el Contenido Total del Pigmento de Antocianinas Monoméricas en Zumos de frutas, Bebidas, Colorantes naturales y Vinos (Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants and Wines). Método aplicable a la determinación de antocianinas monoméricas en un rango de 20-3000 mg/L como equivalentes de cianidina-3-glucósido.

Su principio se basa en los pigmentos de antocianina monoméricos, estos cambian de color con el cambio en el pH, existe la forma de color oxonio a pH 1,0 y el hemiacetal incoloro que predomina a pH 4,5.

La diferencia en la absorbancia de los pigmentos en 520 nm es proporcional a la concentración de pigmento. Los resultados se expresan sobre una base cianidina-3-glucósido.

Para la extracción de los antocianos sobre la matriz alimentaria se realizaron diferentes ensayos (Liofilización (Liofilizador Telsten LyoAlfa 6-50), disgregación con Ultra-Turrax (IKA T25 Digital Ultra-Turrax Model T25D, Germany) extracción con disolventes orgánicos y predigestión en Stomaker + Ultrasonidos).

Las pruebas no determinaron diferencias estadísticamente significativas, por lo que finalmente se llevó a cabo la extracción con HCl y metanol (Método oficial de extracción de antocianos para vegetales).

Se empleó una mezcla de 20 mL de Metanol y 0.1 mL de HCl para la extracción. Las gominolas y marshmallows se mantuvieron durante 24 horas en la disolución y a continuación se llevó a cabo el análisis espectrofotométrico.

Las muestras se mantuvieron cubiertas en todo momento con papel de aluminio para evitar la isomerización y/u oxidación de los antocianos, al igual que las gominolas y marshmallows fueron almacenadas en lugares oscuros y frescos.

Se determinó la absorbancia de las muestras por triplicado disueltas en el buffer a pH 1 y en el buffer a pH 4.5, ambas a longitud de onda 520nm (La diferencia en la absorbancia de los pigmentos en 520nm es proporcional a la concentración de pigmento) y también a longitud de onda 700nm, para corregir, ya que no hay absorbancia de antocianos.

3.2.1.5 Colorimetría

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

3.2.1.6 Determinación de pH

La determinación del pH se efectuó con un pH-metro C830 (Consort nv, Bélgica) tanto para la gominolas como para los marshmallows.

3.2.2 ANALISIS SENSORIAL

El análisis sensorial se llevó a cabo con un panel de 30 consumidores de entre 21 y 52 años para las gominolas finales estandarizadas y un panel de 30 consumidores de entre 21 y 43 años para los marshmallows finales estandarizados.

Evaluaron en escala hedónica (UNE EN-ISO 4121:2006) del 1 al 9 siendo el 1 el valor más negativo y el nueve el valor más positivo para características como: aspecto, color, textura, dureza, dulzor, sabor y esponjosidad (Esta última característica solo válida para los marshmallows).

3.2.3 ANALISIS ESTADÍSTICO

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

3.3. PROCESO DE ELABORACIÓN

En primer lugar, se explicará el proceso de elaboración de los dulces, tanto de las gominolas como de los marshmallows.

3.3.1 Elaboración de Gominolas.

Se sustituyó el azúcar de las gominolas base por Lycasin en las gominolas sin azúcar.

Pesado. Se pesaron los ingredientes en la balanza analítica Adventurer Pro OHAUS modelo AV2-102.

Cocción. La operación principal en la elaboración de las gominolas fue la cocción de los ingredientes, siempre en un orden específico necesario para obtener las gominolas deseadas y caracterizadas, a las temperaturas necesarias y en continuo movimiento.

Se controló el tiempo y la temperatura en todo momento para evitar la caramelización indeseada del jarabe base que iba a conformar el futuro producto.

Saborizado (antocianinas). En la última etapa de la cocción, cuando la temperatura era la mínima, procedíamos a la adición del concentrado de frutas *Nutrifood® Grapes*.

Moldeo. Operación en la que colocábamos el jarabe base final en moldes de almidón, para continuar con una fase de reposo, secado y estabilización de las gominolas.

Desmoldeo. Una vez estabilizadas, se extrajeron las gominolas de su molde y acabaron la operación de secado a temperatura ambiente protegidas en recipientes oscuros para evitar la isomerización y/u oxidación de los antocianos.

Acabado. Retiramos el almidón que se mantenía aún sobre la superficie de la gominola y cubrimos esta misma con una capa de grasa vegetal para un mejor aspecto y presentación.

3.3.1.1 Diagramas de Flujo Gominolas

La siguiente tabla presenta la fórmula base empleada en la preparación de las gominolas.

Tabla 2. Formulación de la Gominola Base.

INGREDIENTES	
Glucosa	55,76%
Dextrosa	5,58%
Gelatina	7,43%
Agua	29,74%
Concentrado de frutas Nutrifood® Grapes	6,25%

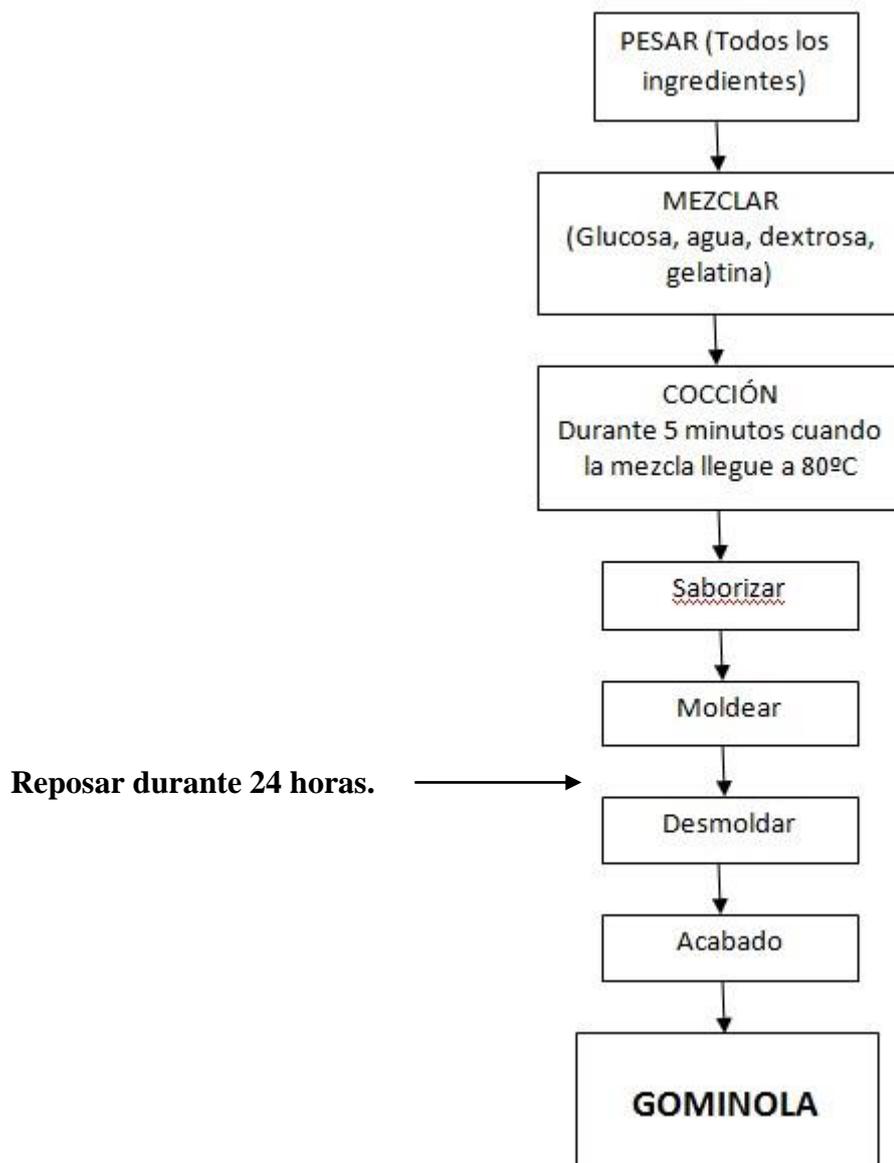
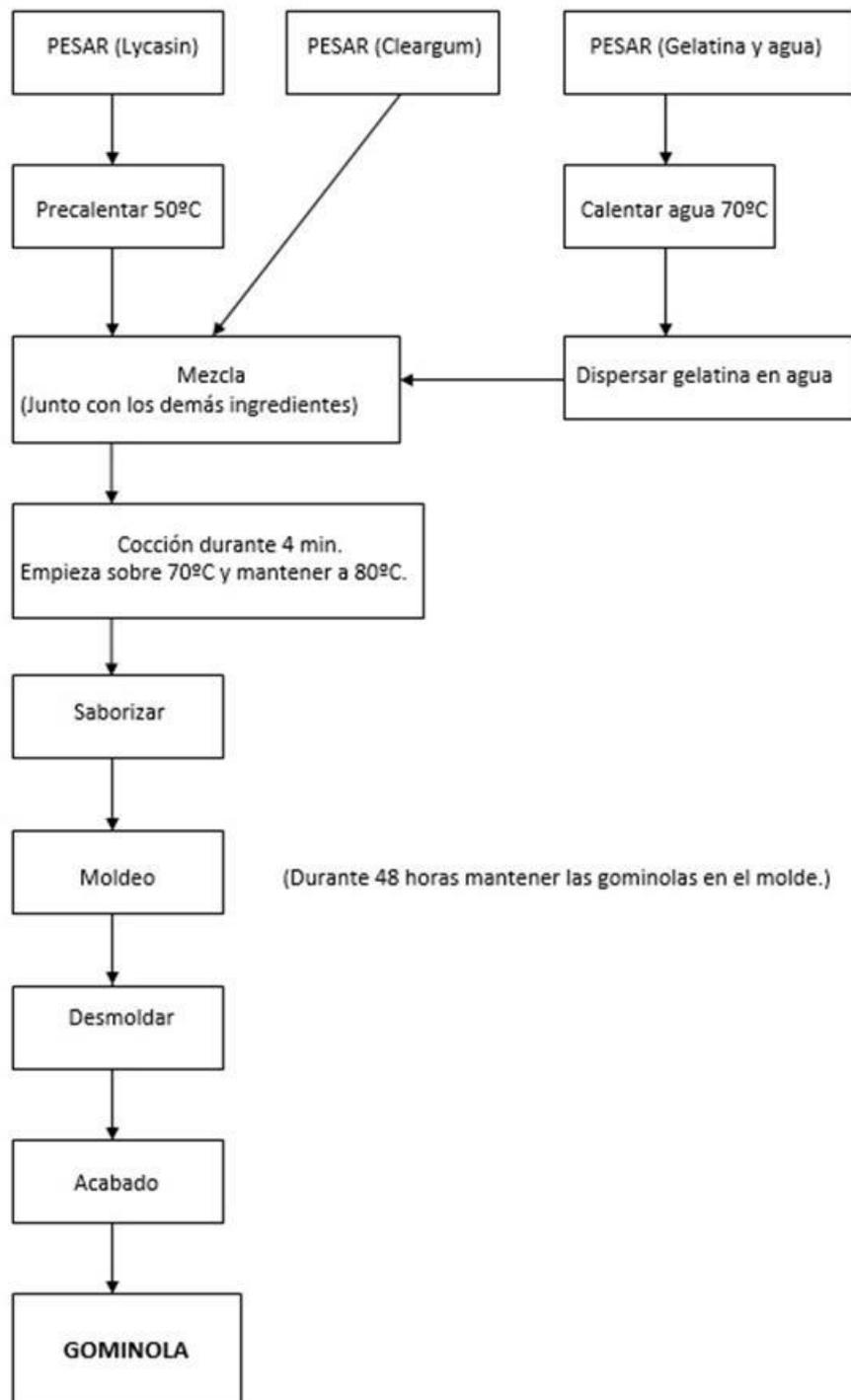


Tabla 3. Formulación de la Gominola sin Azúcar (Lycasin).

INGREDIENTES	
Cleargum 70	11,70%
Lycasin 80/55	69,50%
Gelatina	3,50%
Agua	12,80%
Ácido láctico	1%
Concentrado de frutas Nutrifood® Grapes	1,50%



3.3.2 Elaboración de Marshmallows

Se sustituyó el azúcar de los marshmallow base por Tagatosa en los marshmallows sin azúcar.

Pesado. Se pesaron los ingredientes en la balanza analítica Adventurer Pro OHAUS modelo AV2-102. A continuación, los ingredientes que lo necesitaban, fueron sometidos a operaciones previas a la cocción y batido, como la gelatina.

Cocción. Una de las dos operaciones más importantes en la elaboración de marshmallows. Se realizó la cocción de los ingredientes, añadiéndolos siempre en un orden específico para obtener los marshmallows deseados y caracterizados, a diferentes temperaturas necesarias y en continuo movimiento. Se controló el tiempo y la temperatura en todo momento, pues cuando el jarabe alcanzaba los 130°C había de ser retirado del fuego, y así además evitar la caramelización indeseada del jarabe base que iba a conformar el futuro producto.

Batido. Siguiendo operación imprescindible en la elaboración de marshmallows. La gelatina, previamente, había sido hidratada. Se colocó en el recipiente de la batidora eléctrica KENWOOD modelo KM400/99 Plus (Granatiero SRL, Ascoli, Piceno) y poco a poco, mientras se batía la mezcla, fue incorporándose el jarabe. El objetivo de este procedimiento era llegar a una consistencia “Punto de nieve” en la que la mezcla habría aireado lo suficiente para que los marshmallows obtenidos tuvieran el carácter esponjoso que los define.

Saborizado. Al final del batido, cuando la mezcla se ha aireado lo suficiente y la temperatura de la misma ha disminuido, procedimos a la adición del concentrado de frutas *Nutrifood® Grapes*.

Moldeo. Procedimos a la colocación de la mezcla en moldes de plástico previamente untados de aceite vegetal, para que a continuación se llevara a cabo la fase de reposo, secado y estabilización de los marshmallows.

Desmoldeo. Una vez estabilizados los marshmallows, se extrajeron de los moldes y acabaron la operación de secado a temperatura ambiente protegidas en recipientes oscuros para evitar la isomerización y/u oxidación de los antocianos

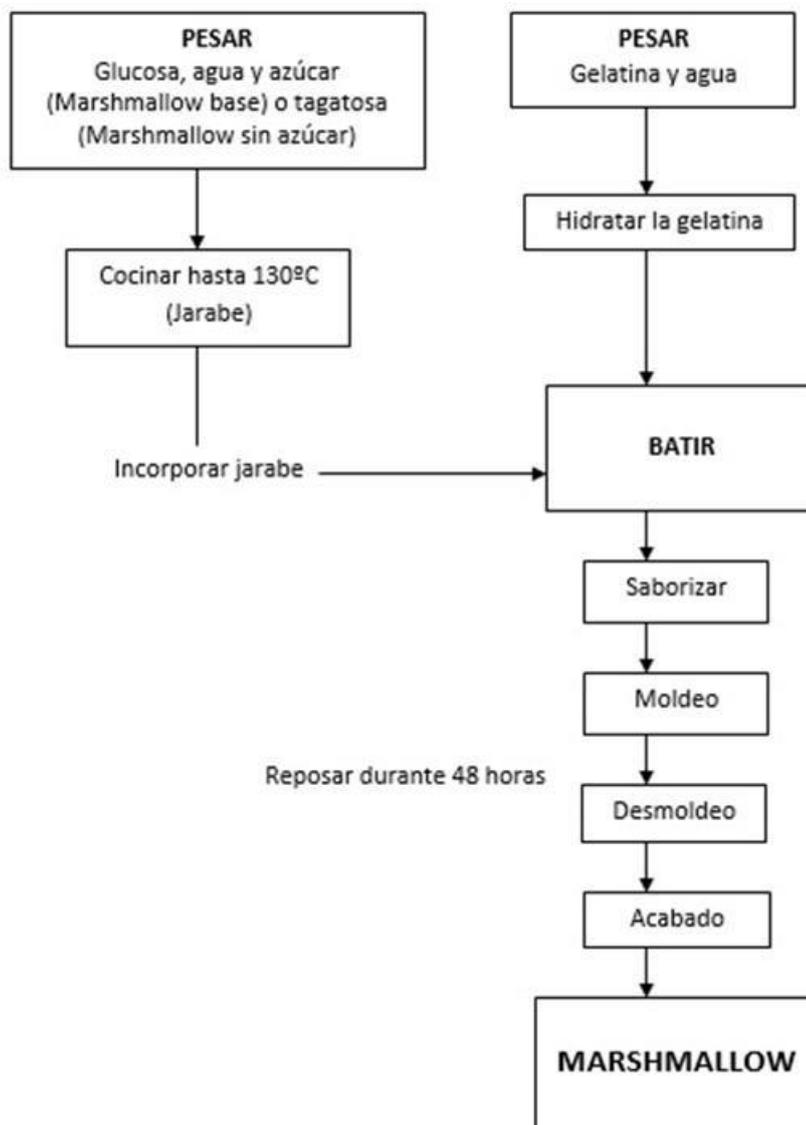
Acabado. Recubrimos con azúcar antihumedad los marshmallows para una mejor conservación, presentación y aspecto.

3.3.2.1 Diagramas de Flujo Marshmallows

Tabla 4. Formulación de los Marshmallow Base y Marshmallows Sin Azúcar (Tagatosa).

INGREDIENTES (Marshmallow Base)	
Azúcar	49,43%
Glucosa	9,92%
Gelatina	3,95%
Agua	32,51%
Concentrado de frutas Nutrifood® Grapes	4,20%

INGREDIENTES (Marshmallow Sin Azúcar)	
Tagatosa	32,83%
Glucosa	13,17%
Gelatina	5,52%
Agua	44,55%
Concentrado de frutas Nutrifood® Grapes	4,20%



4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos como consecuencia de la ejecución del presente proyecto se describen a continuación.

4.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

4.1.1 Humedad y Sólidos Solubles.

Se midieron los sólidos solubles en la matriz de gominola y marshmallow con y sin adición de antocianinas.

Tabla 5. Resultados de Sólidos Solubles (medidos como grados Brix)

	°Brix	Con Antocianinas	°Brix
	Promedio ± D.S.		Promedio ± D.S.
Gominola Base	64,4 ± 4,3	Gominola Base	67,8 ± 3,1
Gominola Sin Azúcar	70,8 ± 6,1	Gominola Sin Azúcar	79,7 ± 8,9
Marshmallow Base	75,3 ± 2,5	Marshmallow Base	74,3 ± 2,7
Marshmallow Sin Azúcar	72,8 ± 9,3	Marshmallow Sin Azúcar	66,2 ± 9,7

Mientras que en las gominolas con antocianinas se observa un aumento los sólidos solubles, en los marshmallows con el mismo compuesto bioactivo incorporado se observó una disminución de los mismos, aunque las diferencias no resultaron estadísticamente significativas (Tabla 5).

Tabla 6. Humedad de las formulas.

	Humedad (%)
	Promedio ± D.S.
Gominola Base	20,577 ± 0,003
Gominola Sin Azúcar	16,829 ± 0,002
Marshmallow Base	26,373 ± 1,254
Marshmallow Sin Azúcar	36,197 ± 0,734

Se tomó como referencia la recomendación de un contenido final de humedad para las gominolas menor del 20%, descrito por DeMars y Ziegler (2001).

Como se observa en la Tabla 6, la humedad para las formulaciones de gominolas se encuentra entre el 16 y 20% siendo la gominola sin azúcar menos húmeda. Los marshmallows eran algo más húmedos posiblemente debido a una mayor retención de agua en las redes formadas gracias al proceso de batido, durante la solidificación de la espuma. Es importante mejorar el proceso de producción de estos dulces para conseguir una reducción en el contenido en humedad para conseguir mejorar la vida útil de los mismos.

4.1.3 Textura

Para analizar la textura tanto de gominolas como de marshmallows se utilizó el análisis Texture Profile Analysis (TPA) descrito en el apartado 3.2.1.3. de Materiales y Métodos.

Una vez evaluados los parámetros tanto de las formulaciones base como de las formulaciones sin azúcar de las gominolas observamos que existían diferencias estadísticamente significativas (p -valor $<0,05$) en cuanto a los parámetros como la dureza, la cohesividad, la elasticidad, la gomosidad, la masticabilidad y la reiliscencia.

En el único parámetro en que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas fue en la adhesividad. (Anexo 2)

La tabla 7 muestra los resultados obtenidos de los diferentes parámetros de textura que consideramos necesario estudiar para valorar la calidad de las gominolas.

Tabla 7. Parámetros texturales determinados en gominolas mediante TPA.

	Hardness	Adhesiveness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness	Releisence
Gominola Base	13942,9578 ± 788,3808(*)	1,0284 ± 1,2541	0,8784 ± 0,0048(*)	0,9631 ± 0,0045(*)	12246,9499 ± 85,9414(*)	11795,5777 ± 685,6005(*)	0,7330 ± 0,0042(*)
Gominola Sin Azúcar	6742,5151 ± 681,1686(*)	0,2600 ± 0,4582	0,7067 ± 0,0114(*)	0,8421 ± 0,0067(*)	4768,6235 ± 22,6320(*)	4010,2731 ± 427,2223(*)	0,3855 ± 0,0081(*)

(*) Denota diferencias estadísticamente significativas

Existe diferencia significativa de dureza entre las dos formulaciones. Se observa que los valores de dureza de la gominola sin azúcar son menores que los valores de dureza de la gominola base, el hecho de que las gominolas sin azúcar tengan una menor dureza favorece la masticación ya que hay que ejercer menos fuerza.

Las gominolas sin azúcar tienen un carácter menos gomoso. La gomosidad es la energía que se necesita para desintegrar un alimento semi-sólido a un estado listo para ser deglutido (Pons y Fiszman, 1996), por lo que es más sencillo masticar y deglutir la gominola sin azúcar.

También será más fácil ingerir la gominola sin azúcar, masticarla y deglutirla pues el resultado del atributo masticabilidad es menor que el de la gominola base.

Se necesita más trabajo para comprimir la gominola base que la gominola sin azúcar, es más compacta, su carácter de cohesividad es mayor; la gominola base sin embargo, es menos compacta y no se necesita tanto esfuerzo de masticación, una vez se realiza la primera compresión por parte de la mandíbula, ya es más fácil desintegrarla.

Por último, la gominola base tiene un carácter elástico y resiliente mayor que la gominola sin azúcar, se recupera más fácil y rápidamente frente a un estímulo de compresión externo. La elasticidad se define como la altura que la muestra recupera durante el tiempo que transcurre entre el final del primer ciclo y el comienzo del segundo (Bourne, 1978). La resiliencia como una medida de elasticidad (Hultmann y Rustad, 2002) que considera, no sólo la distancia, sino también la fuerza y velocidad con que el filete se recupera después de la primera compresión (Veland y Torrissen, 1999).

Que una formulación ofrezca más elasticidad y resiliencia que otra se debe a los diferentes ingredientes y cantidades de los mismos. La cantidad de gelatina presente en la formulación de la gominola base (Tabla 2), proporciona la elasticidad y la cohesión al mismo cuanto mayor sea su contenido. A mayor cantidad de este ingrediente, más compacto será y mayor será su capacidad de recuperación a su altura inicial después de la compresión.

Cabe mencionar que no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la adhesividad de las gominolas. Podría decirse que se elaboraron gominolas igualmente adhesivas independientemente de sus ingredientes y tratamientos aplicados, pero que aun así fueron bastante diferentes en cuanto a los demás caracteres estudiados. Las diferencias entre una formulación y otra se deben a la sustitución del azúcar por lycasin.

Si evaluamos los datos que resultaron al analizar las formulaciones de marshmallows base y marshmallows sin azúcar que se exponen en la Tabla 8, encontramos diferencias estadísticamente significativas en los caracteres de dureza, cohesividad, elasticidad, gomosidad, masticabilidad y resiliencia.

No existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al atributo estudiado en los marshmallows de adhesividad.

Tabla 8. Parámetros texturales determinados en marshmallows mediante TPA

	Hardness	Adhesiveness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness	Releisence
Marshmallow Base	8166,7706 ± 337,0814(*)	0,3027 ± 0,3913	0,9122 ± 0,0059(*)	0,8753 ± 0,0070(*)	7449,5992 ± 300,3290(*)	6520,4616 ± 257,4990(*)	0,7346 ± 0,0096(*)
Marshmallow Sin Azúcar	11405,0145 ± 834,8490(*)	3,2693 ± 4,5019	0,8834 ± 0,0174(*)	0,8003 ± 0,0219(*)	10081,2137 ± 843,0784(*)	8078,9915 ± 846,0363(*)	0,6553 ± 0,0164(*)

(*) Denota diferencias estadísticamente significativas

En este caso, los marshmallow sin azúcar tienen un carácter más duro que los marshmallow base. Posiblemente la dureza que presenta el marshmallow base se deba al aumento de glucosa y gelatina para su formulación (Tabla 3), el marshmallow adquiere mayor estabilidad de su espuma por parte de las proteínas a mayor cantidad de gelatina, por tanto mayor es la fuerza que mantiene la estructura de la nube y por tanto su carácter duro aumenta. También podría deberse a la estructura diferente que puede haber adquirido al sustituirse el ingrediente del azúcar por la tagatosa cuya recristalización durante el secado es diferente a la del azúcar.

Esto mismo también puede afectar al carácter de la masticabilidad y de la gomsidad del producto, se requiere mayor energía para desintegrar el alimentos en la boca y ingerirlos.

En cuanto a la elasticidad y resiliencia, el marshmallow base se recupera con más facilidad y en menor espacio de tiempo frente a una compresión que el marshmallow sin azúcar, probablemente de nuevo a causa de la diferencia en cuanto a formulación y/o a la estructura adquirida por la sustitución del azúcar.

No existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la adhesividad al igual que con las formulaciones de las gominolas, por lo que, tanto para los marshmallows base y sin azúcar, como las gominolas base y sin azúcar, se necesitara el mismo trabajo aproximadamente para superar las fuerzas de atracción entre estos mismos y otros materiales con los que se encuentren en contacto, como la lengua, paladar o dientes (Szczesniak 1973).

4.1.4 Espectrofotometría

Se realizó mediante ensayo espectrofotométrico la determinación tanto la cantidad de compuesto bioactivo en el extracto vegetal inicial como en la matriz final de gominola y marshmallow con el fin de definir las pérdidas debidas al proceso de producción.

Primero se realizó el ensayo sobre el extracto vegetal, el concentrado de frutas *Nutrifood® Grapes*, para confirmar su contenido total de antocianinas.

Los datos obtenidos mediante este ensayo corresponden con los aportados en la ficha técnica de producto aportada por GNT. Una vez confirmado el contenido inicial se procedió al ensayo sobre las gominolas y marshmallows estandarizados.

Como punto de partida se decidió incorporar a sus matrices la cantidad necesaria para aportar con ellas el 20% de la CDR. La cantidad de antocianinas diaria recomendada en humanos ha sido estimada entre 180-215 mg/día (Zafra-Stone, et al., 2007).

El peso medio de las gominolas o marshmallows se estandarizó en unos 10 g adicionándose componente bioactivo para conseguir un aporte por cada unidad de 10 mg.

Tras la disolución de las gominolas y marshmallows y extracción de los antocianos descrita en el apartado 3.2.1.4 de materiales y métodos se procedía al análisis cuyos resultados se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Determinación de antocianinas mediante espectrofotometría. (Base Seca)

	Antocianinas (mg/ g muestra)
Gominola Base	1,46
Gominola Sin Azúcar	0,41
Marshmallow Base	0,96
Marshmallow Sin Azúcar	1,07

Antocianinas (mg/ g concentrado)	
Concentrado Nutrifood Grapes	15,8

Por lo tanto, la gominola base perdía durante el proceso de elaboración el 10% de la cantidad de bioactivo. En cambio, la gominola sin azúcar perdía un 70% de estas mismas antocianinas.

Por otro lado, el marshmallow base perdía el 40% de la cantidad inicial de antocianinas y el marshmallow sin azúcar un 45% de las mismas.

A pesar de utilizar el método de extracción de antocianos más efectivo según se comentaba con anterioridad, no se consiguió mejorar la extracción de los mismos en la matriz de gominola sin azúcar, tal vez por la estructura adquirida por la misma gominola al utilizar un sustituto del azúcar.

4.1.5 Color

El color de un producto ocupa un lugar preferente entre los factores que definen su calidad. El color observado es la combinación de dos interacciones como son la radiación electromagnética visible con la materia (color físico) y la interacción de la luz difundida por el objeto con el ojo humano, como consecuencia de la interacción anterior.

El color de las 4 formulaciones, tanto para gominolas como para marshmallows, fue un morado muy oscuro, casi negro, debido a la cantidad de extracto vegetal de alta calidad.

La medida de un color implica la estandarización del tipo de iluminación con el que se observa el producto. Se definen tres coordenadas.

L*: luminosidad, varía de 0 a 100

a*: representa la variación rojo-verde

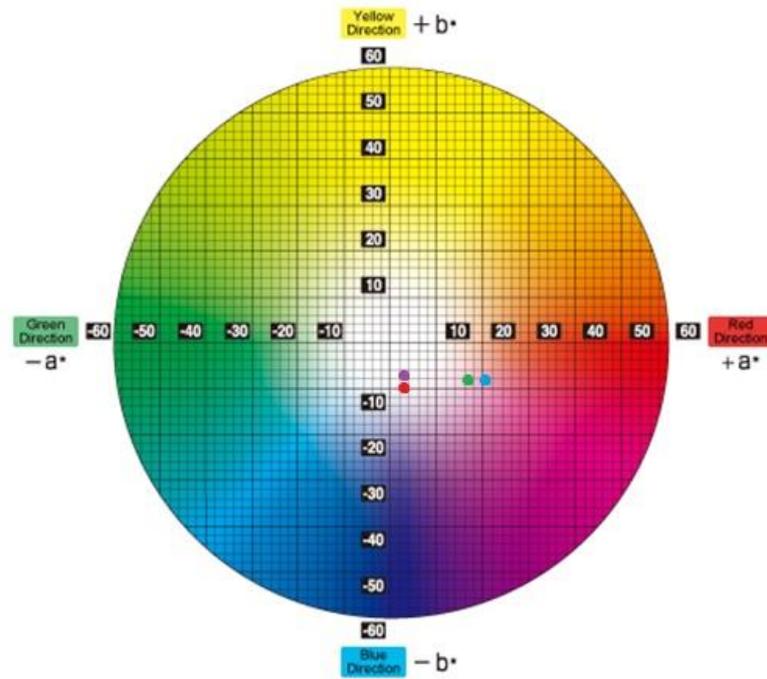
b*: representa la variación amarillo-azul

La tabla 10 presenta los resultados obtenidos para las coordenadas de color en las cuatro formulaciones desarrolladas. (Chiralt Boix, et al 1998)

Tabla 10. Resultados para coordenadas de color.

	Color		
	Media \pm D.S.		
	L*	a*	b*
Gominola Base	20,2 \pm 2,9	4,3 \pm 0,5	8,3 \pm 0,8
Gominola Sin Azúcar	19,5 \pm 1,0	4,3 \pm 0,4	6,1 \pm 0,8
Marshmallow Base	26,4 \pm 1,5	16,6 \pm 0,9	7,9 \pm 0,7
Marshmallow Sin Azúcar	28,6 \pm 1,6	13,0 \pm 1,1	7,2 \pm 0,3

Como se expone en los resultados, tanto las gominolas como los marshmallow tienen muy poca luminosidad. El color rojo/morado característico que ofrecen las antocianinas es más notable en los marshmallow que en las gominolas.



Gominola Base

Marshmallow Base

Gominola Sin Azúcar

Marshmallow Sin Azúcar

Figura 2. Posición de las muestras en la carta de color $a^* b^*$.

Comparando las gominolas entre sí, no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la luminosidad y a^* , la variación rojo-verde, y si existen diferencias estadísticamente en b^* , la variación azul-amarillo. Interesa más la variación de gominolas en a^* pero puede que no se encuentren diferencias entre las distintas formulaciones al tener ambas un color morado tan oscuro.



Imagen 2. Gominolas Sin Azúcar con Antocianinas

Si comparamos ambas formulaciones de los marshmallows, pese a seguir siendo muy oscuros, sí que se podían diferenciar por su color en análisis subjetivo, como ocurrió durante la realización del análisis sensorial, durante la cata por parte de los consumidores, como se comenta en el apartado 4.2 Analisis Sensorial.

Existen diferencias estadísticamente significativas en a*, siendo más rojizos los marshmallow sin azúcar. No existen diferencias estadísticamente significativas en b*, la variación azul-amarillo, y tampoco en la luminosidad.



Imagen 3. Marshmallows Sin Azúcar con Antocianinas

4.1.6 pH

La tabla 11 muestra los resultados obtenidos para el pH.

Tabla 11. Acidez de las formulas, medida como pH

	Acidez (pH)
	Media \pm D.S.
Gominola Base	3,55 \pm 0,11
Gominola Sin Azúcar	2,92 \pm 0.61
Marshmallow Base	3,83 \pm 0,01
Marshmallow Sin Azúcar	4,01 \pm 0,01

Cuanto menor sea la acidez de la muestra y menor sus grados Brix mayor será su vida útil.

En este caso las gominolas más ácidas fueron las que sustituyeron el ingrediente del azúcar por lycasin. En cuanto a los marshmallows fueron más ácidas las formulaciones base que las formulaciones sin azúcar que sustituyeron esta misma por tagatosa.

4.2 ANÁLISIS SENSORIAL

Como se describe en el apartado 3.2.2 de Materiales y Métodos, el análisis de la percepción sensorial se realizó por un panel de catadores no experimentados y a mediante pruebas hedónicas. (Anexo 3)

4.2.1 Gominolas

La siguiente tabla muestra el promedio de edad de catadores que participaron en la cata de gominolas. La evaluación se realizaba de forma secuencial y no se pedía que compararan una con la otra.

Tabla 12. Promedio de edad de catadores en el análisis sensorial en gominolas.

Edad	
Promedio \pm D.S.	
Cata gominolas	31,7 \pm 7,5

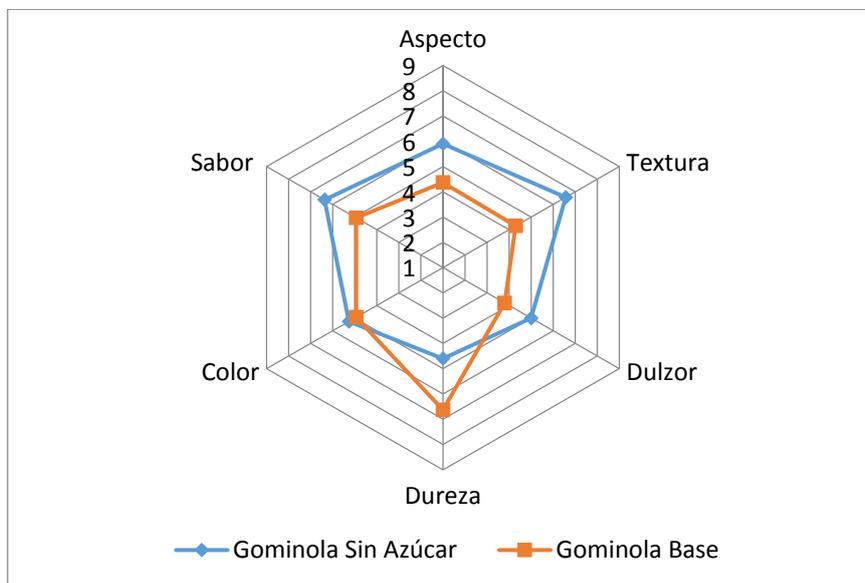


Figura 3. Valoración sensorial de las gominolas.

Como se observa en la Figura 3, la gominola sin azúcar se encuentra más equilibrada en cuanto a sus valoraciones sensoriales respecto a la gominola base, sus atributos han sido mejor evaluados.

Existen diferencias estadísticamente significativas ($p\text{-valor} > 0,05$) al comparar ambos productos en cuanto a su aspecto, el dulzor de la muestra, la dureza, el sabor y la textura.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas muestras respecto al color, probablemente porque ambas tenían un color morado oscuro similar, resultado que confirma la evaluación realizada en el estudio de color de las mismas, pues no resultaron estadísticamente significativos los parámetros de luminosidad y los referidos al rango de color rojizo característico de las antocianinas. (4.1.5 Color, Resultados)

Los consumidores encontraron la gominola base más dura que la gominola sin azúcar, que confirma la evaluación obtenida mediante TPA. (4.1.3 Textura, Resultados). Debido a que la formulación de la gominola base requiere más gelatina (Apartado 3.3.2.1 del punto Proceso de Elaboración), aumenta su dureza y con ello mantiene mejor su estructura. Al contener menor gelatina la gominola sin azúcar, resulta menos dura y agrada más al consumidor, y con ello, ofrecen un carácter menos elástico, confirmando de nuevo los resultados obtenidos en el análisis TPA.

La gominola base esta mejor dotada de dulzor, sabor, aspecto, textura, dureza. Que los resultados sean más favorables para la gominola sin azúcar es beneficioso pues es más sana y adecuada para los pacientes.

4.2.2 Marshmallows

Por otro lado se realizó otra cata de los atributos sensoriales de los marshmallows formulados. La Tabla 13 muestra el promedio de edad de los catadores que participaron en la valoración, siendo 30 años la media de edad de los participantes.

Tabla 13. Promedio de edad del análisis sensorial en marshmallows.

	Edad
	Promedio \pm D.S.
Cata Marshmallows	29,7 \pm 6,8

Aparentemente al observar la Figura 4, puede parecer que se prefieren los marshmallows sin azúcar y que estos mismos fueron mejor evaluados respecto a sus atributos pero solamente existen diferencias estadísticamente significativas al comparar ambos productos en cuanto al carácter de la esponjosidad.

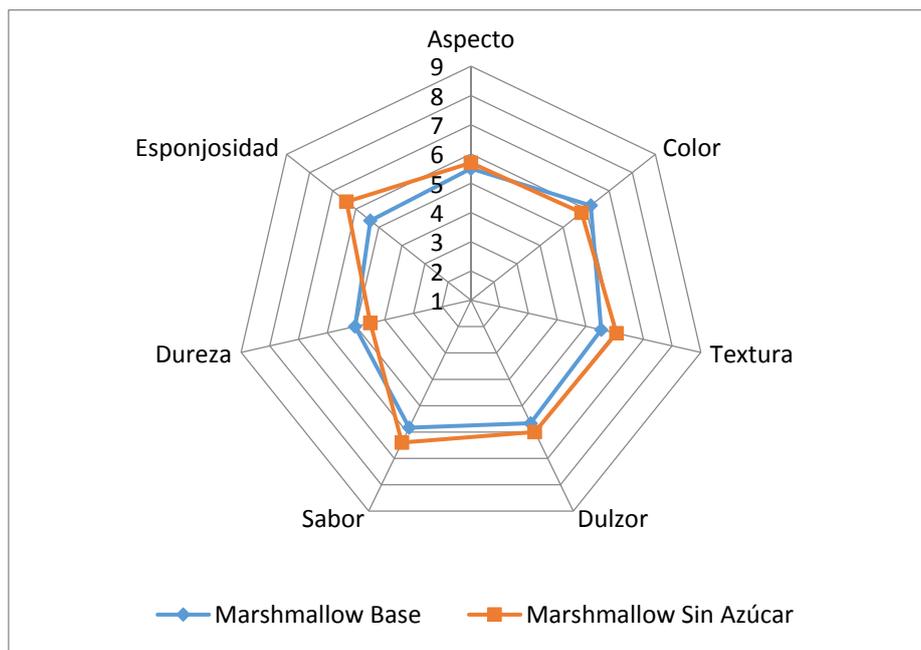


Figura 4. Valoración sensorial de marshmallows.

El carácter de la esponjosidad, es uno de los caracteres más importantes en marshmallows, pues básicamente define al marshmallow. Como se puede observar en la formulación del producto en el apartado 3.3.2.1 del punto Proceso de Elaboración, los marshmallow sin azúcar tenían más gelatina. A mayor concentración de esta, mayor obtención de espuma, con ello aumenta su esponjosidad y también aumentaría su dureza ya que se mantiene más su estructura y se retiene más agua en las redes formadas durante la elaboración de la espuma

Esto confirma también la evaluación objetiva de textura, dónde los marshmallow sin azúcar son más duros, pero parece ser que la dureza del marshmallow sin azúcar resultó menor por parte de los consumidores y gustó más.

Podemos comentar que, aun no habiendo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a textura, aspecto, color, sabor, dulzor y dureza, los valores son más positivos en los marshmallow sin azúcar, más beneficioso para los pacientes.

5. CONCLUSIONES

- Se han reformulado las gominolas y los marshmallows del trabajo precedente, para poder llevar a cabo la segunda fase de introducción de radioprotectores en las concentraciones adecuadas para poder ejercer su efecto mediante el extracto vegetal seleccionado y estudiado.
- Según los parámetros estudiados en el análisis de textura, las gominolas sin azúcar formuladas serán fáciles de desintegrar durante la masticación mediante la mandíbula, poco cohesivas, y menos duras que la formulación de gominolas base. En cuanto a los marshmallows, la formulación sin azúcar será más esponjosa que la formulación base.
- En cuanto al estudio espectrofotométrico realizado, el extracto vegetal fue seleccionado por sus numerosas características y después de la confirmación de la cantidad de antocianos que contenía. Tratando los resultados obtenidos después de realizar el análisis de espectrofotometría sobre las gominolas y marshmallows, habría añadir más extracto vegetal a la formulación debido a que sí que existen pérdidas de antocianinas durante el proceso de elaboración de los productos a causa de su carácter termolábil.
- Debería de continuarse el estudio y realizar más estudios espectrofotométricos y/o cromatográficos (Pendientes de realización por parte del equipo del “Hospital Universitari i Politènic / Instituto de Investigación Sanitaria La Fe”)
- Teniendo en cuenta los resultados del análisis sensorial, tanto las gominolas como los marshmallows sin azúcar presentaron en general una mejor puntuación de los atributos estudiados.

6. BIBLIOGRAFIA

- Zafra-Stone S, Bagchi, M and Bagchi, D. (2007). Health Benefits of Edible Berry Anthocyanins: Novel Antioxidant and Anti-Angiogenic Properties in: Antioxidant Measurement and Applications, ch 23 pp 337-351. Ed: Fereidoon S & Chi-Tang, H. American Chemical Society, Washington, DC.
- Zemen EM, Schreiber EC, Tepper JE (2013). Chapter 27. Basics of radiation therapy in Clinical Oncology, 5th ed. Eds Niederhuner JE, Armitage JO, Doroshow JH, et al. Elsevier Churchill Livingstone. Abeloff's Philadelphia.
- Damhert Nutrition (2012). *Tagatose*. Heusden-Zolder, Belgium.
<http://www.damhert.com/> ultimo acceso 17 mayo 2015.
- Demars, L.L and Ziegler, G.R. (2001). *Texture and structure of gelatin/pectin-based gummy confections*. Food Hydrocolloids 15: 643-653.
- GNT International: growing colors. *Nutrifood: Lo mejor de las frutas y las verduras*. Mierlo, Netherlands. <http://www.gnt-group.com/eu-es/soluciones/nutrifood>, ultimo acceso 17 mayo 2015.
- Pons, M. y Fiszman, S.M. (1996). *Instrumental Texture Profile Analysis with Particular Reference to Gelled Systems*. Journal of Texture Studies, 27: 597-624.
- Codex Alimentarius (International Food Standards) <http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/>, ultimo acceso 17 de mayo 2015
- FAO/OMS, 1999. *Norma CODEX para los azucares*. CODEX STAN 212-1999.
- Rivera Sánchez, E. (2010). *Radioprotectores*. Radiobiología, 10: 225-229.
- *Roquette-Food: CLEARGUM, modified starch for confectionery*. (2008).
<http://www.roquette-food.com/cleargum-modified-starch-confectionery-gums-winegums-pastilles/> último acceso 17 de mayo 2015
- *Roquette-Pharma and Personal Care: LYCASIN 80/55, maltitol syrup*. (2008).
<http://www.roquette-pharma.com/lycasin-maltitol-syrup-sweetener-sugar-free-syrupspediatric-use/> último acceso 17 de mayo 2015
- *Roquette-Food: Glucose syrups*. (2008). <http://www.roquette-food.com/glucose-fructose-syrup-maltodextrin-sweetener-texturizing-agent-binding/> último acceso 17 de mayo 2015
- Rousselot: Gelatine Manufacturer. *Rousselot Gelatine brochure*.
<http://www.rousselot.com/en/information-downloads/downloads/brochures/> último acceso 17 de mayo 2015

- Aguilera Ortíz, M., Reza Vargas, M.C., Chew Madinaveitia, R. y Armando Meza Velázquez, J. 2011. Functional properties of anthocyanins. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud, XIII (2): 16-22.
- National Health Interview Survey (2007). <http://www.cancer.gov> último acceso 17 de mayo 2015
- Chiralt Boix, A., Martínez Navarrete, N., Camacho Vidal, M.M y González Martínez, M.C. (1998). Experimentos de Fisico-química de los Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Fennema O. 1993. Química de los Alimentos. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España.