

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Efecto de la adición de extracto de hojas de moringa (*Moringa oleifera*) y residuos de arándanos (*Vaccinium corymbosum*) en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de caramelos de goma

Área de investigación:

Tecnología Postcosecha y uso de subproductos agroindustriales

Autora:

Luna Victoria Amasifen, Milagros Piedad

Jurado evaluador:

Presidente: Lescano Anadón, Carlos Eduardo

Secretario: Rodríguez Zevallos, Antonio Ricardo

Vocal: Pretell Vásquez, Carla Consuelo

Asesor:

Márquez Villacorta, Luis Francisco

Código orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4070-788X>

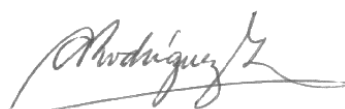
**TRUJILLO – PERÚ
2022**

Fecha de sustentación: 2022/12/28

La presente tesis fue revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



Ing. Dr. Carlos Eduardo Lescano Anadón
PRESIDENTE



Ing. Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos
SECRETARIO



Ing. Dra. Carla Consuelo Pretell Vásquez
VOCAL



Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haberme dado la vida, por haberme dado la fortaleza para seguir adelante y poder cumplir este logro de culminar la tesis.

A mis padres y hermanos que son personas que me han ofrecido el amor y la calidez de la familia a la cual amo.

A mi hija Emilia que es mi fuente de motivación para poder superarme cada día y la fuerza que me impulsa a seguir adelante para hacer realidad los objetivos trazados.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme un día más de vida y poder estar con los míos.

A mi asesor el Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta, por haberme orientado y ayudado desde el primer momento en el desarrollo de la tesis.

A todas las personas que contribuyeron a seguir adelante y me dijeron que no me rinda para poder lograr este objetivo después de tanto tiempo.

ÍNDICE GENERAL

CARATULA.....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	4
2.1 Moringa	4
2.1.1. Aspectos generales	4
2.1.2. Cultivo de la moringa en el Perú	5
2.1.3. Composición	5
2.1.4. Usos de la moringa.....	6
2.2 Caramelos de goma.....	8
2.2.1. Definición	8
2.2.2. Ingredientes de los caramelos de goma	9
2.2.3. Proceso de elaboración de los caramelos de goma.....	11
2.3 Arándano	12
2.3.1. Definición	12
2.3.2. Aspectos nutricionales	13
2.3.3. Producción de arándanos en el Perú	14
2.3.4. Beneficios para la salud.....	15
2.4 Residuos agroindustriales	16
2.4.1 Generalidades	16
2.4.2. Residuos del arándano	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Lugar de ejecución.....	19
3.2 Materiales.....	19
3.2.1 Materia prima	19
3.2.2 Insumos	19
3.3 Equipos e instrumentos.....	19

3.4	Método experimental	20
3.4.1.	Esquema experimental para la evaluación de caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.....	20
3.4.2.	Procedimiento experimental para la obtención de arándano en polvo.....	21
3.4.3.	Elaboración de extracto de hojas de moringa	23
3.4.4.	Formulación para la elaboración del caramelo de goma.....	23
3.4.5.	Procedimiento experimental para la elaboración de caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo.	24
3.5	Métodos de análisis	26
3.5.1.	Sólidos solubles y pH	26
3.5.2.	Compuestos fenólicos	26
3.5.3.	Firmeza instrumental	27
3.5.4.	Fibra cruda.....	27
3.5.5.	Aceptabilidad general	28
3.6	Métodos estadísticos	30
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1	Efecto de la adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo sobre el contenido de compuestos fenólicos en caramelos de goma.....	31
4.2	Efecto de la adición del extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo sobre la firmeza en caramelos de goma	35
4.3	Efecto de la adición del extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo sobre el contenido de fibra cruda en caramelos de goma.	40
4.4	Efecto de la adición del extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo sobre la aceptabilidad general en caramelos de goma.	43
V.	CONCLUSIONES	48
VI.	RECOMENDACIONES.....	49
VII.	BIBLIOGRAFÍA	50
VIII.	ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición nutricional de las partes de Moringa.....	6
Tabla 2.	Composición nutricional del arándano	14
Tabla 3.	Características fisicoquímicas del arándano	14
Tabla 4.	Formulación del caramelo de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.	23
Tabla 5.	Prueba de Levene para el contenido de compuestos fenólicos en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.....	33
Tabla 6.	Análisis de varianza para el contenido de compuestos fenólicos en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.....	34
Tabla 7.	Prueba de Duncan para el contenido de compuestos fenólicos en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.....	34
Tabla 8.	Prueba de Levene para la firmeza en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.....	38
Tabla 9.	Análisis de varianza para la firmeza en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.....	38
Tabla 10.	Prueba de Duncan para la firmeza en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo	39
Tabla 11.	Prueba de Levene para el contenido de fibra cruda en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.....	42
Tabla 12.	Análisis de varianza para el contenido de fibra cruda en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.....	42
Tabla 13.	Prueba de Duncan para el contenido de fibra en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.	43
Tabla 14.	Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.....	45
Tabla 15.	Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Utilización de diversas partes de planta de Moringa.	7
Figura 2. Esquema experimental para la elaboración de caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo	21
Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de residuos de arándanos en polvo.	22
Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de caramelos de goma con adición de extracto de hojas moringa y residuos de arándanos en polvo.	24
Figura 5. Ficha de evaluación de aceptabilidad general para caramelo de goma	29
Figura 6. Compuestos fenólicos en función a la adición del extracto de hojas de moringa y residuo de arándanos en polvo en caramelos de goma	32
Figura 7. Firmeza en función a la adición del extracto de hojas de moringa y residuo de arándanos en polvo en caramelos de goma.	36
Figura 8. Fibra cruda en función a la adición de extracto de hojas de moringa y residuo de arándanos en polvo en caramelos de goma.	40
Figura 9. Aceptabilidad general en función de la adición de extracto de hojas de moringa y residuo de arándanos en polvo en caramelos de goma.	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados de la evaluación de sólidos solubles y pH en caramelos de goma	61
Anexo 2. Curva estándar de ácido gálico para determinación de fenoles totales.....	61
Anexo 3. Resultados de la evaluación de fenoles totales en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.	62
Anexo 4. Resultados de la evaluación de firmeza en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.	63
Anexo 5. Resultados de la evaluación de fibra cruda en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.	64
Anexo 6. Calificaciones para la prueba de aceptabilidad general en caramelo de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.	65
Anexo 7. Vistas Fotográficas	67

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la adición de extracto de hojas de moringa (5, 10 y 15%) y residuos de arándanos en polvo (1, 3 y 5%) sobre el contenido de fibra cruda, compuestos fenólicos, firmeza instrumental y aceptabilidad general en caramelos de goma. El análisis estadístico para todas las variables se realizó a un nivel de confianza del 95%. La homogeneidad de varianzas en las variables paramétricas fue demostrada con la prueba de Levene ($p > 0.05$). El análisis de varianza indicó un efecto significativo ($p < 0.05$) del extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo sobre el contenido de fibra cruda, compuestos fenólicos y firmeza instrumental. La prueba no paramétrica de Friedman determinó efecto significativo de la adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo sobre la aceptabilidad general. La prueba de comparaciones múltiples de Duncan determinó como mejor tratamiento a la adición de 5% de extracto de hojas de moringa y 5% de residuos de arándanos en polvo que presentó el mayor contenido de fenoles totales (47.84 mg ácido gálico/100 g), fibra cruda (4.50%) y firmeza (6.14 N). Adicionalmente, denotó una aceptación general de 6.18 puntos en promedio que equivale a una percepción de “me gusta ligeramente”.

ABSTRACT

The effect of the addition of moringa leaf extract (5, 10 and 15%) and powdered blueberry residues (1, 3 and 5%) on crude fiber content, phenolic compounds, instrumental firmness and general acceptability in gummy candies was evaluated. Statistical analysis for all variables was performed at 95% confidence level. Homogeneity of variances in the parametric variables was demonstrated with Levene's test ($p > 0.05$). Analysis of variance indicated a significant effect ($p < 0.05$) of moringa leaf extract and powdered blueberry residues on crude fiber content, phenolic compounds and instrumental firmness. It was determined that the addition of moringa leaf extract at 15% and powdered blueberry residues at 1% presented phenolic compounds content (21.54 mg gallic acid/100 g). Duncan's test also determined that it presented firmness (3.30 N) and crude fiber content (2.31%). The non-parametric Friedman's test determined a significant effect of the addition of moringa leaf extract and powdered blueberry residues on the general acceptability. Duncan's multiple comparison test determined that the best treatment was the addition of 5% extract of moringa leaves and 5% powdered cranberry residues, which presented the highest contents of total phenols (47.84 mg GAE/100 g), crude fiber (4.50%) and firmness (6.14 N). Additionally, it denoted an average general acceptance of 6.18 points on average, which is equivalent to a perception of "I like it slightly".

I. INTRODUCCIÓN

Los caramelos de goma son muy consumidos, especialmente por niños y adolescentes, debido a su textura suave y elástica y su gran variedad de sabores afrutados. Son básicamente dispersiones acuosas elaboradas con azúcares, gelatina, almidón, pectina, ácidos y otros ingredientes minoritarios obtenidos bajo tratamientos térmicos moderados, hecho que ofrece buenas oportunidades de enriquecimiento con compuestos activos (Cedeño, Martínez, Murcia, Jordán y Bañón, 2020).

Volver a elaborar un producto alimenticio es especialmente desafiante para los alimentos de confitería, ya que se basan en ingredientes, que a menudo, se perciben como no saludables, pero, por otro lado, los mismos ingredientes hacen que estos productos sean extremadamente populares entre los consumidores, acostumbrados al sabor dulce único, lo que dificulta el volver a elaborarlo desde la perspectiva de lo novedoso y la aceptación sensorial. Sin embargo, con el cambio de hábitos alimenticios y de estilo de vida, los consumidores demandan continuamente dulces más saludables, con menor contenido de azúcar, ingredientes veganos, adición de fibra o compuestos bioactivos, etc. (Hudson, 2016).

La industria de procesamiento de alimentos genera diariamente una gran cantidad de residuos, principalmente debido a la producción de jugos, jaleas, y frutas recién cortadas. Se estima que las frutas procesadas enteras pueden generar residuos que comprenden aproximadamente del 30 al 90% de estas. En la industria de la fruta fresca cortada, los residuos son principalmente cáscaras y semillas de diferentes formas y tamaños (Ayala-Zavala, Vega-Vega, Rosas-Domínguez, Palafox-Carlos, Villa-Rodríguez, Siddiqui, Dávila-Aviña y González-Aguilar, 2011).

Teniendo en cuenta sus propiedades funcionales, tecnológicas y nutricionales; estos residuos se pueden aplicar como ingredientes alimentarios, proporcionando excelentes beneficios para la salud. Los subproductos de la industria de procesamiento de frutas contienen un alto contenido de fibra dietética, la cual se ha destacado como un componente saludable para los seres humanos, debido a su capacidad de prevenir la ocurrencia de enfermedades coronarias y reducir el colesterol, la diabetes y el estreñimiento (Figuerola, Hurtado, Estevez, Chiffelle, Asenjo, 2005). Además, estos residuos presentan otras propiedades tales como antimicrobianos, antioxidantes, aromatizantes, pigmentos y espesantes; lo cual favorece su utilización como ingrediente alimentario (Ayala-Zavala y otros, 2011).

El uso eficiente y responsable de residuos en la industria alimentaria minimiza el impacto ambiental (Banerjee, Singh, Vijayaraghavan, MacFarlane, Patti y Arora, 2017) y es altamente rentable debido a las propiedades nutricionales y funcionales de estos, que van desde efectos fisiológicos en los seres humanos hasta propiedades tecnológicas para elaboración de alimentos (Martínez, Torres, Meneses, Figueroa, Pérez y Viuda-Martos, 2012). Los residuos de arándanos son una fuente rica en compuestos fenólicos que exhiben una importante actividad antioxidante (Saric, Mandic, Nedeljkovic, Pojic, Pestic y Đilas, 2016).

Los estudios sobre la moringa han ido incrementándose debido a su importancia nutricional ya que el contenido de proteínas, vitaminas y minerales es sobresaliente, destacando que en esta planta se encuentran todos los aminoácidos esenciales (Mathur, 2005). Existen múltiples estudios que han demostrado sus efectos benéficos para la salud humana. La moringa ha sido reconocida por contener un gran número de componentes bioactivos, la parte más usada de la planta, son las hojas, las cuales son ricas en vitaminas, carotenoides, polifenoles, ácidos fenólicos, flavonoides, alcaloides, taninos y saponinas (Vergara-Jiménez, Almatrafi y Fernández, 2017).

En base a lo anteriormente mencionado, los objetivos planteados para esta investigación fueron:

- Evaluar el efecto de la adición de extracto de hojas de moringa (5, 10 y 15%) y de residuos de arándanos en polvo (1, 3 y 5%) sobre el contenido de fibra cruda, compuestos fenólicos, firmeza instrumental y aceptabilidad general en caramelos de goma.

- Determinar el porcentaje de la adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo para lograr el mayor contenido de fibra cruda y compuestos fenólicos, la mayor firmeza instrumental y la mayor aceptabilidad general en caramelos de goma.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1 Moringa

2.1.1. Aspectos generales

La planta de moringa (*Moringa oleifera*) es originaria del sur de los Himalayas y el noroeste de la India y pertenece a la familia de las Moringaceas. Esta especie crece en zonas tropicales por debajo de los 500 msnm; sin embargo, puede adaptarse a las condiciones edafo-climáticas por arriba de los 1500 msnm, en ausencia de heladas (Olson y Fahey, 2011).

La moringa forma parte de 13 especies que son plantas de climas tropicales y subtropicales. El tipo más conocido es la *Moringa oleifera*, cuya planta desciende de Kerala, India. Es un género de plantas con múltiples usos: sus hojas, raíces y vainas no maduras se consumen como hortaliza. Las hojas se utilizan frescas o secas y molidas en polvo. El aceite de semilla de moringa es dulce, no se pega, no se seca y no se enrancia. Las semillas también se pueden comer verdes, tostadas, en polvo y en infusión para té o se pueden utilizar para hacer curry (Samaniego, 2019).

Las vainas tiernas y las hojas contienen hasta un 30.3% de proteína cruda, 19 aminoácidos, y minerales como el calcio (3.65%), fósforo (0.3%), magnesio (0.5%), potasio (1.5%) y sodio (0.164%). Además, presenta concentraciones de zinc (13.03 mg/kg), manganeso (86.8 mg/kg), selenio (363 mg/kg) y hierro (490 mg/kg), además de vitamina A y C en mayor cantidad que las reportadas en zanahoria y naranja (Moyo, Masika, Hugo y Muchenje, 2011).

2.1.2. Cultivo de la moringa en el Perú

La semilla de la moringa ingresó al Perú de manera oficial en 1999, actualmente se cultiva en la costa y se usa principalmente como una herramienta para combatir la desnutrición infantil (Suárez, 2016).

En el Perú el cultivo de la moringa crece en la costa y en la selva, en terrenos de hasta 1500 msnm y se cultiva principalmente en Ica, Piura, Lambayeque, Trujillo, Huacho, entre otras zonas. Según se menciona el reto de cultivar esta planta nutritiva en tierras peruanas es producto del esfuerzo de los Ingenieros Jorge Chepote Gutiérrez, Iván Murat Alcova y Oscar Granados Aliaga, quienes desarrollaron un proyecto piloto de moringa en el fundo El Arenal, en la Pampa de Villacuri, perteneciente al corredor económico de Ica. Tras comprobar su adaptabilidad, pusieron en marcha el proyecto con 555 plantas instaladas en un área total de 5000 m². Adicionalmente, existen siembras semi-comerciales en los valles de Ica, Huacho, Lambayeque y Piura (Rodríguez, 2020).

2.1.3. Composición

La FAO y varias organizaciones mencionan que las hojas de moringa son ricas en proteínas, comparadas con la leche y los huevos. Es sumamente recomendada como suplemento nutricional, es especial a los niños que sean menores de 5 años, tomando en cuenta los usos o empleos en el ámbito medicinal de todos los productos que sean elaborados a partir de las hojas o la semilla de esta planta (Samaniego, 2019).

A las vainas de moringa se le atribuyen propiedades medicinales al igual que las flores, hojas, corteza y raíces. A la hoja de la moringa se le atribuyen otras propiedades benéficas como antimicrobiana, antibacteriana, antiviral,

antiparasitaria, contra el cáncer, antianémica, antidiabética y antiurética, entre otras (Olson y Fahey, 2005).

Se presenta en la Tabla 1 la composición nutricional de cada una de las partes de la moringa tomando como base 100 gramos de material vegetal.

Tabla 1. Composición nutricional de las partes de Moringa

Nutrientes	Hojas frescas	Hojas secas	Polvo de hojas	Vainas
Energía (kJ)	0.38	0.14	0.86	0.11
Proteínas(g)	6.7	29.4	27.1	2.5
Grasa(g)	1.7	5.2	2.3	0.1
Carbohidratos(g/100g)	12.5	41.2	38.2	3.7
Fibra(g/100g)	0.9	12.5	19.2	4.8
Vitamina B ₁ (mg/100g)	0.06	2.02	2.64	0.05
Vitamina B ₂ (mg/100g)	0.05	21.3	20.5	0.07
Vitamina B ₃ (mg/100g)	0.8	7.6	8.2	0.2
Vitamina C(mg/100g)	220	15.8	17.3	120
Vitamina E(mg/100g)	448	10.8	113	-
Calcio(mg/100g)	440	2185	2003	30
Magnesio(mg/100g)	42	448	368	24
Fósforo(mg/100g)	70	252	204	110
Potasio(mg/100g)	259	1236	1324	259
Cobre(mg/100g)	0.07	0.49	0.57	3.1
Hierro(mg/100g)	0.85	25.6	28.2	5.3
Azufre(mg/100g)	-	-	870	137

Fuente: Gopalakrishnan, Doriya y Kumar (2016).

2.1.4. Usos de la moringa

Pérez, Sánchez, Armengol y Reyes (2001) indican que las diferentes partes de la planta de la moringa, son utilizadas para uso agrícola e industrial, menciona que es un alimento completo, así las vainas verdes, se consumen como frijoles;

las semillas son consumidas tostadas como un maní y las hojas tiernas son consumidos en sopas y ensaladas.

Las hojas son ricas en proteínas, vitaminas A, B y C, y minerales: muy recomendables para mujeres embarazadas y lactantes, así como, para niños pequeños. Se convierte en un excelente medio efectivo para el tratamiento de la desnutrición (Samaniego, 2019).

La Figura 1 presenta los usos de la Moringa

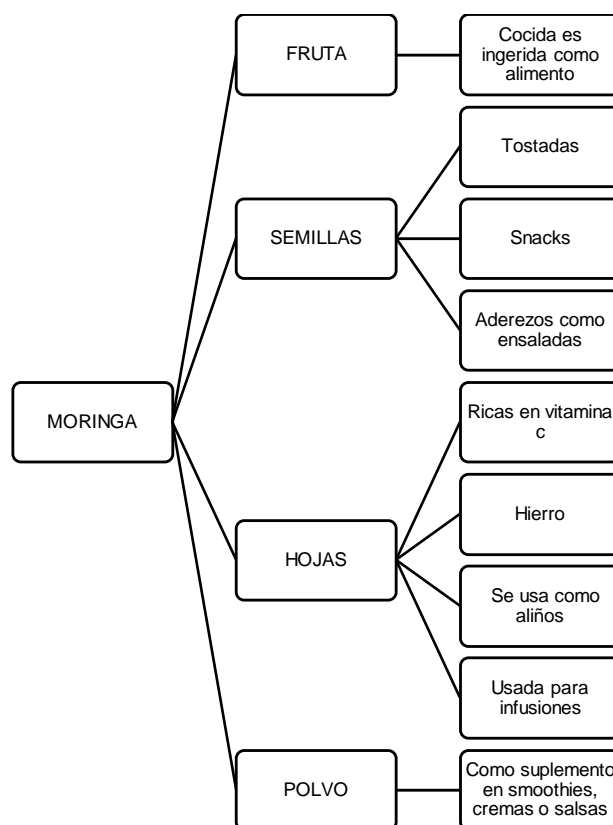


Figura 1. Utilización de diversas partes de planta de Moringa

Fuente: Samaniego (2019).

Además de tratar la desnutrición, en las zonas rurales de Uganda, sus hojas se utilizan para tratar una amplia gama de afecciones médicas, como síntomas relacionados con el VIH/SIDA, bronquitis, úlceras, paludismo y fiebre, entre otros. Sus beneficios podrían atribuirse a su composición de compuestos fenólicos. La búsqueda de nuevos

antioxidantes y compuestos fenólicos a partir de fuentes herbales ha atraído una gran atención en la última década. En este sentido, se ha informado que los extractos de hojas de *M. oleifera* exhiben actividad antioxidante tanto in vitro como in vivo debido a su abundancia de ácidos fenólicos y flavonoides. El contenido de fenoles totales determinado mediante el ensayo de Folin-Ciocalteu, usando etanol:agua (50:50) como solvente de extracción, tuvo como resultado 470 mg de equivalente en ácido gálico (GAE)/100 g de hoja seca (Rodríguez-Pérez, Quirantes-Piné, Fernández-Gutiérrez y Segura-Carretero, 2015).

En las hojas secas de Moringa del estado de Chiapas, México; se determinó un amplio rango en el contenido los fenoles totales, reportando valores entre 2436.3 - 3749.9 mg equivalente AG/100 g (Guzmán-Maldonado y Díaz, 2017).

2.2 Caramelos de goma

2.2.1. Definición

Según Saboya y Maverick (2019), son productos de confitería compuestos por una pasta o masa elaborada con azúcar, aromatizada y coloreada mediante un generoso uso de aditivos, que se presenta con formas y tamaños variados. Sus nutrientes mayoritarios son los carbohidratos simples como la glucosa, sacarosa y fructosa, que brindan una fuente de energía de rápida asimilación. Las gomas son confites que tienen en su fórmula algún agente colágeno o hidrocoloide que les otorga una textura elástica, esto les permite recuperar su forma rápidamente cuando se someten a presión con los dedos de la mano. Deben ser cristalinas, estables, es decir su humedad debe estar en equilibrio con el entorno, naturalmente ello depende del medio en el que se conserven.

2.2.2. Ingredientes de los caramelos de goma

A. Sacarosa

La sacarosa es altamente soluble en agua, más que la glucosa, aunque menos que la fructosa. Cuanto mayor sea la concentración de sacarosa, más elevado será el punto de ebullición de dichas soluciones. Es el edulcorante más utilizado en el mundo industrializado, aunque ha sido en parte reemplazada en la preparación industrial de alimentos por otros endulzantes tales como jarabes de glucosa (Saboya y Maverick, 2019).

B. Agua

Entre las moléculas de agua y ciertos solutos presentes en el gel, como proteínas, polisacáridos, lípidos y sales, ocurren interacciones físicas que contribuyen significativamente a la textura del alimento, de modo que el gel tiende a ser más plástico en la medida en que sus componentes hidrofílicos son hidratados (Ergun, Lietha y Hartel, 2010).

C. Agentes gelificantes

Las gomas más importantes utilizadas como agentes gelificantes dentro de la industria alimentaria incluyen el alginato, pectina, carragenanos, gelan, gelatina, agar, almidón modificado, metil celulosa e hidroximetilcelulosa (Saha y Bhattacharya, 2010). En sistemas alimentarios gelificados con un elevado contenido en sólidos (azúcares) los hidrocoloides más frecuentemente utilizados son la gelatina, el almidón y la pectina, los cuales aportan atributos estructurales diferentes (Kasapis, Al-Marhoobi, Deszczynski, Mitchell y Abeysekera, 2003). Los agentes gelificantes empleados en la formulación de los caramelos de goma van a dar lugar a geles con una amplia variedad de estructuras y texturas.

- Gelatina. Es uno de los agentes gelificantes más usados, ya que, entre otras características, es relativamente barato y existe un suministro continuo de materia prima (proteína presente en el tejido conjuntivo de los huesos, la piel y el cartílago principalmente del ganado bovino y porcino). La gelatina a baja concentración forma geles de alta calidad con texturas típicas que se funden en la boca, mientras que a alta concentración da lugar a geles estables con una textura gomosa y elástica. La gelatina es un agente gelificante tradicionalmente empleado en la elaboración de caramelos de goma. Por ejemplo, confituras gelificadas, como los osos de goma, contienen un porcentaje relativamente alto de gelatina y se disuelven más lentamente en la boca, lo que alarga el disfrute de los dulces mientras suaviza el sabor (Harris, Normand y Norton, 2003).

D. Acidulantes

Los acidulantes son agentes que otorgan propiedades sensoriales de sabor ácido de los alimentos; así mismo, hidrolizan el azúcar en azúcares invertidas; afectando a la dulzura y haciéndolos más higroscópicos, además de aromatizar los productos. Los ácidos más utilizados el ácido cítrico, tartárico y málico (Ávila, 2006).

E. Agentes de interferencia

Se utilizan para elaborar un jarabe dulce, los cuales interfieren en la cantidad de azúcar que cristaliza y en el tamaño de los cristales siendo el más común el jarabe invertido. Así mismo, existen otros como la fructosa, la glucosa y el jarabe de glucosa hidrolizado de maíz. La mezcla de jarabe de glucosa y sacarosa es utilizada en la elaboración de caramelos de goma debido a que el jarabe de glucosa mejora la solubilidad de la sacarosa y retrasa su

cristalización, otorgando las propiedades sensoriales típicas del caramelo (Edwards, 2000)

2.2.3. Proceso de elaboración de los caramelos de goma

Según Mínguez (2015), el proceso de elaboración de caramelos de goma se lleva a cabo mediante las siguientes fases:

Fase 1. El proceso empieza mezclando las materias primas que son agua, azúcar, jarabe de glucosa y gelificante. Para conseguir la textura gomosa del caramelo se añade sustancias gelificantes de diferentes tipos dependiendo de la textura que se desee en el resultado final. Dos de las sustancias más usadas en la industria del caramelo son la gelatina y pectina.

Fase 2: Se añaden los aromas y colores a la mezcla, se realiza el batido para conseguir textura ligera y apariencia final voluminosa en el producto. Este punto es clave en la conformación de este tipo de caramelo, ya que un batido excesivo puede destrozar la gelificación de la mezcla, echando a perder el producto, y un batido menor del requerido provocaría deformaciones en la forma del producto final; luego se lleva a cabo la cocción de la mezcla hasta conseguir las humedades y texturas deseadas.

Fase 3: La mezcla, aún caliente, se deposita desde los tanques de dosificación sobre moldes con la forma del caramelo final. Estos moldes contienen almidón en polvo.

Fase 4: Se procede al secado del producto, en este punto se produce la gelificación. Una vez que ha terminado la etapa del secado, las piezas son coladas, es decir se elimina el almidón de los moldes obteniendo la pieza final.

Fase 5: Posteriormente es necesario depositar los caramelos en pequeñas cubetas, y dejarles reposar durante un periodo determinado, que varía dependiendo de la naturaleza del producto, de esta forma los caramelos adquieren la consistencia necesaria para su envasado.

2.3 Arándano

2.3.1. Definición

Es una planta arbustiva perteneciente al género *Vaccinium* de la familia de las Ericáceas, cuyo fruto es distinto según la especie de la que se trate. Son muchas las especies que se encuentran dentro de este género entre las cuales destacan *V. corimbosum* L., *V. ashei* Reade, *V. angustifolium* Aiton y algunos híbridos de *V. angustifolium* x *V. corymbosum* (García, 2005).

El género al que pertenecen los arándanos incluye alrededor de 400 especies de *Vaccinium*, se caracterizan por crecer de forma silvestre en su mayoría en zonas frías; es por esto que es originaria del norte de América en donde forman el grupo de las llamadas Berries o bayas (Rubio, García, Ciordia, 2010).

Este fruto presenta un buen contenido de jugo en su pulpa y sabor agridulce; de forma esférica con una medida aproximada de 0.6 a 1.6 cm de diámetro, sus colores son determinados por la variedad manejada (Forbes, Mangas y Pagano, 2009).

La etapa de cosecha se suele juzgar a través del color y la firmeza en el arándano, que como fruto climatérico se realiza en madurez comercial. Estudios han demostrado que la etapa de cosecha y nivel de madurez afectan el sabor y la palatabilidad de los arándanos. Además, que las bayas mostraron cambios en los sólidos solubles y la acidez

titulable (Lin, Huang, Zhang, Wang, Dia y Meng, 2020).

El color de la cáscara se debe a la diversidad de la acumulación de pigmentos durante la maduración de la fruta. Los pigmentos en las cáscaras de los arándanos son principalmente antocianinas y proantocianidinas, que exhiben colores rosados, azules y morados. Los cambios fisiológicos, bioquímicos y metabólicos con la maduración de la fruta conducen a la variación de los compuestos bioactivos (antocianinas, flavonoides y fenoles totales) y la actividad antioxidante (Lin y otros, 2020).

2.3.2. Aspectos nutricionales

El valor nutricional del arándano, según la Administración de Medicamentos y Alimentos de Estados Unidos (Food and Drug Administration – FDA, por sus siglas en inglés), se resume entre bajo y libre de grasas y sodio, libre de colesterol y rico en fibra, refrescante, astringente, diurético y poseedor de vitaminas C y K. El color de los arándanos es causado por un grupo de flavonoides llamados antocianinas, que tienen un fuerte poder antioxidante (INTA, 2011).

Los pigmentos naturales, junto con ácidos orgánicos como el oxálico y el málico, son los responsables de su sabor. En general, los antioxidantes que contienen los arándanos pueden ayudar a prevenir enfermedades como cáncer, cardiovasculares, cerebrovasculares y aterosclerosis (Ostrolucka, Gajdosova, Libiakova, Hrubikova y Bezo, 2007).

En la Tabla 2, se presenta la composición nutricional del arándano.

Tabla 2. Composición nutricional del arándano

Componente	Contenido (100 g porción comestible)
Agua (%)	87.13
Carbohidratos (%)	12.20
Proteínas (%)	0.39
Grasas (%)	0.13
Fibra dietética (%)	3.6
Azúcares totales (%)	4.4
Vitamina C (mg)	13.3
Vitamina E (mg)	1.20

Fuente: Curo y Montenegro (2018).

Las características fisicoquímicas del arándano se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Características fisicoquímicas del arándano

Componente	Contenido
pH	3.0 – 3.4
Sólidos solubles (°Brix)	10 – 15
Acidez titulable (%)	0.3 – 0.8

Fuente: Belitz y Grosh (2011)

2.3.3. Producción de arándanos en el Perú

La producción de arándanos en el Perú en octubre del año 2021 ascendió a 61254 t, cantidad superior en 23% respecto al similar mes del 2020 que fue de 49782 t (INEI, 2021).

Según Senasa (2021), la región La Libertad lidera la producción nacional cultivando 7580 Ha de arándanos de

las variedades Biloxi, Ventura, Rocío, Emerald, entre otras; siendo las principales zonas productoras las provincias de Virú, Trujillo, Chepén y Ascope.

Según Huapaya (2017), el 85% de arándanos producidos en el Perú son exportados en fresco, el 7% es congelado, el 5% es destinado a mercado local y el 3% es descartado.

2.3.4. Beneficios para la salud

Los antioxidantes son sustancias que ayudan a neutralizar la acción de los radicales libres que son moléculas inestables asociadas a numerosas enfermedades tales como cáncer, enfermedades cardiovasculares, disfunciones del sistema inmunitario y cataratas en los ojos (Shellapan, Akoh y Krewer, 2002).

El arándano es una fuente importante de muchos nutrientes tradicionales como vitaminas y minerales. Adicionalmente, el arándano contiene una variedad de compuestos fenólicos con alta actividad antioxidante. Existe un aumento del número de productos alimenticios que utilizan arándanos. En particular, decenas de nuevos jugos obtenidos a partir de arándanos han llegado al mercado y encontraron una respuesta positiva de los consumidores debido a sus beneficios nutricionales y para la salud (Bobinaitė, Pataro, Lamanauskas, Šatkauskas, Viškelis y Ferrari, 2015).

El creciente interés por el arándano está asociado a las propiedades antioxidantes que posee, así como a su bajo contenido calórico (251 kJ/100 g) y su alto contenido en vitamina C, potasio, hierro, calcio y fibra, componentes que producen numerosos beneficios sobre la salud. La fibra ayuda a combatir el estreñimiento y la atonía intestinal y los compuestos con actividad antioxidante neutralizan la

acción de los radicales libres perjudiciales para el organismo (Potter, Dougherty, Halteman y Camire, 2007).

Harasym y Oledzki (2014), realizaron un estudio sobre el efecto de los antioxidantes de diversos frutos, el arándano es el que mayor capacidad antioxidante posee. Las antocianinas, que le confieren el color azul al fruto, intervienen en el metabolismo celular humano disminuyendo la acción de los radicales libres, asociados al envejecimiento, cáncer, enfermedades cardíacas y Alzheimer (Coria, Peralta y Albarracín, 2008).

Entre los compuestos fenólicos del arándano destacan ácidos fenólicos y antocianinas, que están siendo constantemente estudiadas por su fuerte capacidad antioxidante (Shellapan y otros, 2002) observaron que en arándanos el contenido de fenoles puede variar entre 171 y 868 mg ácido gálico/100 g fruta fresca.

2.4 Residuos agroindustriales

2.4.1 Generalidades

Muchos de los residuos de las frutas y hortalizas se utilizan como aditivos para mejorar la calidad o aspecto de los alimentos por tener características ideales para actuar como antioxidantes, antimicrobianos, aromatizantes, colorantes y texturizantes (Ayala-Zavala y otros, 2011).

Una de las formas más empleadas para la introducción como aditivos o ingredientes es la transformación de los residuos en polvos. Para este proceso, según la fruta u hortaliza se procede de forma diferente, pero en la mayoría de los casos se lavan, se trocean o trituran y se secan (Neacsu, Vaughan, Raikos, Multari, Duncan, Duthie y Russell, 2015).

Gran cantidad de estos residuos agroindustriales procedentes de frutas han sido y son sometidos a las transformaciones pertinentes para ser utilizados como ingredientes, con el fin de incrementar el contenido en antioxidantes, flavonoides, fibra e incluso mejorar su vida útil, retrasando o inhibiendo el crecimiento microbiano (Igal, 2020).

2.4.2. Residuos del arándano

Aunque en los arándanos las antocianinas y los flavonoides están localizados tanto en la piel como en la pulpa, el contenido en la piel de estos compuestos puede llegar a ser 4 veces mayor. Esto hace que el residuo de arándano sea realmente interesante para su uso como ingrediente en nuevos alimentos (Pino, 2007).

El procesamiento de jugo concentrado de arándano, el cual inevitablemente, debido al prensado de la fruta, genera un residuo conformado por semillas, pulpa y orujo. Esta torta o queque de prensa obtenida, conserva aún una gran cantidad de compuestos bioactivos de gran valor presentes en el fruto fresco (Lee, Durst, Worolstad, 2002).

Según Zamorano (2003), ciertos estudios de investigación revelan que muchas de las propiedades benéficas de los berries en general residen en las semillas. Por lo tanto, actualmente se estaría desechando una gran fuente de compuestos con propiedades terapéuticas y de prevención de enfermedades, presentes en los queques de prensa de la industria de jugos de berries, los cuales en la actualidad están siendo tratados como desecho.

Los residuos de arándanos, obtenidos del proceso de elaboración de jugos (torta de prensado) que consisten

principalmente en cáscara y semillas, pueden crear problemas ambientales, también representan una fuente de antocianinas y otros fenoles de bajo costo con un gran potencial de aplicaciones industriales como colorantes naturales o nutraceuticos (Bobinaité y otros, 2015).

Los extractos de residuos de arándano ya se utilizan en varias aplicaciones clínicas, principalmente en las áreas de oftalmología y existen cientos de productos farmacéuticos en el mercado que contienen extractos de bayas. El contenido de fenoles totales y antocianinas totales de extractos en torta de prensado de arándanos fue 920 mg de equivalente AG/100 g y 795 mg cianidina-3-glucósido/100 g; respectivamente (Bobinaité y otros, 2015). El contenido de fenoles totales en residuos de arándanos deshidratados por atomización con humedad entre 4-6% fue de 290-330 mg de equivalente AG/100 g (Lim y Dolan, 2011).

Los residuos de arándanos y frambuesas procedentes del proceso de obtención de jugo fueron llevados a deshidratación a 45 °C durante 18-20 h, presentando un contenido de fibra dietética total de 56.41% y 52.51%; respectivamente. Así mismo, fibra dietética insoluble y soluble fue de 54.72% y 1.70%, para los residuos de arándanos; y 50.41% y 2.12%, para frambuesa (Saric y otros, 2016).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos del Programa de estudio de Ingeniería en Industrias Alimentarias, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2 Materiales

3.2.1 Materia prima

- El arándano fresco azul, se compró en el mercado Hermelinda, Trujillo, proveniente del valle Virú, región La Libertad.
- Las hojas de moringa se compraron a granel marca EcoValle en el mercado zonal Palermo, Trujillo, región La Libertad.

3.2.2 Insumos

- Glucosa. Marca Melunee
- Gelatina sin sabor en polvo (290 Bloom). Marca Gelita
- Ácido cítrico. Marca Dromax del Perú S.A.
- Sorbato de potasio. LINROS Interinsumos S.R.L

3.3 Equipos e instrumentos

- Termómetro digital. Marca Multidigital.
- Estufa. Marca Memmert, modelo UNE 300
- Prensa de cítricos. Marca Oster.
- Balanza analítica. Marca Mettler Toledo Capacidad 0 – 210 g, sensibilidad aprox. 0.0001 mg.
- Cocina eléctrica. Marca Selecta.
- Espectrofotómetro UV-VIS, marca Spectronic, modelo Genesys 6.

- Texturómetro Instron Modelo 3342, celda con capacidad de 50 N.

3.4 Método experimental

3.4.1. Esquema experimental para la evaluación de caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo

La Figura 2 muestra el esquema experimental que tiene como variables independientes la adición de extracto de moringa y residuos de arándanos en polvo, y como variables dependientes el contenido de fibra cruda, contenido de compuestos fenólicos, textura instrumental y aceptabilidad general de caramelos de goma.

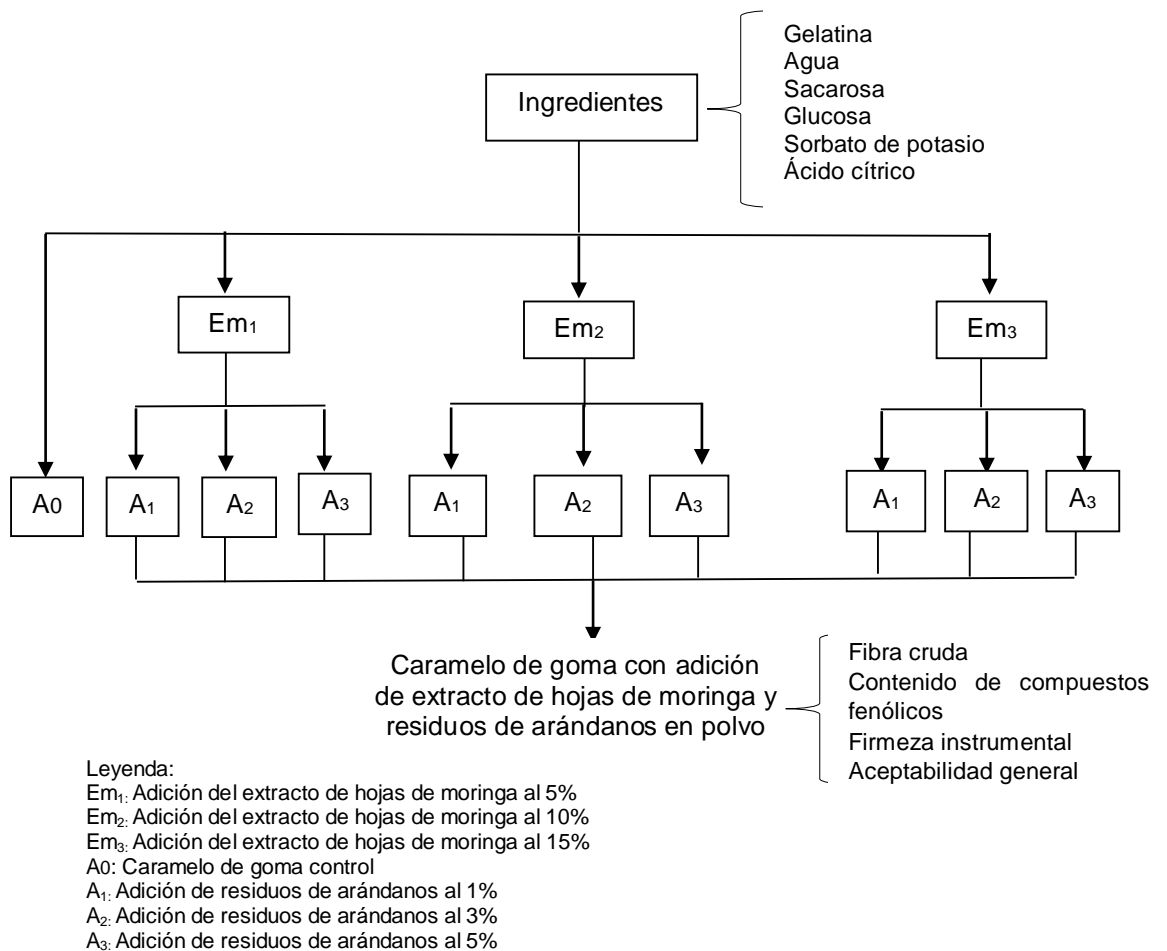


Figura 2. Esquema experimental para la elaboración del caramelo de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo

3.4.2. Procedimiento experimental para la obtención de arándano en polvo

En la Figura 3 se muestra el diagrama de flujo para la obtención de residuos de arándano en polvo

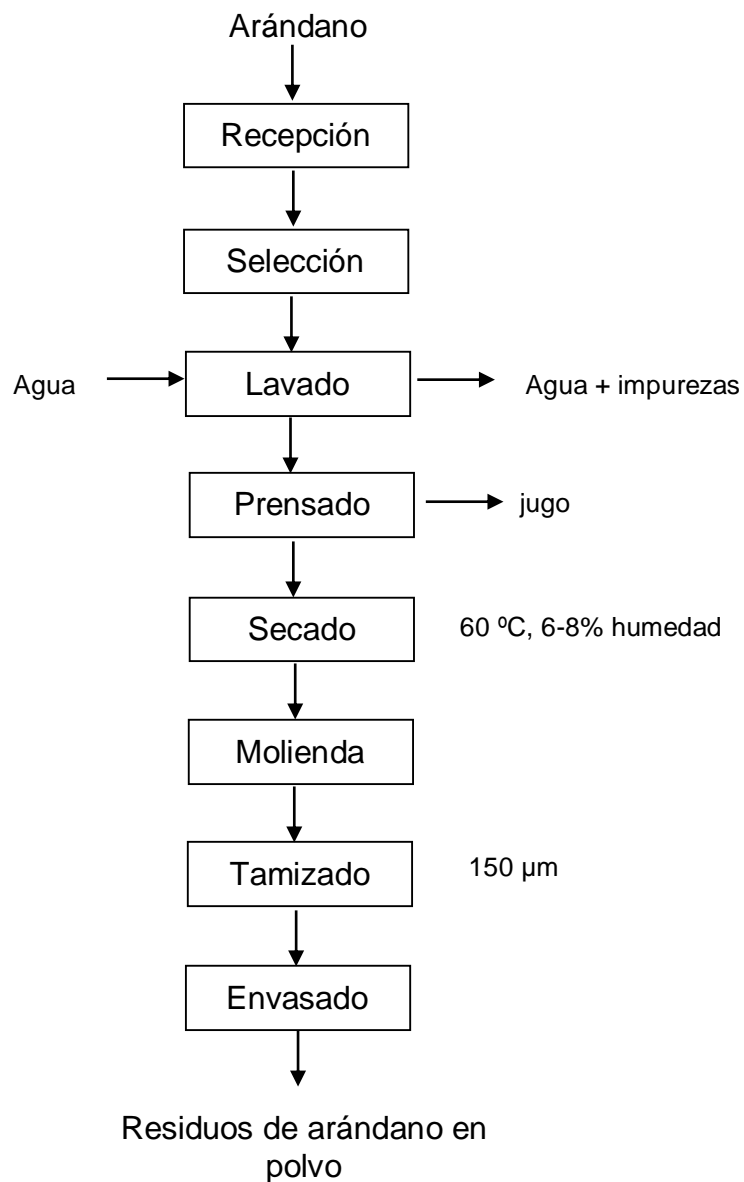


Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de residuos de arándano en polvo.

A continuación, se presenta la descripción del diagrama de flujo:

Recepción: Se recibió en el laboratorio, un único lote de arándano azul de descarte (5000 g) en estado fresco y madurez comercial (90% de cáscara azul) y sólidos solubles entre 12-14 °Brix.

Selección: Se eliminaron aquellos que manifestaron daño microbiológico como presencia de mohos.

Lavado. Las bayas se lavaron con abundante agua potable y luego se desinfectaron con una solución de dióxido de cloro 100 ppm.

Prensado. Se realizó con la ayuda de una prensa de cítricos con la finalidad de extraer el jugo y luego separar los residuos del arándano compuesto de cáscaras, semillas y pulpa (2100 g, aproximadamente un 42% de rendimiento en base a la materia prima).

Secado. La torta de prensado que constituyen los residuos, se secó en 3 lotes, en un deshidratador de bandejas con aire forzado a 60 °C hasta llegar a un contenido de humedad final entre 6-8% (obteniendo un total de 732 g, aproximadamente 14.64% de rendimiento en base a la materia prima).

Molienda. Los 3 lotes de residuos deshidratados, se llevaron de manera conjunta a un molino de martillos para reducir el tamaño de partícula.

Tamizado. Se realizó con una malla Tyler N° 100 (150 µm) para uniformizar el tamaño de partícula.

Envasado. El total de polvo obtenido se depositó en 2 bolsas de polipropileno herméticamente selladas para su posterior almacenamiento a temperatura ambiente hasta

el momento de la elaboración de los caramelos de goma.

3.4.3. Elaboración de extracto de hojas de moringa

En un recipiente de acero inoxidable, se depositó 1 L de agua tratada que se llevó a calentamiento hasta ebullición, luego se colocó 8.6 g de hojas secas de moringa, dejando en ebullición por un minuto, luego la mezcla se dejó en reposo por 10 min para su posterior filtrado (Domínguez, 2017). La solución resultante o extracto se preparó para cada repetición en la investigación, y es la que se adicionó a la formulación base de caramelos de goma.

3.4.4. Formulación para la elaboración del caramelo de goma

En la tabla 4 se presenta los porcentajes de cada ingrediente empleados en la formulación de caramelos de goma, con la adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.

Tabla 4. Formulación del caramelo de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo.

Ingredientes (%)	Base	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Gelatina (290 Bloom)	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30
Agua	23.68	23.68	23.68	23.68	23.68	23.68	23.68	23.68	23.68	23.68
Sacarosa	33.20	33.20	33.20	33.20	33.20	33.20	33.20	33.20	33.20	33.20
Glucosa	36.50	36.50	36.50	36.50	36.50	36.50	36.50	36.50	36.50	36.50
Ácido cítrico	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27
Sorbato de potasio	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Subtotal	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Extracto de hojas de moringa	0.00	5.00	5.00	5.00	10.00	10.00	10.00	15.00	15.00	15.00
Residuo de arándanos en polvo	0.00	1.00	3.00	5.00	1.00	3.00	5.00	1.00	3.00	5.00
TOTAL	100.00	106.00	108.00	110.00	111.00	113.00	115.00	116.00	118.00	120.00

Fuente: Romo-Zamarrón, Pérez-Cabrera y Tecante (2021), con modificaciones.

3.4.5. Procedimiento experimental para la elaboración de caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo.

En la Figura 4 se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo.

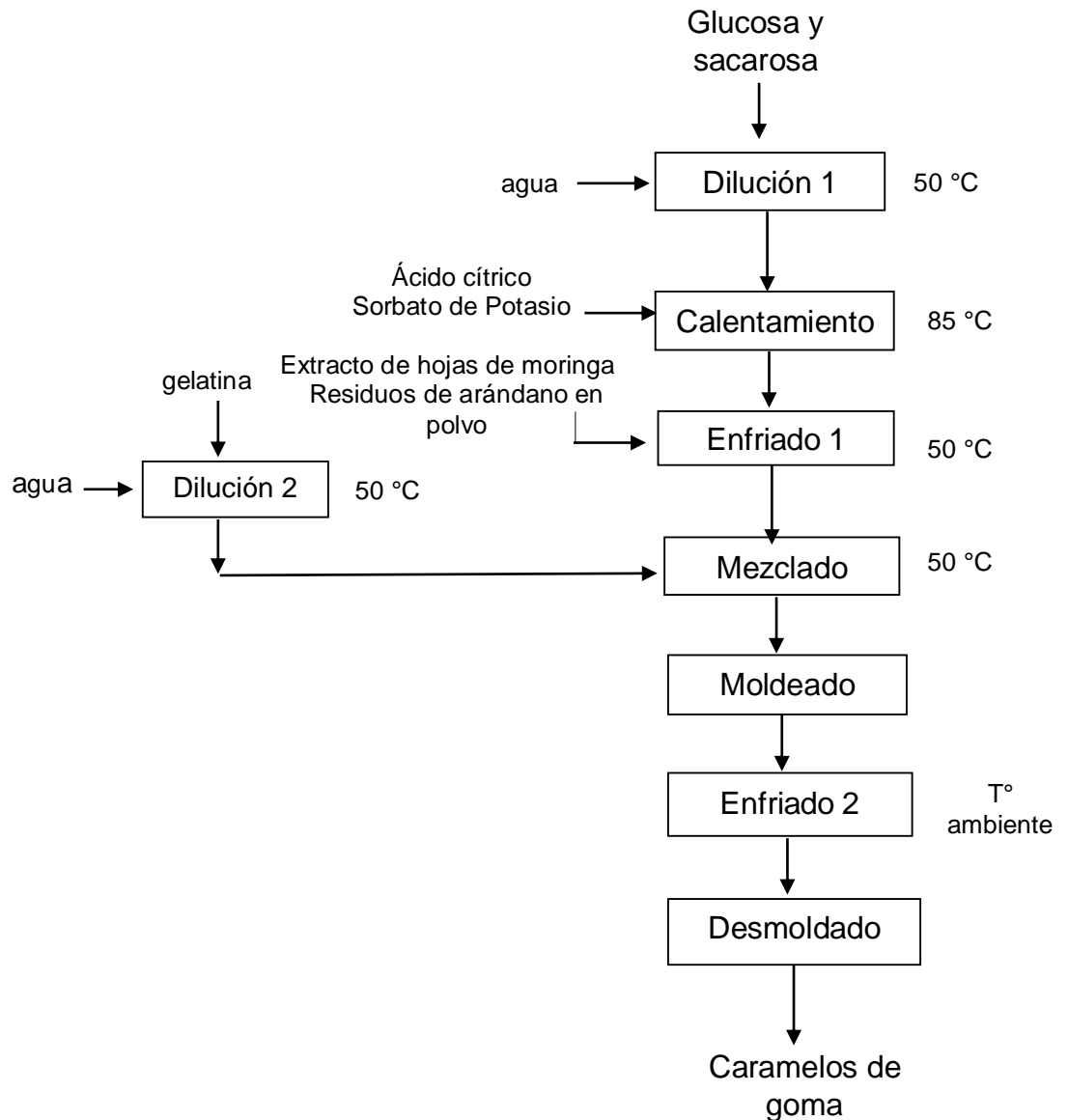


Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo.

A continuación, se describe cada operación para preparar las muestras según el diagrama de flujo de la Figura 4.

Dilución 1. En un recipiente se diluyó la sacarosa y la glucosa en agua a 50 °C, según formulación.

Dilución 2. En un recipiente se diluyó la gelatina en 3 veces su peso con agua a 50 °C.

Calentamiento. La mezcla de sacarosa y glucosa (dilución 1), se sometió a un calentamiento hasta los 85 °C, se agregó el ácido cítrico y sorbato de potasio, continuando la agitación. Luego se retiró del calor y cuando la temperatura descendió a 60 °C se adicionó el extracto de moringa y el residuo de arándano en polvo (según formulaciones), mezclando rápidamente para que reciba un tratamiento térmico que afecté lo menos posible los compuestos antioxidantes.

Enfriado 1. Los ingredientes retirados del calor, se enfriaron hasta 50 °C para no afectar la gelificación del producto.

Mezclado. A la mezcla enfriada a 50 °C se le adicionó la gelatina moviendo constantemente hasta uniformizar el contenido.

Moldeado. Se vertió la mezcla en los moldes de 2 x 1 x1.5 cm para la formación de los caramelos de goma.

Enfriado 2. Los caramelos se dejaron enfriar hasta temperatura ambiente

Desmoldado. Cuidadosamente se retiraron los caramelos de goma de los moldes, y luego se colocaron en bolsas de polipropileno que se sellaron herméticamente por calor, para su almacenamiento a temperatura ambiente, durante

un máximo de 48 h para efectuar las evaluaciones correspondientes.

3.5 Métodos de análisis

3.5.1. Sólidos solubles y pH

Según AOAC (1997), para los sólidos solubles, se empleó una muestra de 5 g de depositó en un vaso de precipitados y se agregó agua destilada hasta un volumen de 20 mL, luego se calentó removiendo hasta que se disolvió toda la muestra y se distribuya uniformemente. Luego de enfriar a 20 °C, se tomó una gota de solución y depósito en un refractómetro manual para registrar el valor, que se corrigió con el factor de dilución.

Solidos solubles (°Brix) = lectura refractómetro x factor

El pH se determinó mediante un pH-metro digital previamente calibrado con disoluciones tampón a pH 4 y pH 7, se midió para cada formulación de adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo (AOAC, 1997). Los resultados de la evaluación de solidos solubles y pH en caramelos de goma se muestra en el Anexo 1.

3.5.2. Compuestos fenólicos

Se disolvieron 5 g de muestra en un matraz con 20 mL de etanol acuoso al 80% durante 2 h a temperatura ambiente y en ausencia de luz, luego se centrifugó a 5000 rpm durante 10 min, recogándose el sobrenadante. Luego, se transfirieron 5 mL de agua destilada, 250 µL de solución de muestra y 800 µL de reactivo Folin-Ciocalteu a un matraz aforado de 10 mL con agitación. Después de 8 min, se añadió a la mezcla de muestra 1.2 mL de solución de

carbonato de sodio al 20% (p/v), que se completó con agua destilada. Finalmente, se tomó lectura a la absorbancia de la muestra a una longitud de onda de 760 nm usando un espectrofotómetro UV-Visible, los resultados fueron expresados en mg ácido gálico/100g de muestra, utilizando una curva estándar del compuesto fenólico patrón, que se muestra en el Anexo 2 (Cedeño y otros 2020).

3.5.3. Firmeza instrumental

Se determinó utilizando un Texturómetro Instron y el software Bluehill Lite incorporado al funcionamiento del equipo. Se utilizó la cruceta cilíndrica plana de 10 mm de diámetro. Las muestras se comprimieron 50% de la altura inicial. El instrumento se utilizó a una velocidad previa a la prueba de 1 mm/s, velocidad de prueba de 1 mm/s, velocidad posterior a la prueba de 10 mm/s y distancia de 5 mm (Suman, Gupta, Vaidya y Kaushik 2021).

3.5.4. Fibra cruda

Se utilizó el método por hidrólisis ácida y alcalina (AOAC, 1997), según el siguiente procedimiento:

Se pesaron 2 g de muestra y se colocaron en un vaso de precipitado, se añadió 200 mL de H₂SO₄ (1.25%) y se calentó a ebullición durante 30 min, moviendo constantemente. El producto obtenido se filtró y lavó con agua destilada caliente, la filtración se realizó en menos de 10 min. Se transfirió la muestra a un matraz con 200 mL de NaOH (1.25%), para ser llevado a ebullición por 30 min. El producto obtenido se filtró y lavó con agua destilada caliente. Se llevaron los residuos a la estufa a secar a 130 °C por 2 h. Cumplido el tiempo establecido se enfrió y pesó. Se colocan los residuos secos en la mufla a 500-600 °C por 3 h. Se dejó enfriar y pesó. La determinación de la cantidad

de fibra cruda se realizó por diferencia de pesos, como muestra la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Fibra cruda} = (P_s - P_c) / M$$

Donde:

P_s : peso (g) del residuo seco a 130 °C

P_c : peso (g) de las cenizas

M : peso (g) de la muestra

3.5.5. Aceptabilidad general

Para esta prueba los caramelos de goma se sometieron a un análisis sensorial para evaluar la aceptabilidad general, mediante una escala hedónica de 9 puntos en cada muestra donde 1: me disgusta muchísimo, 2: Me disgusta mucho, 3: Me disgusta bastante, 4: Me disgusta ligeramente, 5: Ni me gusta ni me disgusta, 6: Me gusta ligeramente, 7: Me gusta bastante, 8: Me gusta mucho y 9: Me gusta muchísimo. Las muestras se evaluaron con 50 panelistas no entrenados (Al-sayed y Ahmed, 2013). La evaluación del producto se realizó en dos sesiones debido a que no es recomendable hacer degustar más de 05 muestras a un panelista no entrenado ya que puede causar saturación en los sentidos.

En la Figura 5 se presenta la ficha de evaluación.

Prueba de aceptabilidad general de caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo Nombre: Fecha: Instrucciones: A continuación, pruebe las muestras que se le ha proporcionado y coloque un aspa para cada muestra según la escala que se presenta. Marque con una (X) en el reglón correspondiente de acuerdo a la calificación de la muestra			
ESCALA	MUESTRAS		
	143	182	256
Me gusta muchísimo			
Me gusta mucho			
Me gusta bastante			
Me gusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta bastante			
Me disgusta mucho			
Me disgusta muchísimo			
Comentarios.....			

Figura 5. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general de caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo.

Fuente: Al-saved y Ahmed (2013)

3.6 Métodos estadísticos

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado de dos factores (adición de residuo de arándano en polvo y extracto de hojas de moringa), tres niveles en cada uno (3x3), con 3 repeticiones. Para las variables paramétricas: contenido de fibra cruda, contenido de fenoles totales y firmeza; se empleó la prueba de Levene para determinar la homogeneidad de varianzas, posteriormente se realizó un análisis de varianza, y a continuación, al existir diferencias significativas ($p < 0.05$) se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan la cual comparó los resultados mediante la formación de subgrupos y se determinó de esta manera el mejor tratamiento. La aceptabilidad general fue evaluada mediante las pruebas no paramétricas de Friedman y Wilcoxon (grupos relacionados). Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Para procesar los datos se utilizó el software R 4.0.2 con los paquetes "agricolae" y "car".

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- 4.1 Efecto de la adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo sobre el contenido de compuestos fenólicos en caramelos de goma.

En la Figura 6 se observa que al aumentar la adición de residuos de arándanos en polvo y extracto de hojas de moringa el contenido de fenoles totales incrementó, encontrándose en el rango de 10.38 a 62.56 mg ác. gálico/100 g, a excepción de la muestra 5% de residuos de arándanos el polvo y 15% de extracto de hojas de moringa (donde disminuyó a 49.54 mg ác. gálico/100 g); lo cual se puede atribuir al nivel de madurez en los arándanos, pues a pesar que se tomó en cuenta el 90% de color azul en la cáscara y sólidos solubles entre 12-14 °Brix, la correlación con el contenido de fenoles totales no es siempre uniforme, además, que la muestra total deshidratada del polvo de residuos obtenida, se separó en 2 grupos para la elaboración de las muestras. Adicionalmente, que los extractos de hojas de Moringa se elaboraron para cada repetición experimental. El caramelo de goma control presentó compuestos fenólicos de 3.12 mg ác. gálico/100 g. Los resultados de esta variable se presentan en el Anexo 3.

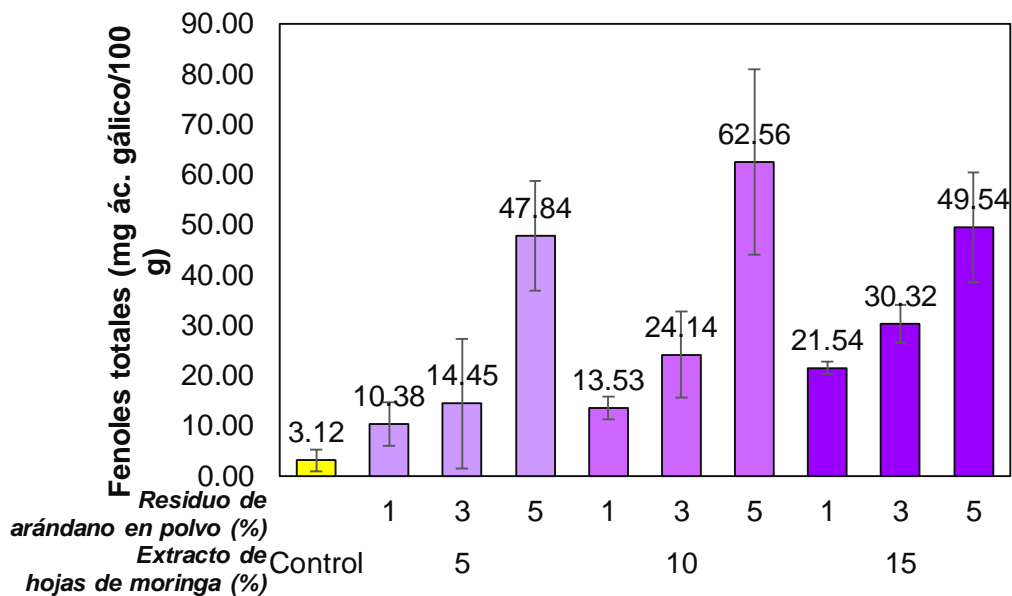


Figura 6. Compuestos fenólicos en función a la adición del extracto de hoja de moringa y residuos de arándano en polvo en caramelos de goma

Los contenidos de compuestos fenólicos en los residuos de frutas cambian por diferentes factores que pueden incluir diferencias en las variedades, el grado de madurez y la temporada de cosecha; también influyen aspectos ambientales, factores genéticos, método de procesamiento, método de extracción y el solvente utilizado (Martínez y otros, 2012).

La búsqueda de nuevos antioxidantes y compuestos fenólicos a partir de fuentes herbales ha atraído una gran atención en la última década. Dentro de los beneficios de las hojas de moringa, se ha informado que los extractos de estas exhiben actividad antioxidante tanto *in vitro* como *in vivo* debido a su gran concentración de compuestos fenólicos y flavonoides (Rodríguez-Pérez y otros, 2015).

Cedeño y otros (2020), elaboraron caramelos de goma con extracto de Romero y fibra a partir de fructooligosacáridos e inulina de achicoria, indicando valores de compuestos fenólicos entre 27.1 a 28.3 mg ácido gálico/100 g. Ibrahim, Abdel-Salam y

Farahat (2020) obtuvieron caramelos de goma con extracto de polvo de algarrobo al 20%, encontrando compuestos fenólicos en 78.25 mg ácido gálico/100 g. Flores (2018) elaboró caramelos de goma adicionando bagazo de mango al 30%, determinando compuestos fenólicos en 7.16 mg ácido gálico/100 g. Rodríguez-Zevallos, Hayayumi-Valdivia y Siche (2018) elaboraron gomitas con extracto de jengibre al 25% reportando 163.46 mg ácido gálico/100 g. Comparando los valores antes mencionados, los obtenidos en esta investigación se encuentran dentro del rango, esto se puede atribuir a la variación de cantidades de ingredientes empleadas en cada formulación y naturaleza de cada materia prima.

En la Tabla 5, se presenta la prueba de Levene para el contenido de compuestos fenólicos en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo, determinándose existencia de homogeneidad de varianzas ($p \geq 0.05$), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

Tabla 5. Prueba de Levene para el contenido de compuestos fenólicos en caramelos de goma con adición de extractos de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo

Variable	Estadístico de Levene	p
Fenoles totales	0.968	0.490

En la Tabla 6, se presenta el análisis de varianza para el contenido de compuestos fenólicos en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo, denotándose efecto significativo ($p < 0.05$) sólo para el residuo de arándano en polvo.

Tabla 6. Análisis de varianza para el contenido de compuestos fenólicos en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	p
Extracto: E	2	528.300	264.100	2.761	0.090
Residuo: R	2	7314.900	3657.500	38.227	0.000
E*R	4	442.700	110.700	1.157	0.362
Error	18	1722.200	95.700		
Total	26	10008.100			

En la Tabla 7, se presenta la prueba Duncan para el contenido de compuestos fenólicos en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo.

Tabla 7. Prueba de Duncan para el contenido de compuestos fenólicos en caramelos de goma con adición de extracto de hoja de moringa y residuos de arándano en polvo

Extracto de hojas moringa (%)	de	Residuo de arándano polvo (%)	de en	Subgrupos			
				1	2	3	4
		Control		3.12			
5		1		10.38	10.38		
10		1		13.53	13.53	13.53	
5		3		14.45	14.45	14.45	
15		1			21.54	21.54	
10		3			24.14	24.14	
15		3				30.32	
5		5					47.84
15		5					49.54
10		5					62.55

La prueba de Duncan indicó diferencia significativa por la

formación de subgrupos. En el subgrupo 4, se encontraron las muestras estadísticamente iguales de caramelo de goma que presentaron el mayor contenido de fenoles totales, que fueron: residuos de arándanos en polvo al 5% y extracto de hojas de moringa al 5, 10 y 15% con valores de 47.84, 62.55 y 49.54 mg ác. gálico/100 g.

4.2 Efecto de la adición del extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo sobre la firmeza en caramelos de goma

En la Figura 7 se muestra los resultados de la firmeza (N) respecto a la adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo. Se observa que el caramelo de goma control presento una firmeza de 9.31 N. Al aumentar la adición de extracto de hojas de moringa, la firmeza disminuyó ligeramente en todas las muestras (debido a que esta adición se realizó en forma de solución, lo cual reduce el contenido de sólidos y consistencia en las mezclas de cada formulación), por el contrario, con el aumento de adición de residuos de arándanos al ser estos sólidos pulverulentos, incrementaron la firmeza de las muestras. Los resultados de esta variable se presentan en el Anexo 4.

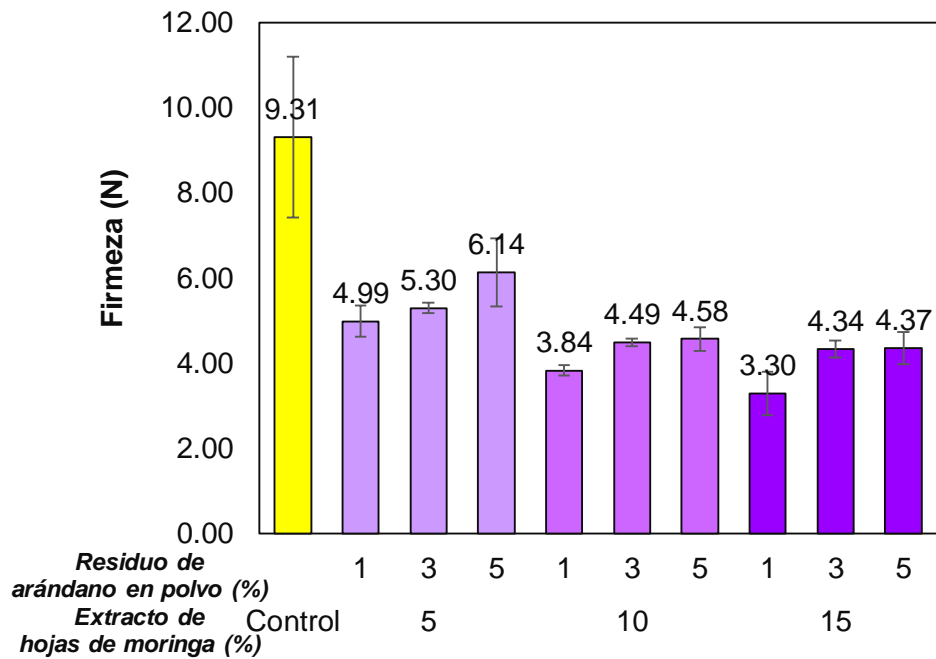


Figura 7. Firmeza en función a la adición del extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo en caramelos de goma.

Los caramelos de goma se pueden definir como sistemas de geles a base de biopolímeros en los que la gelatina y el almidón se usan comúnmente como formadores de gel. Entonces, los agentes aglutinantes de agua y los diferentes estabilizadores e hidrocoloides utilizados en la formulación y el contenido de humedad del producto son cruciales. En relación, se puede mencionar el potencial de agente aglutinante en productos de confitería, que pueden presentar los residuos de bayas como el orujo de uva deshidratado en polvo y otros, principalmente por su contenido en fibra dietética (Altinok, Palabiyik, Gunes, Toker, Konar y Kurultay, 2019). Esto se pudo evidenciar en esta investigación, pues con la mayor adición de residuos de arándanos en polvo conllevó a un incremento de la firmeza en las formulaciones de los caramelos de goma.

Los parámetros de textura son los principales indicadores de calidad de los productos de confitería y afectan las decisiones que

toman los consumidores. La firmeza de los caramelos de goma con residuos de uva en polvo (cáscara y semilla) adicionados en 11%, varió entre 11.34 y 16.79 N (Altinok y otros, 2019).

Cedeño y otros (2020), elaboraron caramelos de goma con extracto de Romero y fibra a partir de fructooligosacáridos (inulina de achicoria), reportando firmeza entre 10.35 a 11.54 N. Amaranto (2019) elaboró caramelos de goma con adición de jugo de maracuyá (5, 10 y 15%) y harina de chíá (0.05, 0.8 y 1.0%), reportando valores de firmeza entre 0.36 a 1.21 N. Romo-Zamarrón y otros (2019) elaboraron caramelos de gomas enriquecidas con polvo de cáscara de piña y papaya (ambos al 6%), reportando valores de firmeza entre 8.64 y 10.23 N. Masmoudi, Besbes, Blecker y Attia (2009) elaboraron caramelos de goma con residuos de limón (15%) determinando valores de firmeza entre 1.48 y 2.96 N. En base a los resultados antes mencionados, observamos que los valores de firmeza en esta investigación (que fluctuaron entre 3.30 a 6.14 N), son intermedios para caramelos de goma; los cuales dependen de la variación en los ingredientes y sus características físicas en las diferentes formulaciones.

En la Tabla 8, se presenta la prueba de Levene para la firmeza en caramelos de goma con adición de extracto de hoja de moringa y residuos de arándano en polvo, determinándose la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de comparaciones múltiples de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Tabla 8. Prueba de Levene para la firmeza en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.

Variable	Estadístico de Levene	p
Firmeza	0.689	0.696

En la Tabla 9, se presenta el análisis de varianza para la firmeza en caramelos de goma con con adición de extracto de hoja de moringa y residuos de arándano en polvo, denotándose efecto significativo ($p < 0.05$) de ambas variables independientes.

Cedeño y otros (2020), indicaron efecto significativo ($p < 0.05$) del extracto de Rosemary y fibra a partir de fructooligosacáridos e inulina de achicoria, sobre la firmeza de caramelos de goma. Así mismo, Romo-Zamarrón y otros (2019) determinaron efecto significativo ($p < 0.05$) del polvo de cáscara de piña y papaya sobre la firmeza en caramelos de goma.

Tabla 9. Análisis de varianza para la firmeza en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	p
Extracto: E	2	10.977	5.489	37.487	0.000
Residuo: R	2	4.566	2.283	15.592	0.000
E*R	4	0.764	0.191	1.305	0.306
Error	18	2.635	0.146		
Total	26	18.943			

En la Tabla 10, se presenta la prueba Duncan para la firmeza en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.

Tabla 10. Prueba de Duncan para la firmeza en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo

Extracto de hojas de moringa (%)	Residuo de arándano en polvo (%)	Subgrupos				
		1	2	3	4	5
15	1	3.30				
10	1	3.84	3.84			
15	3	4.34	4.34	4.34		
15	5	4.37	4.37	4.37		
10	3	4.49	4.49	4.49		
10	5	4.58	4.58	4.58		
5	1		4.99	4.99	4.99	
5	3			5.30	5.30	
5	5				6.14	
	Control					9.31

La prueba de Duncan indicó diferencia significativa por la formación de subgrupos. El caramelo de goma control presentó firmeza de 9.31 N (subgrupo 5), de forma cercana, en el subgrupo 4 los caramelos de goma con extracto de hojas de moringa al 5% y con residuos de arándanos en polvo al 1, 3 y 5%, presentaron valores de 4.99, 5.30 y 6.14 N; respectivamente, considerándose los mejores.

4.3 Efecto de la adición del extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo sobre el contenido de fibra cruda en caramelos de goma.

En la Figura 7 se observa que al incrementar la adición de residuos de arándanos en polvo el contenido de fibra cruda en los caramelos de goma, presentó tendencia a aumentar con una mayor adición de residuos de arándanos en polvo (en relación directa al contenido de fibra que presentan estos subproductos deshidratados), y al incrementar la adición de extracto de hojas de moringa se presentó una disminución (debido al efecto de disolución que presenta al adicionarse en cada formulación); encontrándose valores en el rango de 2.31 a 4.50%; cabe indicar que la muestra control presentó 1.32%. Los resultados de las mediciones de este tratamiento se presentan en el Anexo 5.

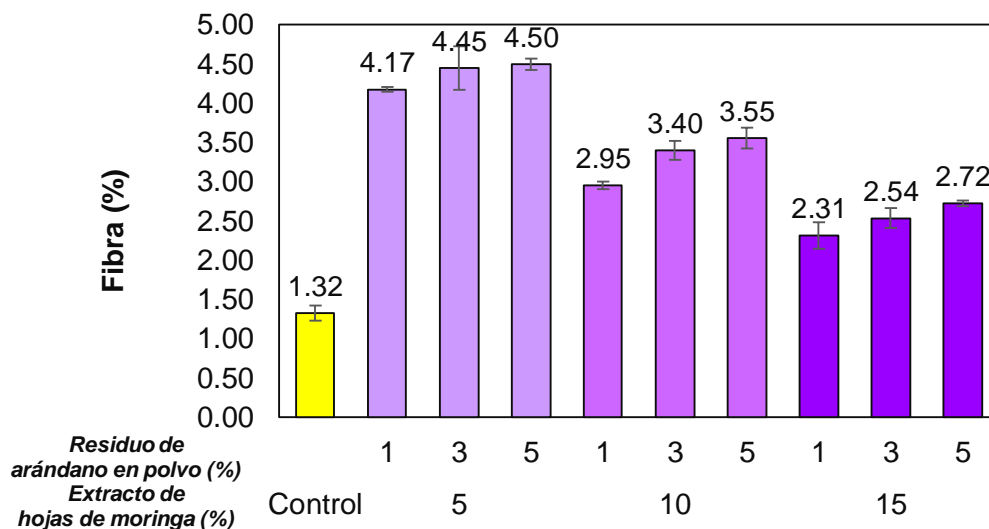


Figura 8. Fibra cruda en función a la adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo en caramelos de goma.

Los residuos de la industria de procesamiento de frutas contienen un alto contenido total de fibra, que se ha destacado como un componente saludable para los humanos por su capacidad para proteger contra enfermedades coronarias y reducir el colesterol, la diabetes y el estreñimiento. Además, los subproductos presentan otras propiedades que permiten su uso como aditivos

alimentarios (antimicrobianos, antioxidantes, saborizantes, pigmentos y espesantes). La aplicación de estos residuos en alimentos es un campo prometedor para la industria alimentaria. Es por ello, que la adición de estos residuos en polvo en productos consumidos diariamente por la población en general, es una tendencia más común (De Moraes, Hermes, De Oliveira Rios y Flôres, 2016).

Herawati y Kamsiati (2022), obtuvieron caramelos de goma con agar y harina de Porang (proporciones 70:30, 60:40, 50:50 y 30:70), encontrando un contenido de fibra cruda entre 0.89 a 1.27%. Suci, Rostini, Syamsuddin y Pratama (2021) elaboraron caramelos de goma con el alga *Eucheuma cottonii* (1%) y extracto de jengibre rojo (40-60%), obteniendo contenido de fibra cruda entre 1.12 a 1.85%. Parvez, Jashin, Yesmin, Reza y Akter (2020) elaboraron caramelos de goma con pulpa y residuos de fruta Amla (*Phyllanthus emblica*) en polvo al 10%, determinado contenido de fibra cruda 7.38%. Amaranto (2019) elaboró caramelos de goma con adición de harina de chía al 0.5, 0.8 y 1.0% y jugo de maracuyá al 5.0, 10.0 y 15.0%; obteniendo contenido de fibra cruda entre 3.41 a 9.24%.

En base a los resultados antes mencionados, observamos que el contenido de fibra cruda que aportaron las diferentes formulaciones en esta investigación (2.31 a 4.50%) fueron más que aceptables, para productos de confitería que pudieran considerarse saludables.

En la Tabla 11, se presenta la prueba de Levene para el contenido de fibra cruda en caramelos de goma con adición de extracto de hoja de moringa y residuos de arándano en polvo, determinándose la existencia de homogeneidad de varianzas ($p \geq 0.05$), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de comparaciones múltiples de

Duncan.

Tabla 11. Prueba de Levene para el contenido de fibra cruda en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo.

Variable	Estadístico de Levene	P
Fibra cruda	0.407	0.902

En la Tabla 12, se presenta el análisis de varianza, que indica que la adición de extracto de hojas de moringa y adición de residuos de arándanos en polvo, presentaron efecto significativo ($p < 0.05$), sobre el contenido de fibra en caramelos de goma.

Tabla 12. Análisis de varianza para el contenido de fibra cruda en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	p
Extracto: E	2	1.55E+01	7.74E+00	416.680	0.000
Residuo: R	2	9.43E-01	4.72E-01	25.385	0.000
E*R	4	7.82E-02	1.96E-02	1.052	0.408
Error	18	3.34E-01	1.86E-02		
Total	26	1.68E+01			

Suci y otros (2021) indicaron efecto significativo ($p < 0.05$) del alga *Eucheuma cottonii* y extracto de jengibre rojo sobre el contenido de fibra cruda en la elaboración caramelos de goma. Cedeño (2020), indicaron efecto significativo ($p < 0.05$) del extracto de Rosemary y fructooligosacáridos e inulina de achicoria, sobre el contenido d fibra cruda de caramelos de goma. Así mismo, Romo-Zamarrón y otros (2019) determinaron efecto significativo ($p < 0.05$) del polvo de cáscara de piña y papaya sobre el contenido de fibra cruda en la obtención de caramelos de goma.

En la Tabla 13, se presenta la prueba Duncan para el contenido de fibra cruda, que denota efecto significativo por la formación de subgrupos. En el subgrupo 7 encontramos a las muestras de extracto de hojas de moringa al 5% y residuos de arándanos en polvo al 3 y 5%, que mostraron el mayor contenido de fibra cruda con valores de 4.45 y 4.50%; respectivamente.

Tabla 13. Prueba de Duncan para el contenido de fibra en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo.

Extracto de hojas de moringa (%)	Residuos de arándanos en polvo (%)	Subgrupos						
		1	2	3	4	5	6	7
Control		1.32						
15	1		2.31					
15	3		2.54	2.54				
15	5			2.73				
10	1				2.95			
10	3					3.40		
10	5					3.55		
5	1						4.17	
5	3							4.45
5	5							4.50

4.4 Efecto de la adición del extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo sobre la aceptabilidad general en caramelos de goma.

En la Figura 9 se muestra los resultados de la aceptabilidad general respecto a la adición de extracto de hoja de moringa y residuo de arándano en polvo en caramelos de goma. Se observa que las muestras de caramelo de goma con residuos de

arándanos en polvo al 1% y extracto de hojas de moringa al 10% y 15% presentaron la mayor aceptación con una moda de 7 puntos correspondiente a la percepción de "Me gusta bastante", además de un promedio de 7.04 y 6.84 puntos; respectivamente. Los resultados de la calificación de la evaluación sensorial se presentan en el Anexo 6.

Se presentan vistas fotográficas sobre la investigación en el Anexo 7.

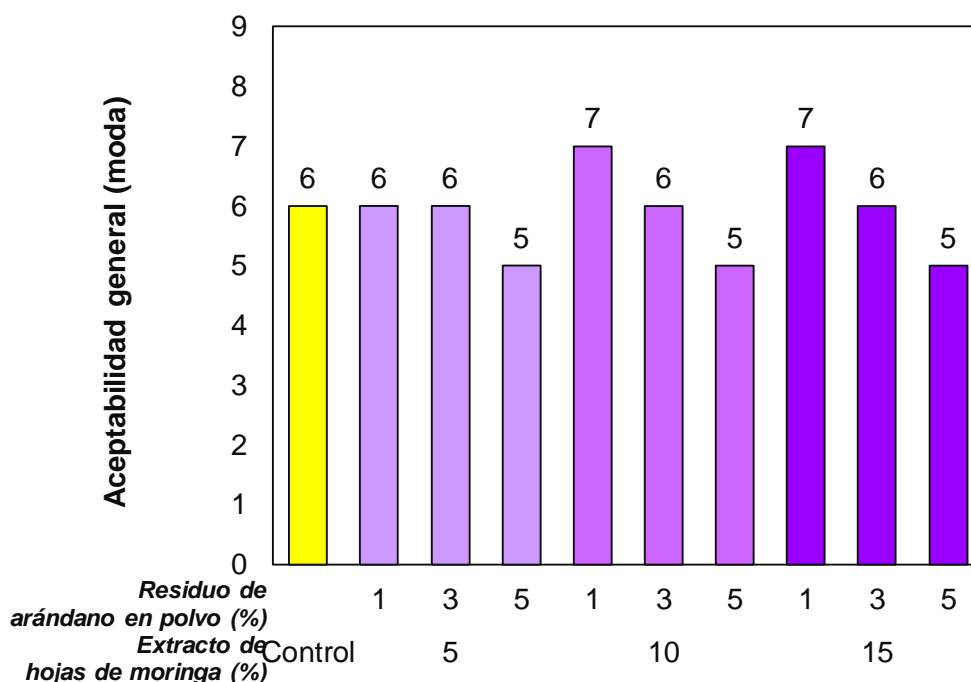


Figura 9. Aceptabilidad general en función de la adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo en caramelos de goma.

Los caramelos de goma tuvieron un color característico al arándano, y fueron aceptados principalmente por su aroma y color. Los panelistas mencionaron que en los caramelos de mayor concentración de extracto de moringa y menor concentración de residuos de arándanos en polvo se percibió un sabor agridulce pero agradable. Además, se denotó que a mayor concentración de residuos se percibió una textura arenosa que

fue de desagrado para la mayoría de los panelistas.

En la Tabla 14, se presenta la prueba de Friedman para la aceptabilidad general en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo, denotándose diferencia significativa ($p < 0.05$) de ambas variables independientes.

Tabla 14. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo.

Extracto de hojas de moringa (%)	Residuo de arándano en polvo (%)	Rango promedio	Promedio	Moda
	Control	5.42	6.34	6
	1	5.65	6.46	6
5	3	5.25	6.26	6
	5	5.18	6.18	5
	1	6.65	6.84	7
10	3	5.60	6.44	6
	5	4.61	5.98	5
	1	7.07	7.04	7
15	3	5.25	6.22	6
	5	4.32	5.78	5
Chi-cuadrado			37.655	
p			0.000	

En la Tabla 15, se presenta la prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en caramelos de goma, donde se comparó la muestra con mayor moda y promedio (extracto de hojas de moringa al 15% y adición residuos de arándano en polvo al 1%) contra las demás muestras; presentando diferencia significativa ($p < 0.05$) con todas, excepto la muestra con extracto de hojas de moringa al 10% y residuos de arándano en polvo al 1% ($p > 0.05$). Por tanto, al ser ambas estadísticamente iguales se consideran

las mejores en cuanto a la aceptación sensorial del producto.

Tabla 15. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándanos en polvo.

Extracto de hojas de moringa (%)	Residuo de arándano en polvo (%)	Extracto de hojas de moringa (%)	Residuo de arándano en polvo (%)	Wilcoxon	p
			Control	645.5	0.005
			1	1566.0	0.026
		5	3	1650.0	0.005
			5	1657.5	0.004
15	1		1	1414.0	0.239
		10	3	1588.5	0.017
			5	1700.5	0.002
		15	3	1639.0	0.006
			5	1914.5	0.000

Ibrahim y otros (2020) elaboraron caramelos de goma a partir de extracto de algarrobo (5, 10, 15 y 20%), evaluando sus características sensoriales con una escala hedónica de 9 puntos. La aceptación de la apariencia, color, sabor, olor, textura y aceptabilidad general presentaron más de 7 puntos en todas las muestras; denotando que los extractos no afectaron el agrado por estos productos de confitería.

Romo-Zamarrón y otros (2019) elaboraron caramelos de gomas enriquecidas con polvo de cáscara de piña y papaya (ambos al 6%), donde evaluaron las características sensoriales de dulzor, acidez, color, firmeza, elasticidad y sabor piña. Los panelistas no entrenados empleando una escala hedónica de 5 puntos, percibieron para los dulces enriquecidos con ambos polvos, un

dulzor, acidez y sabor a piña agradable (4 puntos); así mismo, que la firmeza y elasticidad fue ligeramente superior a la muestra control (3.5 puntos).

Suci y otros (2021) elaboraron caramelos de goma con el alga *Eucheuma cottonii* (1%) y extracto de jengibre rojo (40-60%), analizando las características sensoriales de apariencia, aroma, firmeza y color; trabajando con panelistas no entrenados empleando una escala hedónica de 9 puntos. Se reporta una aceptación en todos los atributos sensoriales con valores entre 6.2 a 7.8 puntos; demostrando que el empleo de un agente aglutinante a base algas y extracto de jengibre son factibles para la elaboración de confites.

V. CONCLUSIONES

- Existió efecto significativo de la adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo sobre el contenido de fibra cruda, compuestos fenólicos, firmeza instrumental y aceptabilidad general en caramelos de goma.
- Se determinó como mejor tratamiento de esta investigación basado en un enfoque de producto de confitería saludable, a la adición de 5% de extracto de hojas de moringa y 5% de residuos de arándanos en polvo que presentó el mayor contenido de fenoles totales con 47.84 mg ác. gálico/100 g, de fibra cruda con 4.50% y firmeza instrumental de 6.14 N. Adicionalmente, denotó una aceptación general de 6.18 puntos en promedio que equivale a una percepción de “Me gusta ligeramente”.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto de residuos de arándano en polvo con una granulometría menor a la utilizada en esta investigación (150 μm) con la finalidad de buscar una mayor aceptación sensorial en estos productos de confitería.
- Estudiar otros ingredientes como diferentes aglutinantes (pectina, CMC, etc.), jugos y/o pulpas de frutas como saborizantes naturales, de forma que ayuden a mejorar el sabor, olor, color, textura y apariencia de caramelos de goma.
- Realizar nuevas investigaciones utilizando residuos en polvo de otras frutas tipo bayas como zarzamora, frambuesa y aguaymanto para evaluar su efecto sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de caramelos de goma.
- Estudiar la rentabilidad para producir y comercializar este tipo de caramelos de goma, además evaluar el tiempo del estudio de vida útil.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Altınok, E., Palabiyik, I., Gunes, R., Toker, O. S., Konar, N. y Kurultay, S. (2019). Valorisation of grape by-products as a bulking agent in soft candies: Effect of particle size. *Food Science and Technology*, 118, 108776.

Amaranto, C. (2019). Efecto de la adición de jugo de maracuyá (*Passiflora edulis*) y harina de chía (*Salvia hispánica* L.) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en caramelos de goma. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

AOAC. (1997). *Official Methods for Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 17ava Edición. Arlington. Virginia, USA.

Ávila, A. 2006. Efecto de acidulantes, espesantes y cultivares en las características físico-químicas y estructurales de cubierta de arándano. Tesis para obtener el título de Maestría en Ciencias de Alimentos. Universidad Federal de Pelotas. Brasil.

Ayala-Zavala, J., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodriguez, J. A., Siddiqui, M. W., Dávila-Aviña, J. E. y González-Aguilar, G. A. (2011). Agroindustrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International*, 44(7): 1866-1874.

Al-sayed, H. y Ahmed, A. (2013). Utilization of watermelon

rinds and sharlyn melon peels as a natural source of dietary fiber and antioxidants in cake. *Annals of Agricultural Science*, 58(1):83–95.

Banerjee, J., Singh, R., Vijayaraghavan, R., MacFarlane, D., Patti, A. F. y Arora, A. (2017). Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals. *Food Chemistry*, 225: 10-22.

Belitz y Grosh. (2011). Acciones tecnológicas para mejorar la calidad nutricional y sensorial de los caramelos de goma. Proyecto de Investigación. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Murcia, España.

Bobinaitė, R., Pataro, G., Lamanaukas, N., Šatkauskas, S., Viškėlis, P. y Ferrari, G. (2015). Application of pulsed electric field in the production of juice and extraction of bioactive compounds from blueberry fruits and their by-products. *Journal of food science and technology*, 52(9), 5898-5905.

Cedeño, C., Martínez, M., Murcia, A., Jordán, J. y Bañón, S. (2020). Assessment of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract as antioxidant in jelly candies made with fructan fibres and stevia. *Antioxidants*, 9(12): 1289.

Coria, L., Peralta, F. y Albarracín, P. (2008). Análisis de Antocianinas en Arándanos del NOA. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina.

Curo, D. y Montenegro, D. (2018). Evaluación Físicoquímica y Sensorial de una Bebida Funcional a Base de Betarraga (*Beta Vulgaris*) y Arándanos (*Vaccinium Myrtillus*). Tesis para obtener el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.

De Moraes Crizel, T., Hermes, V. S., De Oliveira Rios, A. y Flôres, S. H. (2016). Evaluation of bioactive compounds, chemical and technological properties of fruits byproducts powder. *Journal of Food Science and Technology*, 53(11): 4067- 4075.

Domínguez, A. (2017). Formulación y métodos de conservación de una bebida a partir de la hoja de Teberinto (*Moringa oleifera*). Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. Universidad de El Salvador. El Salvador.

Edwards, W. (2000). La ciencia de las golosinas. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 185.

Ergun, R., Lietha, R. y Hartel, R. W. (2010). Moisture and shelf life in sugar confections. *Critical reviews in food science and nutrition*, 50(2): 162-192.

Figuerola, F., Hurtado, M., Estevez, A., Chiffelle, I. y Asenjo F. (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry* 91:395-401.

Flores, Z. D. (2018). Obtención de un producto de confitería a base de bagazo de mango Ataulfo (*Manguiфера indica* L.) y evaluación de su efecto prebiótico in vitro. Tesis para obtener el Título de Maestría en Ciencia tecnología de alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro. Santiago de Querétaro, México.

Forbes, P., Mangas, E. y Pagano, N. (2009). Producción de arándanos. Tesis para obtener el Título de Licenciatura en Administración de negocios agropecuarios. Universidad

Nacional de la Pampa. Provincia de La Pampa, Argentina.

García, J. C. (2005). Valoración *in vitro* del efecto de polvos ricos en compuestos bioactivos procedentes de subproductos de frutas sobre la microbiota intestinal de adultos. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

Gopalakrishnan, L., Doriya, K. y Kumar, D. S. (2016). Moringa oleifera: A review on nutritive importance and its medicinal application. Food Science and Human Wellness, 5(2): 49–56.

Guzmán-Maldonado, S. H. y Díaz Fuentes, V. H. (2017). Diversidad en la composición fenólica y capacidad antioxidante de colectas de moringa del estado de Chiapas. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 8(7), 1641-1645.

Harasym, J. y Oledzki, R. (2014). Effect of fruit and vegetable antioxidants on total antioxidant capacity of blood plasma. Nutrition, 30(5), 511-517.

Harris, P., Normand, V. y Norton, I. (2003). Gelatin. En: Encyclopedia of Food Science and Nutrition. San Diego, California.

Herawati, H. y Kamsiati, E. (2022). The Characteristics of Low Sugar Jelly Made from Porang Flour and Agar. En: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1024, 012019.

Huapaya, M. (2017). Factores a considerar para la exportación de arándanos frescos al mercado alemán. Tesis

para obtener el Título Profesional de Licenciado en Administración y Negocios Internacionales. Universidad Privada del Norte. Trujillo, Perú.

Hudson, E. (2016). Challenges in confectionery industry: Development and storage stability of innovative white tea-based candies. *Journal of Food Science*, 85(7): 2060-2068.

Ibrahim, R. M., Abdel-Salam, F. F. y Farahat, E. (2020). Utilization of Carob (*Ceratonia siliqua* L.) Extract as functional ingredient in some confectionery products. *Food and Nutrition Sciences*, 11(8), 757-772.

Igual, I. B. (2020). Formulación de mermelada de fresa con polvo de piel mandarina: efecto sobre las propiedades físico-químicas y la estabilidad microbiológica. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Alimentos. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del medio Natural. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

INEI. (2021). Producción de arándano en el Perú. <https://andina.pe/agencia/noticia-produccion-arandano-el-peru-crecio-23-octubre-2021-874455.aspx>.

INTA. (2011). Identificación y valor nutricional de algunos materiales nativos de arándano (*Vaccinium* spp). Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Kasapis, S., Al-Marhoobi, I. M., Deszczynski, M., Mitchell, J. R. y Abeysekera, R. 2003. Gelatin vs Polysaccharide in Mixture with Sugar Biomacromolecules, 4 (1): 1142–1149.

Lee, J., Durst, R. W., Worolstad, R. E. (2002). Impact of juice processing on blueberry anthocyanins and polyphenolics:

comparison of two pretreatments. J. Food Science 67: 1660-1667.

Lim, K., Ma, M. y Dolan, K. D. (2011). Effects of spray drying on antioxidant capacity and anthocyanidin content of blueberry by-products. Journal of Food Science, 76(7), H156-H164.

Lin, Y., Huang, G., Zhang, Q., Wang, Y., Dia, V. P. y Meng, X. (2020). Ripening affects the physicochemical properties, phytochemicals and antioxidant capacities of two blueberry cultivars. Postharvest Biology and Technology, 162, 111097.

Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Pérez, J. A. y Viuda-Martos, M. (2012). Propiedades químicas, tecnológicas y antioxidantes in vitro del mango, la guayaba, concentrado de fibra dietética de piña y maracuyá. Química de los alimentos, 135(3): 1520-6.

Masmoudi, M., Besbes, S., Blecker, C. y Attia, H. (2010). Preparation and characterization of jellies with reduced sugar content from date (*Phoenix dactylifera* L.) and lemon (*Citrus limon* L.) by-products. Fruits, 65(1): 21-29.

Mathur, B. (2005). *Moringa oleifera*; importancia, funcionalidad y estudios involucrados. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila, 5(9): 25-30.

Mínguez, J. M. (2015). Desarrollo de un producto de la industria alimentaria para la Escuela Lean. Caramelos. Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Valladolid. España.

Moyo, B., Masika, P. J., Hugo, A. y Muchenje, V. (2011). Nutritional characterization of Moringa (*Moringa*

oleifera Lam.) leaves. Afr. J. Biotechnol. 10(60): 12925-12933.

Neacsu, M., Vaughan, N., Raikos, V., Multari, S., Duncan, G. J., Duthie, G. G. y Russell, W. R. (2015). Phytochemical profile of commercially available food plant powders: their potential role in healthier food reformulations. Food Chemistry, 179: 159-169.

Olson, M. E. y Fahey, J. W. (2011). *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82: 1071-1082.

Ostrolucka, M., Gajdosova, A., Libiakova, G., Hrubikova, K. y Bezo, M. (2007). Protocol for micropropagation of selected *Vaccinium* spp. Protocols for micropropagation of Woody Trees and Fruits. Springer, 445- 455.

Parvez, M. S., Jashin, N., Yesmin, M. T., Reza, M. S. A. y Akter, N. (2020). Proximate, Phytochemical and Antioxidant Activity of Amla Powder and Amla Candy. Journal of Environmental Science and Natural Resources, 13(1-2): 82-86.

Pérez, A., Sánchez, Armengol, N. y Reyes, F. (2001). Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark: Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y forrajes, 33(4): 1-1.

Pino, C. (2007). Descripción del desarrollo vegetativo y de las características físicas y químicas de los frutos de cuatro clones de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

Potter, R. M., Dougherty, M. P., Halteman, W. A. y Camire, M. E. (2007). Characteristics of wild blueberry–soy beverages. *LWT-Food Science and Technology*, 40(5): 807-814.

Rodríguez, V. (2020). Elaboración de fideos tipo tallarines fortificados con harina de hoja de moringa (*Moringa oleifera* L.). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú.

Rodríguez-Pérez, C., Quirantes-Piné, R., Fernández-Gutiérrez, A. y Segura-Carretero, A. (2015). Optimization of extraction method to obtain a phenolic compounds-rich extract from *Moringa oleifera* L. leaves. *Industrial crops and products*, 66: 246-254.

Rodríguez-Zevallos, A., Hayayumi-Valdivia, M. y Siche, R. (2018). Optimización de polifenoles y aceptabilidad de caramelos de goma con extracto de jengibre (*Zingiber officinale* R.) y miel con diseño de mezclas. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21: 1-6.

Romo-Zamarrón, K. F., Pérez-Cabrera, L. E. y Tecante, A. (2019). Physicochemical and Sensory Properties of Gummy Candies Enriched with Pineapple and Papaya Peel Powders. *Food and Nutrition Sciences*, 10(11): 1300-1312.

Rubio, J. C., García, G. y Ciordia, M. (2010) Situación actual del cultivo del arándano en el mundo. *Tecnología Agroalimentaria: Boletín informativo del SERIDA*, (12), 5-8.

Saboya, C. y Maverick, A. (2019). Determinación de las características fisicoquímicas y sensoriales de gominolas con diferentes dosis de pulpa de Noni (*Morinda citrifolia* L.) y

Camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en Pucallpa. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniera Alimentaria. Pucallpa, Perú

Saha y Bhattacharya. (2010). Red beet extract usage in gelatin/gellan based gummy candy formulation introducing *Salix aegyptiaca* distillate as a flavouring agent. *Journal of Food Science and Technology*, 57(9): 3355-3362.

Samaniego, A. M. (2019). Análisis nutricional de la hoja de moringa (*Moringa oleifera*) y su aplicación como conservante natural en la elaboración de productos cárnicos cocidos (chorizo artesanal). Tesis para obtener el Título Profesional de Licenciada en Gestión Gastronómica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Saric, B., Misan, A., Mandic, A., Nedeljkovic, N., Pojic, M., Pestoric, M. y Đilas, S. (2016). Valorisation of raspberry and blueberry pomace through the formulation of value-added gluten-free cookies. *Journal of food science and technology*, 53(2), 1140-1150.

Senasa. (2021). Primera región productora de arándanos del Perú inició campaña de exportación 2021 – 2022. <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/la-libertad-primera-region-productora-de-arandanos-inicio-con-exito-campana-de-exportacion-2021-2022/>.

Shellapan, S., Akoh, C. y Krewer, G. (2002). Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 519-525.

Suárez, D. (2016) Moringa, el 'árbol de la vida'. <https://elcomercio.pe/tecnologia/ciencias/moringa-arbol->

Suci, R. A., Rostini, I., Syamsuddin, M. L. y Pratama, R. I. (2021). Chemical and Organoleptic Characteristics of Seaweed Jelly Candy (*Eucheuma cottonii*) with the Addition of Red Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Extract. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, (12)5: 33-43.

Suman, K. M., Gupta, A., Vaidya, D. y Kaushik, R. (2021). Standardization of formulation for the preparation of ginger supplemented jelly candies. *Pharma Innov J*, 10: 608-13.

Vergara-Jiménez, M., Almatrafi, M. M. y Fernández, M. L. (2017). Bioactive components in *Moringa oleifera* leaves protect against chronic disease. *Antioxidants*, 6(4): 91.

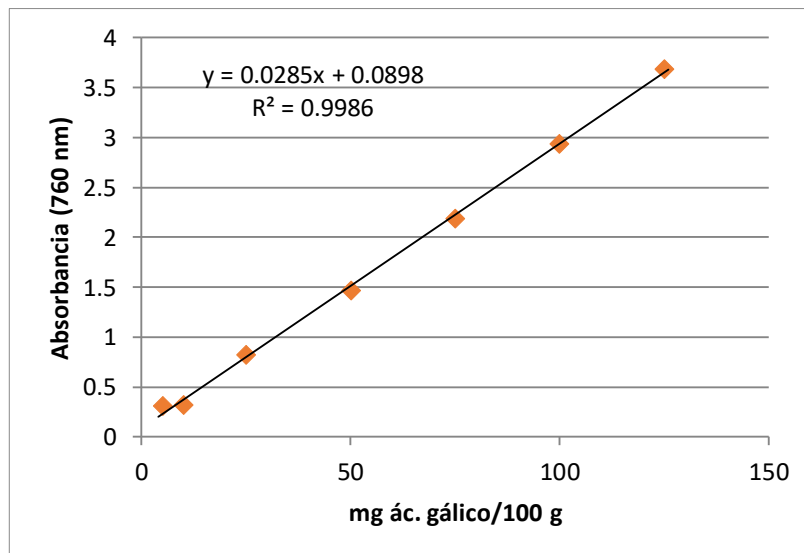
Zamorano, F. (2003). Caracterización del Aceite y la Fibra Dietética Obtenidos a Partir de Semilla de Arándano (*Vaccinium corymbosum* L.). Tesis para obtener el Título Profesional de Licenciado en Ciencias de los Alimentos. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de la evaluación de sólidos solubles y pH en caramelos de goma

Extracto de hojas de moringa (%)	5			10			15			
	Control									
Residuos de arándanos en polvo (%)	1	3	5	1	3	5	1	3	5	
Sólidos solubles	52.4	59.6	60.0	56.0	56.8	56.0	56.0	58.0	58.0	53.2
pH	3.94	3.69	3.45	3.56	3.57	3.61	3.57	3.54	3.63	3.59

Anexo 2. Curva estándar de ácido gálico para determinación de fenoles totales



Anexo 3. Resultados de la evaluación de fenoles totales en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.

Extracto de hojas de moringa (%)	Residuo de arándanos en polvo (%)	Fenoles totales (mg ác. gálico/100 g)
5	1	5.972
5	1	14.744
5	1	10.428
Promedio		10.381
5	3	13.656
5	3	17.761
5	3	11.937
Promedio		14.451
5	5	50.077
5	5	48.919
5	5	44.533
Promedio		47.843
10	1	16.042
10	1	12.849
10	1	11.691
Promedio		13.527
10	3	21.481
10	3	26.218
10	3	24.709
Promedio		24.136
10	5	62.814
10	5	63.972
10	5	60.884
Promedio		62.557
15	1	20.182
15	1	22.182
15	1	22.253
Promedio		21.539
15	3	30.007
15	3	26.744
15	3	34.218
Promedio		30.323
15	5	49.060
15	5	49.375
15	5	50.182
Promedio		49.539
Control	Control	2.568
Control	Control	3.340
Control	Control	3.446
Promedio		3.118

Anexo 4. Resultados de la evaluación de firmeza en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.

Extracto de hojas de moringa (%)	Residuos de arándanos en polvo (%)	Firmeza (N)
5	1	4.770
5	1	5.420
5	1	4.780
Promedio		4.990
5	3	5.190
5	3	5.420
5	3	5.300
Promedio		5.303
5	5	5.550
5	5	7.040
5	5	5.830
Promedio		6.140
10	1	3.750
10	1	3.780
10	1	3.980
Promedio		3.837
10	3	4.580
10	3	4.420
10	3	4.470
Promedio		4.490
10	5	4.260
10	5	4.750
10	5	4.720
Promedio		4.577
15	1	3.760
15	1	2.750
15	1	3.380
Promedio		3.297
15	3	4.300
15	3	4.550
15	3	4.160
Promedio		4.337
15	5	4.240
15	5	4.070
15	5	4.790
Promedio		4.367
Control	Control	7.130
Control	Control	10.400
Control	Control	10.410
Promedio		9.313

Anexo 5. Resultados de la evaluación de fibra cruda en caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.

Extracto de hojas de moringa (%)	Residuo de arándanos en polvo (%)	Fibra cruda (%)
5	1	4.180
5	1	4.140
5	1	4.198
Promedio		4.173
5	3	4.287
5	3	4.771
5	3	4.281
Promedio		4.446
5	5	4.418
5	5	4.503
5	5	4.568
Promedio		4.497
10	1	3.005
10	1	2.940
10	1	2.914
Promedio		2.953
10	3	3.329
10	3	3.330
10	3	3.543
Promedio		3.401
10	5	3.460
10	5	3.493
10	5	3.707
Promedio		3.553
15	1	2.240
15	1	2.194
15	1	2.505
Promedio		2.313
15	3	2.387
15	3	2.590
15	3	2.630
Promedio		2.536
15	5	2.695
15	5	2.720
15	5	2.760
Promedio		2.725
Control	Control	1.220
Control	Control	1.340
Control	Control	1.410
Promedio		1.323

Anexo 6. Calificaciones para la prueba de aceptabilidad general en caramelo de goma con adición de extracto de hojas de moringa y residuos de arándano en polvo.

Extracto de hojas de moringa (%)	Control	5			10			15		
		1	3	5	1	3	5	1	3	5
Residuo de arándano en polvo (%)		Panelista								
1	7	9	6	7	8	6	7	7	9	6
2	8	6	8	6	6	6	4	7	5	7
3	6	6	9	6	7	7	5	7	6	7
4	6	7	7	5	7	4	6	7	5	8
5	7	8	6	7	6	7	8	9	7	6
6	5	5	7	8	6	6	7	9	7	5
7	8	8	5	9	8	6	7	8	9	6
8	6	7	7	5	7	7	9	9	9	7
9	9	6	8	5	8	8	7	7	7	6
10	9	6	6	9	7	6	8	7	8	6
11	7	7	5	9	8	5	9	5	9	5
12	5	7	8	5	6	5	5	7	5	6
13	8	7	5	4	8	6	4	8	6	5
14	6	5	7	5	7	8	5	7	6	5
15	5	7	6	6	7	5	6	8	6	7
16	5	6	6	4	8	5	4	6	6	5
17	8	7	5	6	6	6	6	6	7	5
18	6	6	6	7	7	6	6	7	7	7
19	6	6	8	5	7	5	6	7	7	4
20	6	8	5	6	6	6	3	8	6	6
21	6	9	6	6	7	8	5	6	5	5
22	5	5	7	5	6	8	6	9	4	6
23	6	8	6	7	6	6	3	7	7	6
24	9	6	8	5	7	9	6	8	6	7
25	5	7	5	5	6	7	5	6	6	5
26	6	5	7	6	7	6	6	7	4	6
27	7	8	5	9	6	6	5	6	4	7
28	6	5	8	5	7	9	8	9	7	7
29	6	6	4	6	6	6	5	6	6	6
30	7	6	6	7	6	6	6	7	7	6
31	6	4	8	9	7	6	5	8	4	5

Extracto de hojas de moringa (%)	Control	5			10			15		
Residuo de arándano en polvo (%)		1	3	5	1	3	5	1	3	5
Panelista										
32	6	5	6	8	7	9	5	6	9	6
33	6	7	6	2	7	6	9	4	5	5
34	7	7	5	8	9	8	9	4	7	5
35	6	6	5	5	7	5	7	5	4	7
36	8	4	8	5	5	6	6	8	9	4
37	8	9	7	6	8	8	6	9	6	5
38	5	7	8	6	6	7	6	7	5	5
39	5	8	3	8	7	5	4	8	5	5
40	3	6	8	5	7	9	8	5	3	4
41	7	5	6	6	7	9	8	5	7	7
42	7	5	5	6	6	7	9	9	6	5
43	6	5	6	7	7	4	5	9	4	6
44	6	6	7	8	5	7	5	7	9	6
45	5	6	7	4	7	4	7	7	5	7
46	5	6	5	4	6	6	3	4	8	4
47	5	9	6	5	8	5	9	8	4	6
48	6	8	6	7	7	6	1	6	7	5
49	7	7	4	7	9	7	5	9	6	7
50	7	4	5	8	6	7	5	7	5	5
Promedio	6.34	6.46	6.26	6.18	6.84	6.44	5.98	7.04	6.22	5.78
Moda	6	6	6	5	7	6	5	7	6	5

Anexo 7. Vistas Fotográficas

El color en los caramelos de goma varia en los tratamientos, a medida que se va adicionando extracto de hojas de moringa (5, 10 y 15%) y residuos de arándanos en polvo (1, 3 y 5%) respectivamente, el color se va oscureciendo.



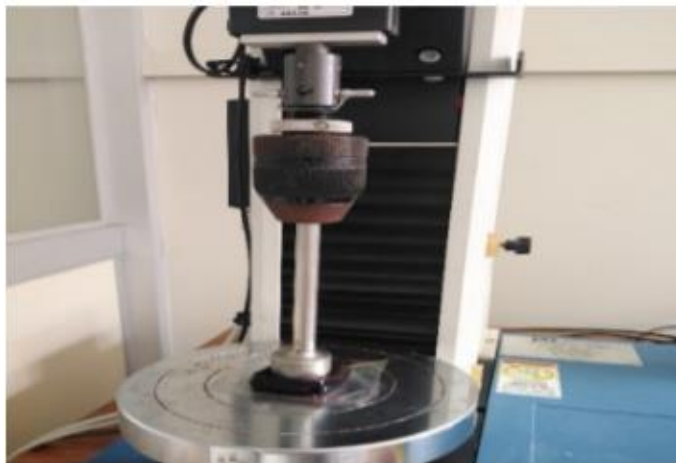
Caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa al 5% y residuos de arándanos en polvo al 1%, 3% y 5%



Caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa al 10% y residuos de arándanos en polvo al 1%, 3% y 5%



Caramelos de goma con adición de extracto de hojas de moringa al 15% y residuos de arándanos en polvo al 1%, 3% y 5%



Prueba de firmeza en los caramelos de goma