

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Desarrollo de láminas de uvilla y arándano con la adición de chía y hierbabuena y endulzadas con miel y/o sucralosa

Ingeniería en Alimentos

María Paula González Custode

Paula Anahí Corrales Galarza

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero en Alimentos

Quito, 6 de diciembre de 2023

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías - Politécnico

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Desarrollo de láminas de uvilla y arándano con la adición de chía y
hierbabuena y endulzadas con miel y/o sucralosa**

María Paula González Custode

Ingeniería en Alimentos

Paula Anahí Corrales Galarza

Ingeniería en Alimentos

María José Andrade Cuvi, Ph.D

Quito, 6 de diciembre de 2023

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: María Paula González Custode

Código: 00208900

Cédula de identidad: 1718234329

Lugar y fecha: Quito, 6 de diciembre de 2023

Nombres y apellidos: Paula Anahí Corrales Galarza

Código: 00211455

Cédula de identidad: 170132701

Lugar y fecha: Quito, 6 de diciembre de 2023

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around these publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a la empresa Golden Sweet Spirit por proporcionar la materia prima para este estudio. Su colaboración ha sido fundamental para el desarrollo de esta investigación y resalta la importancia de la vinculación de la USFQ con la industria. Este trabajo constituye una base para futuros trabajos de investigación.

RESUMEN

El objetivo fue desarrollar láminas de uvilla y arándano con la adición de hierbabuena y chía, endulzadas con miel y/o sucralosa. Se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3^2 . Las variables independientes fueron: concentración de uvillas y arándanos (Factor A: A1.50%-50%, A2.70%-30%, A3.90%-10%) y el tipo de endulzante (Factor B: B1.100% Miel, B2.50% sucralosa+50% miel, B3.100% sucralosa). Se seleccionaron tres formulaciones con las mejores características de pH, acidez, °Brix y extracto seco, de estas a través de una prueba de aceptabilidad (escala hedónica) se seleccionó una formulación en la que se analizó la composición química y proximal. La formulación con 50% uvilla, 50% arándano y 100% miel presentó 2,631 mg/g de azúcares reductores, 0,89 mg/g de carotenoides y 0,67 mg/g de antocianinas. Se obtuvo una lámina de fruta con 12% de humedad, 5% de cenizas, 1,9% de proteína, 0,24% de grasa, 79% de carbohidratos totales, 13% de azúcares y 24 mg/100g de sodio. Estos resultados permiten declarar un semáforo nutricional: medio en azúcar, bajo en sal y no contiene grasa. El desarrollo de este producto es una alternativa para el aprovechamiento de fruta que no puede comercializarse en fresco ofreciendo al consumidor un alimento con buenas características nutricionales y buena aceptabilidad sensorial.

Palabras clave: uvilla, arándano, frutos andinos, alimentos funcionales, vegano, libre de lactosa.

ABSTRACT

The aim was to develop sheets of goldenberry and blueberry with the addition of spearmint and chia, sweetened with honey and/or sucralose. A completely randomized design with a 3² factorial arrangement was applied. Independent variables were: concentration of goldenberry and blueberry (Factor A: A1.50%-50%, A2.70%-30%, A3.90%-10%) and the type of sweetener (Factor B: B1.100% honey, B2.50% sucralose+50% honey, B3.100% sucralose). Three formulations with the best characteristics of pH, acidity, °Brix, and dry extract were selected, and from these, through an acceptance test (hedonic scale), one formulation was chosen for further analysis of chemical and proximal composition. Formulation with 50% goldenberry, 50% blueberry, and 100% honey showed 2.631 mg/g of reducing sugars, 0.89 mg/g of carotenoids, and 0.67 mg/g of anthocyanins. A fruit sheet with 12% moisture, 5% ash, 1.9% protein, 0.24% fat, 79% total carbohydrates, 13% sugars, and 24 mg/100g of sodium was obtained. These results allow declaring a nutritional label: medium in sugar, low in salt, and fat-free. The development of this product is an alternative for the use of fruit that cannot be marketed fresh, offering consumers a food with good nutritional characteristics and good sensory acceptability.

Keywords: goldenberry, blueberry, Andean fruits, functional foods, vegan, lactose-free.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
2. METODOLOGÍA	18
2.1 Material vegetal	18
2.2 Elaboración de las láminas de fruta	18
2.3 Selección del prototipo	20
2.3.1 pH	20
2.3.2 Acidez total titulable	20
2.3.3 Sólidos solubles	20
2.3.4 Extracto seco	20
2.3.5 Análisis sensorial	20
2.4 Caracterización del prototipo seleccionado	21
2.4.1 Azúcares totales y reductores	21
2.4.2 Carotenoides totales	21
2.4.3 Antocianinas totales	21
2.4.4 Caracterización proximal	21
2.4.5 Contenido de sodio	21
2.5 Elaboración de la etiqueta nutricional del prototipo	22
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
3.1 Índice de madurez de la fruta	24
3.2 Elaboración láminas de fruta	24
3.3 Selección del prototipo	25
3.3.1 Análisis sensorial	27
3.4 Caracterización del prototipo seleccionado	28
3.4.1 Determinación de azúcares reductores, carotenoides y antocianinas	29
3.5 Análisis nutricional	31
3.6 Etiqueta y embalaje	32
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
ANEXO A: Análisis de varianza ANOVA para los tratamientos	41
ANEXO B: Evaluación sensorial	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de diseño (arreglo factorial) del experimento	23
Tabla 2. Características fisicoquímicas de láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa	26
Tabla 3. Leyenda para la figura de aceptabilidad sensorial por parámetros de láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa	27
Tabla 4. Contenido de azúcares reductores, carotenoides y antocianinas en láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa.....	30
Tabla 5. Análisis nutricional de las láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa....	31
Tabla 6. Análisis de varianza ANOVA del pH de los tratamientos.....	41
Tabla 7. Análisis de varianza ANOVA de los Grados Brix de los tratamientos.....	42
Tabla 8. Análisis de varianza ANOVA de la acidez de los tratamientos.....	43
Tabla 9. Análisis de varianza ANOVA del extracto seco de los tratamientos.....	44
Tabla 10. Análisis de varianza ANOVA del sabor de los tratamientos	45
Tabla 11. Análisis de varianza de la acidez de los tratamientos	45
Tabla 12. Análisis de varianza del color de los tratamientos.....	45
Tabla 13. Análisis de varianza ANOVA global de los tratamientos.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de láminas de uvilla y arándano.....	19
Figura 2. Prototipos de láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa	25
Figura 3. Aceptabilidad sensorial por parámetros de láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa	28
Figura 4. a) Etiqueta y b) Semáforo nutricional de láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa	32
Figura 5. Análisis de los supuestos para pH.....	41
Figura 6. Análisis de los supuestos para Grados Brix	42
Figura 7. Análisis de los supuestos para acidez.....	43
Figura 8. Análisis de los supuestos para materia seca	44
Figura 9. Cuestionario evaluación sensorial.....	46
Figura 10. Consentimiento informado.....	47

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un nuevo producto implica una serie de pasos y consideraciones cruciales para garantizar su éxito en el mercado. La calidad y la seguridad alimentaria es un aspecto primordial en la elaboración productos, ya que garantiza el cumplimiento de los estándares alimentarios globales y la salud del consumidor. Asimismo, se debe cumplir con las regulaciones alimentarias internacionales y nacionales como el etiquetado nutricional, ingredientes permitidos y requisitos de higiene. La sostenibilidad en la producción de ingredientes y procesos es esencial para reducir el impacto ambiental. Además, establecer una cadena de suministro eficiente, estrategias de marketing efectivas y adaptar el producto a diferentes culturas son aspectos fundamentales en la estrategia de comercialización. Sin embargo, se deben abordar las limitaciones relacionadas con las variaciones en las normativas alimentarias que deberán adaptarse a las regulaciones de cada mercado, los costos de producción, la competencia global, el impacto ambiental, la vida útil del producto y otros como las alergias alimentarias. Actualmente se encuentran en el mercado productos novedosos que combinan la sostenibilidad, la alimentación saludable y la innovación de sabores e ingredientes como frutas, semillas (como la chía y linaza), extractos de hierbas medicinales (como la menta, valeriana y hierbabuena) y la tendencia de reducir el uso de azúcar reemplazándola por edulcorantes naturales como la miel y otros sintéticos como la sucralosa.

Ecuador es un país extraordinariamente rico en recursos naturales, especialmente en lo que respecta a variedades de vegetales, como los frutales. Sin embargo, el deterioro postcosecha no solo conlleva una disminución en la calidad del producto, sino también un uso ineficiente de recursos, insumos y esfuerzos durante su producción. Según Bandaru y Bakshi (2020), estas pérdidas pueden reducirse al procesar y preservar los frutos en diversos productos de valor añadido, como jugo, néctar, mermelada, jalea, vino, toffee, puré, pulpa, productos en rodajas, productos enlatados, entre otros. Los principales objetivos del procesamiento son preservar el

sabor, el color, la textura y las características nutricionales, y prolongar la vida útil de los frutos, especialmente de aquellos que son perecederos (Bandaru y Bakshi, 2020). Por esta razón, es vital buscar alternativas de procesamiento que además de aumentar la vida de anaquel de las frutas agreguen valor al producto sin comprometer su calidad original. Productos como la mora y la frutilla sufren de daños y pérdidas postcosecha por un mal manejo durante la cosecha y el almacenamiento. Al ser productos con alta producción de etileno y alta transpiración son frutas de poca duración (Ganchala Tierra, 2021). De igual manera, frutas como uvillas y arándanos son productos susceptibles a pérdidas postcosecha.

En Ecuador, la producción de arándano y uvilla ha aumentado en los últimos años debido a las condiciones climáticas adecuadas que tiene el país. Según Moreno et al (2013), durante el periodo 2007- 2012 ocurrió un incremento del 22,3% en las exportaciones de uvilla con respecto al periodo 2001-2006. Durante el 2016 Ecuador incrementó en 160,0% sus exportaciones al mercado europeo de uvilla deshidratada. Según Ponce (2023), entre 2020 y 2022 las toneladas exportadas de arándanos desde Ecuador pasaron de 0,3 a más de 145, incrementando también los productos elaborados con esta fruta.

El cultivo de la uvilla en Ecuador se realiza a través de pequeños y grandes productores que comercializan el producto a nivel nacional e internacional a través de la exportación de uvilla fresca con y sin capuchón. La empresa Golden Sweet Spirit (ubicada en Machachi, provincia de Pichincha) ha respaldado un sistema de comercialización de la uvilla a través del cultivo con pequeños agricultores con el propósito de asegurar una compensación justa y constante. Además, busca prevenir la migración hacia áreas urbanas y, en su lugar, fomentar el desarrollo económico en las zonas rurales. El cultivo de uvilla es un proceso que no puede ser automatizado y representa una alternativa económica fundamental para las comunidades indígenas de la sierra andina ecuatoriana (Golden Sweet Spirit, 2020).

El aumento de la producción de uvilla y arándano ha producido un aumento en el desecho o desperdicio del producto que no cumple estándares de calidad para comercializarse como

producto fresco. El arándano es un fruto altamente susceptible a la degradación de su calidad, ya que posee una fina capa exterior permeable que se encuentra cubierta por ceras que se desprenden con facilidad (Balbontín et al., 2020). Debido a su tamaño reducido y su gran relación entre superficie y volumen, es propenso a absorber y liberar calor de manera eficiente, lo que puede resultar en una elevada velocidad de deshidratación. Lo mismo ocurre con la uvilla, es una fruta delicada que podría no llegar a ser comercializada como fruta fresca por pérdidas de calidad durante la postcosecha. Estas pérdidas constituyen un grave problema para la industria ya que el arándano y la uvilla pierden calidad fácilmente por lo que es necesario buscar alternativas de procesamiento para aquellos frutos que no cumplen con los estándares de calidad para su comercialización en fresco.

Es importante destacar que la población ecuatoriana se caracteriza por consumidores tradicionales que a menudo tienen preferencias arraigadas por productos como la mermelada que es un producto familiar y ampliamente aceptado por su sabor y versatilidad que la hacen popular en la cocina local. Si bien la innovación en productos alimenticios es importante y puede ofrecer oportunidades interesantes, las preferencias culturales y la familiaridad con ciertos productos pueden influir en las elecciones de los consumidores. Sin embargo, esto no excluye la posibilidad de introducir productos innovadores basados en frutas en el mercado ecuatoriano, especialmente si se destacan por su sabor, calidad y beneficios para el consumidor. La clave podría estar en encontrar formas creativas de combinar tradición e innovación para satisfacer las necesidades y gustos cambiantes de los consumidores.

La uvilla (*Physalis peruviana*) es una fruta nativa, originaria de la región andina y se caracteriza por su alto contenido de antioxidantes, destacada fuente de β -caroteno (1500 a 1917 μg), provitamina A (95-125 μg RAE) y ácido ascórbico (14-43 mg) por cada 100 gramos (Sierra et al., 2022; Capus et al., 2019). Su contenido de proteínas es notablemente elevado para una fruta, representando alrededor del 0.3%, y su nivel de fósforo es alto, llegando al 55%. Según Golden Sweet Spirit (2020), esta fruta es un ejemplo perfecto de productos que se adhieren a los

principios de la agricultura familiar y economía circular, ya que contribuye a combatir el cambio climático al ser una planta autóctona que puede cultivarse de manera sostenible según los estándares más exigentes.

Por otro lado, el arándano (*Vaccinium corymbosum*), es un fruto bajo en calorías, rico en vitamina C (9.7 mg/100g), potasio (77 mg/100g), hierro (0.8 mg/100g) y calcio (6 mg/100g), esencial para funciones nerviosas y musculares, así como para el equilibrio de agua en las células. Es una fuente beneficiosa de fibra (2.4 g/100g) para mejorar la digestión y contiene taninos con propiedades astringentes. Su característica principal es su alto contenido de antocianinas (2.3 mg/100g b.s.) y vitaminas, que contribuyen a la formación de colágeno, así como a la absorción de hierro de los alimentos (Muñoz-Fariña et al. 2023; Manful et al. 2023; Jiménez y Abdelnour, 1996).

En los últimos años se ha observado una tendencia del uso de semillas de plantas incorporadas en productos alimenticios como panificados, bebidas funcionales, entre otros. Este creciente uso de semillas se debe a una corriente actual sobre nutrición consciente que conlleva una demanda de alimentos saludables. Entre otras, la chía (*Salvia hispanica*) es una semilla con una variedad de propiedades funcionales. Una de sus características más destacadas es su alto contenido de fibra, la cual contribuye a prevenir enfermedades metabólicas (Paramita et al., 2022). Además, es una fuente abundante de ácidos grasos poliinsaturados principalmente ácidos grasos ω -3, destacando el ácido alfa-linolénico (64%) y el ácido alfa-linoleico (20%); su perfil de nutrientes incluye un 15 al 23% de proteínas, 38% de fibra tanto soluble como insoluble, y un 25-40% de grasa total. La chía contiene vitaminas B1, B2 y niacina, y minerales como potasio, magnesio, calcio y fósforo. Se ha estudiado también su contenido de compuestos antioxidantes, como fenoles y vitamina E (Agarwal et al., 2023).

Por otro lado, así como se usan semillas incorporadas en la formulación de alimentos, también se utilizan hierbas medicinales. Los consumidores buscan productos que promuevan la salud de manera natural y que aborden problemas específicos como el estrés, la inflamación y el

insomnio. Diversos estudios experimentales confirman los beneficios del consumo de hierbabuena (*Mentha splicata*) a través de sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorios, antidiabéticos, neuroprotectores y hepatoprotectores (Almatroodi et al., 2021). De acuerdo con Flores et al (2022), la hierbabuena se destaca como una fuente rica de antioxidantes debido a la presencia de compuestos fenólicos, como el ácido rosmarínico y el ácido cafeico. Estos antioxidantes son conocidos por su capacidad para combatir los radicales libres en el cuerpo, lo que puede ayudar a prevenir el estrés oxidativo y reducir el riesgo de enfermedades relacionadas con la oxidación celular, como las enfermedades cardiovasculares y el cáncer.

Según Montaluisa y Japa (2023), en el Ecuador la diabetes y la hipertensión arterial son enfermedades crónicas no transmisibles (ENT) que tienen un impacto significativo en la población. La mayoría de los casos de diabetes son de tipo 2, que está relacionada con factores del estilo de vida como el sedentarismo y una alimentación inadecuada. Es por ello, que es necesario promover buenos hábitos alimenticios, especialmente la reducción del consumo de azúcar. En este sentido, se han identificado alternativas tecnológicas para su sustitución como la miel o edulcorantes como la sucralosa.

La miel es una sustancia dulce natural producida por las abejas. Ha sido empleada durante miles de años por diferentes culturas debido a su valor nutritivo y medicinal (García-Chaviano et al., 2022). Se puede clasificar con base a sus fuentes botánicas en: 1) floral (producida a partir del néctar de las flores), 2) no floral o melaza (producida a partir de secreciones depositadas por partes vivas de las plantas o excretadas sobre ellas por insectos chupadores de savia) y 3) mixta (una combinación de néctar y melaza) (Afrin et al., 2020). La composición química de la miel varía según su origen, pero en general, está compuesta principalmente por azúcares (aproximadamente un 76%), siendo la fructosa el monosacárido principal, y contiene menos del 20% de agua. La miel ha demostrado tener una amplia gama de propiedades biológicas, que incluyen actividades antibacterianas, antiinflamatorias, antioxidantes, antiúlceras y antitumorales.

Por otro lado, la sucralosa (E955) fue descubierta en 1976, es comercializada con la marca Splenda®. Es un edulcorante no calórico sintetizado por la clorinación selectiva de tres grupos hidroxilos primarios de la sacarosa. Comparado con la sacarosa, su poder edulcorante es de 600. La sucralosa es pobremente absorbida en el tracto gastrointestinal, más del 85% de la sucralosa consumida alcanza el colon. Tiene propiedades importantes como su alta estabilidad al calor y su efecto sinérgico al combinarse con otros endulzantes (González et al., 2023; Del Pozo et al., 2022).

Los denominados *fruit leather* (Food and Drug Administration, 2018) o láminas de fruta son productos de frutas reestructuradas que se crean a partir de concentrados de mezcla de jugos de frutas o pulpa de frutas y otros ingredientes después de un proceso de secado. Las láminas de frutas elaborados a partir de pulpa son las más preferidas por los consumidores, ya que contienen buenas cantidades de carbohidratos, fibras, vitaminas, antioxidantes y minerales (Bandaru y Bakshi, 2020).

Como se ha mencionado anteriormente, la tendencia actual del desarrollo de productos alimenticios incluye que sean libres de azúcares añadidos, gluten y lactosa, así como reducidos en grasa y sal. De igual forma, con el aumento de personas que padecen intolerancias, alergias o simplemente buscan un estilo de vida diferente, se producen actualmente productos vegetarianos, veganos o a base de plantas. Con estos antecedentes, el presente trabajo propone la elaboración de un producto que se adapte a todo tipo de consumidor y, además tenga un gran aporte nutricional. Las láminas de uvilla (*Physalis peruviana*) y arándano (*Vaccinium corymbosum*) con chía y hierba buena son un ejemplo de un producto que combina productos nativos y modernos que se adaptan a las demandas actuales.

Es fundamental garantizar la seguridad alimentaria, al seguir las normas establecidas por la INEN y el Codex Alimentarius. Específicamente, para el caso del producto desarrollado se sigue rigurosamente la norma técnica INEN 419 que regula los estándares aplicables a productos similares como la mermelada. El cumplimiento de esta norma es de vital importancia para

garantizar la calidad y seguridad del producto que llegará a manos de los consumidores. Además, asegura que el proceso de producción se realiza bajo prácticas éticas y estándares reconocidos a nivel nacional e internacional, así como el cumplimiento de normas de higiene y control de calidad para prevenir riesgos microbiológicos, químicos o físicos en el producto final. Es importante proporcionar etiquetas precisas que incluyan información nutricional y la presencia de alérgenos comunes para que los consumidores puedan tomar decisiones informadas.

El objetivo general del presente trabajo fue desarrollar láminas de uvilla y arándano con la adición de hierbabuena y chía, endulzadas con miel y/o sucralosa.

Los objetivos específicos que se plantearon fueron: 1) identificar el o los prototipos con las mejores características de pH, acidez, grados Brix y extracto seco; 2) evaluar y seleccionar el prototipo final según sus características sensoriales; y 3) analizar las características nutricionales del prototipo final.

2. METODOLOGÍA

2.1 Material vegetal

Se utilizaron uvillas (*Physalis peruviana*) cultivadas en la empresa Golden Sweet Spirit, ubicada en la localidad de Machachi (-0.49619992213055014, -78.61082951979863), provincia de Pichincha. Los frutos se cosecharon con un grado de madurez óptima según la norma INEN 2 485 (2009). Los arándanos (*Vaccinium corymbosum*), la hierbabuena y la chía fueron adquiridos en el mercado local. Los frutos se lavaron y desinfectaron con una solución 100 ppm de hipoclorito de sodio, se lavaron nuevamente y se dejaron secar, posteriormente se seleccionaron según su grado de madurez y ausencia de defectos. Por otro lado, el concentrado de hierbabuena se preparó triturando hierbabuena fresca lavada con agua potable y desinfectada. El concentrado se preparó con una relación 27:1 de agua y hierba buena (por cada gramo de hierba buena, 27 gramos de agua) que se colocaron en un procesador de alimentos, posteriormente la mezcla se tamizó y se conservó en refrigeración hasta su uso.

Previo a la elaboración de las láminas de fruta se determinaron los sólidos solubles (método AOAC 932.12) y la acidez total (método AOAC 942.15) de las uvillas y arándanos con lo que se calculó el índice de madurez, con el fin de estandarizar la materia prima que se usó en el desarrollo del producto.

2.2 Elaboración de las láminas de fruta

Las frutas fueron cocidas en agua a temperatura de 85 °C durante cinco minutos. Posteriormente, se trituró la fruta utilizando una licuadora hasta obtener una mezcla uniforme. El triturado se sometió a un proceso de cribado y se adicionó la mezcla de endulzante y las semillas de chía. Por otro lado, se colocó la mezcla sobre una bandeja de acero inoxidable y se extendió de manera uniforme con una altura de 2 mm. La bandeja fue introducida en un horno deshidratador precalentado a 60°C durante 30 minutos. Transcurrido este tiempo, la bandeja fue retirada del deshidratador y se distribuyó el concentrado de hierbabuena sobre la mezcla utilizando un atomizador. Las láminas se mantuvieron a 60°C durante 120 minutos. Después, se retiraron del horno y se cortaron en fragmentos de 3 x 14 cm. Las láminas se conservaron en refrigeración hasta su posterior análisis. El proceso de elaboración de las láminas se muestra en

la Figura 1.

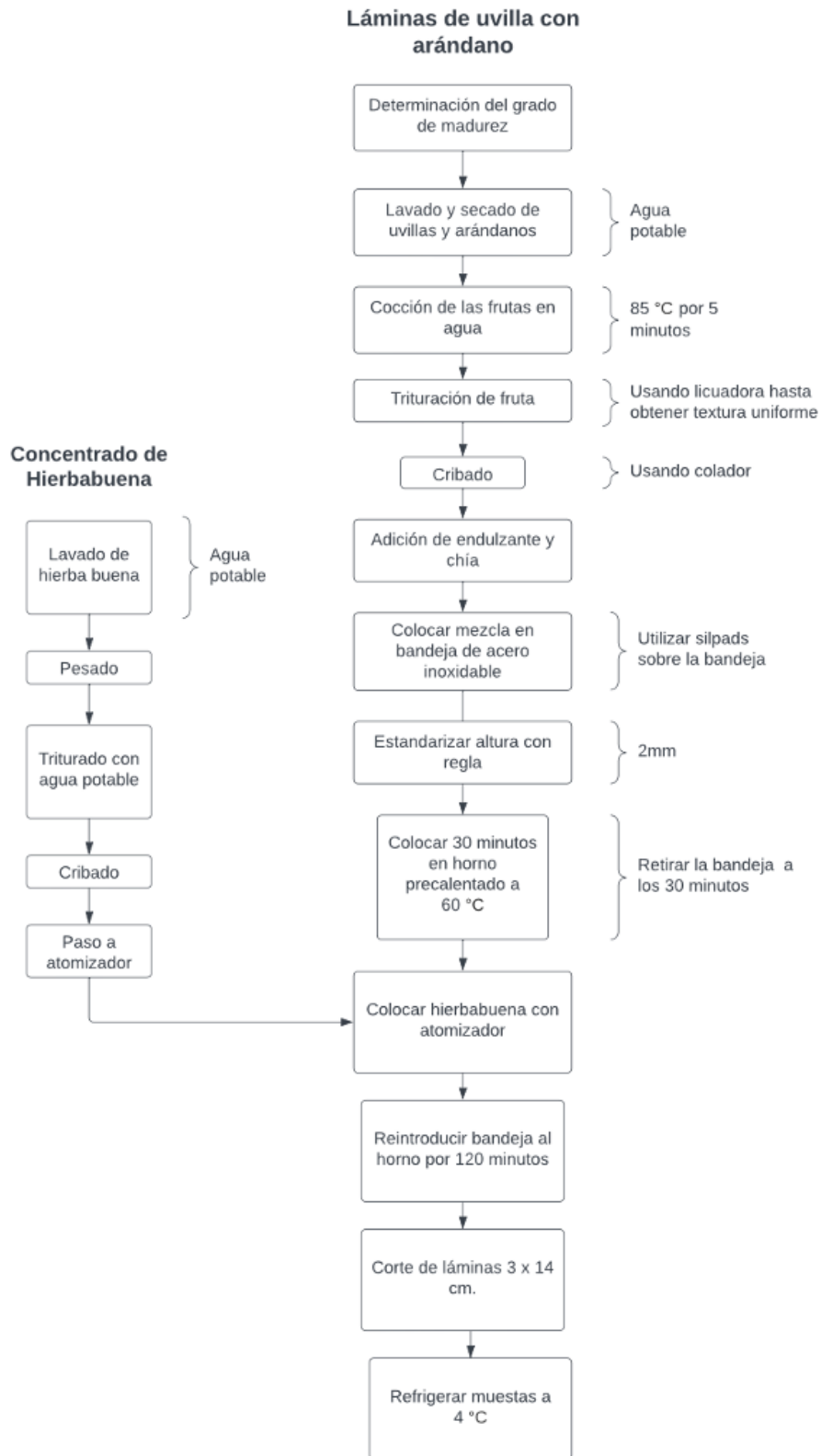


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de láminas de uvilla y arándano

2.3 Selección del prototipo

Se elaboraron nueve formulaciones variando las concentraciones de fruta y endulzante y se determinaron sus características fisicoquímicas: pH, acidez total titulable, sólidos solubles y extracto seco. Con la(s) formulación(es) con las mejores características se realizó un análisis sensorial para seleccionar la formulación con mayor aceptabilidad. Las determinaciones analíticas se realizaron por triplicado y se detallan a continuación:

2.3.1 pH. - Se midió de acuerdo con el método AOAC 981.12 usando un medidor de pH de mesa (MW150), previamente calibrado (Pillco et al., 2021).

2.3.2 Acidez total titulable. - Se determinó mediante el método AOAC 942.15 con una titulación ácido-base, utilizando NaOH, 0,1 N y con fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresaron como % ácido cítrico (Morales-Eraza et al., 2019), según la ecuación 1.

$$Acidez (\%) = \frac{(A \times B \times C) \times 100}{D} \quad [1]$$

Donde:

A = Volumen de NaOH utilizado.

B = Normalidad del NaOH (0.1N).

C = peso equivalente expresado en g de ácido predominante en el fruto.

D = peso en gramos de la muestra utilizada.

2.3.3 Sólidos solubles. - Se determinó mediante el método AOAC 932.12 utilizando un refractómetro digital Brix MA 871. Los resultados se expresaron como grados Brix (°Bx).

2.3.4 Extracto seco. - Se determinó según el método INEN 382 (1985), una muestra de 10-20 gramos de lámina de fruta se secó en estufa de tiro forzado a 70°C durante 4 horas, hasta peso constante. Los resultados se expresaron como porcentaje de materia seca.

2.3.5 Análisis sensorial. - Se realizó una prueba hedónica con 95 consumidores (jueces no entrenados) masculinos y femeninos con edades comprendidas entre los 17 y 35 años el día 6 de noviembre del 2023 entre las 11h30 y 14h30 en el aula de evaluación sensorial de la Universidad San Francisco de Quito. Se solicitó a los panelistas probar las muestras e indicar cuál es la más aceptada (Anexo B). Los resultados se procesaron con una prueba de dos colas.

2.4 Caracterización del prototipo seleccionado

La caracterización de la formulación seleccionada según el análisis sensorial se complementó con la determinación de azúcares reductores, contenido de antocianinas y carotenoides, y se realizó su caracterización proximal.

2.4.1 Azúcares totales y reductores. – Los azúcares totales se realizaron mediante hidrólisis ácida (Jiménez Islas et al., 1984) y el método DNS. Los azúcares reductores se determinaron mediante el método DNS (Ácido 3,5 - dinitrosalicílico) descrito por Miller (1999) empleando una curva patrón de glucosa de 0 a 1000 ppm, previamente ajustada.

2.4.2 Carotenoides totales. - Se pesaron entre 2 g de muestra y se añadieron 5 mL de hexano:acetona:etanol (2:1:1), la mezcla se mantuvo en agitación durante 1 min. A continuación, se añadió 1 mL de agua destilada para lograr la separación de fases. Finalmente se separó cuidadosamente la fase superior (hexano) que fue utilizada para la medición de absorbancia a 454 nm en un espectrofotómetro. Las medidas se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como mg de β -caroteno por g de muestra empleando $\epsilon_{\beta\text{-caroteno}}=1.39 \times 10^5 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$.

2.4.3 Antocianinas totales. - Se cuantificó según el método de Beas (2011) con ligeras modificaciones. Se pesó la muestra triturada, con adición de HCl 1% en metanol, se agitó por 15 min y se centrifugó a 6000 rpm durante 5 min, posteriormente al pellet se añadió 10 mL de solvente, se agitó y centrifugó nuevamente. Se midió la absorbancia del sobrenadante a 540 nm y se expresó el contenido de antocianinas totales en mg/g (como equivalentes de cianidina-3-glucósido).

2.4.4 Caracterización proximal. - En el prototipo seleccionado se realizó la determinación de humedad (INEN 777), proteína bruta (INEN 781), grasa (AOAC 9260.39), cenizas (INEN 786), carbohidratos (cálculo por diferencia) y fibra dietética (AOAC 985.29 (enzimático-gravimétrico)).

2.4.5 Contenido de sodio. - Se determinó según la metodología de Ávila-Hernández et al. (2018) con ligeras modificaciones. Se pesó la muestra y se adicionó agua destilada a temperatura 50-55°C. Se agregó 1 ml de indicador $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$. Se tituló con una solución valorada de AgNO_3

0,1M. La valoración se detuvo con la primera coloración marrón-rojiza pálida y se calculó el porcentaje de sodio según la ecuación 2:

$$\% Na = \frac{V AgNO_3 \times M Ag NO_3 \times pmeq Na}{g de muestra} \times 100 \quad [2]$$

Donde:

V AgNO₃ = Volumen consumido

M AgNO₃ = molaridad del AgNO₃ (0.1M).

pmeq Na = peso miliequivalente del sodio (0.023)

2.5 Elaboración de la etiqueta nutricional del prototipo

Los valores obtenidos en la caracterización proximal fueron utilizados para la elaborar la etiqueta (calorías, grasas, carbohidratos, azúcares, proteínas, fibra dietética, sodio) y el semáforo nutricional (grasa, azúcar y sal) del prototipo.

2.6 Diseño experimental y análisis estadístico

Se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3². Las variables independientes fueron: la concentración de uvillas y de arándanos (Factor A: A1. 50%-50%, A2. 70%-30%, A3.90%-10%) y el tipo de endulzante (Factor B: B1. 100% Miel, B2. 50% sucralosa+ 50% miel, B3. 100% sucralosa). Se obtuvieron 9 tratamientos con 2 réplicas, con un total de 18 unidades experimentales.

Los tratamientos se codificaron usando las iniciales de las frutas (uvilla-U y arándano-A) y de los endulzantes (miel-M y sucralosa-S) seguidos del porcentaje utilizado de cada uno y su relación según la concentración de uvilla/arándano y endulzante, según se muestra en la matriz de diseño (Tabla 1).

Tabla 1. Matriz de diseño (arreglo factorial) del experimento

		Factor A: concentración de uvillas (U) y de arándanos (A)		
		50U50A	70U30A	90U10A
Factor B:	100M	50U50A-100M	70U30A-100M	90U10A-100M
Endulzante	50S50M	50U50A-50S50M	70U30A-50S50M	90U10A-50S50M
miel (M) y/o sucralosa (S)	100S	50U50A-100S	70U30A-100S	90U10A-100S

Las variables dependientes para la selección de formulación fueron: pH, acidez total titulable, sólidos solubles y extracto seco. Los datos que se obtuvieron en cada tratamiento se analizaron mediante un ANOVA y se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Tukey con una significancia de 0,05 utilizando el software estadístico Minitab.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron cada uno de los parámetros proporcionados por el software Minitab, las tablas de los análisis de varianza (ANOVA) para las variables dependientes se muestran en el Anexo A.

3.1 Índice de madurez de la fruta

El índice de madurez es una medida esencial para evaluar el grado de madurez de las frutas, y generalmente se basa en atributos como el contenido de azúcar y la acidez, atributos que afectan significativamente la calidad y el sabor de las frutas. Para uvillas y arándanos un índice de madurez más alto tiende a indicar un grado de madurez más avanzado, lo que se traduce en un sabor más dulce y una textura más suave. En el caso de las uvillas, un índice de madurez de $7,15 \pm 0,42$ sugirió un grado de madurez moderado a alto, lo que puede ser ideal para la producción de láminas de fruta con un sabor más dulce y una textura más agradable. De manera similar, un índice de madurez de $7,01 \pm 0,75$ en los arándanos también indicó un grado de madurez moderado a alto, lo que es beneficioso si se pretende crear láminas de fruta con un sabor dulce y una textura suave. Los valores determinados indican que las frutas están en un estado adecuado de madurez para la elaboración de láminas de fruta de alta calidad.

3.2 Elaboración láminas de fruta

Se elaboraron nueve prototipos a través de un diseño experimental factorial que implica la manipulación de dos factores críticos: la proporción de uvilla y arándano y el tipo de endulzante. Estas dos variables independientes se han combinado en diferentes proporciones (90:10, 70:30 y 50:50) y se han edulcorado de tres maneras distintas, utilizando sucralosa, miel o una combinación de miel y sucralosa (Figura 2). Este diseño ha sido concebido con el propósito de evaluar el impacto de estas combinaciones en cuatro variables dependientes específicas: pH, °Brix, acidez y materia seca (Tabla 2).

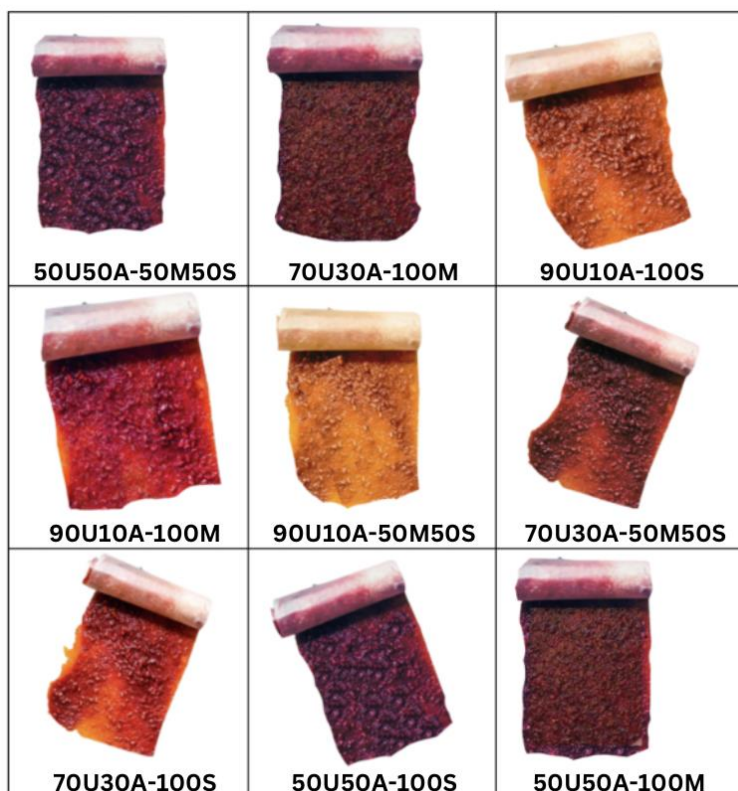


Figura 2. Prototipos de láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa

3.3 Selección del prototipo

El análisis de la varianza (ANOVA) ha desempeñado un papel esencial en este estudio, al permitir determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos conformados por las diversas combinaciones de proporción de uvilla y arándano y tipo de endulzante. La hipótesis nula (H_0) se ha planteado con la premisa de que no existen diferencias significativas, mientras que la hipótesis alternativa (H_1) sugiere que al menos un grupo presenta diferencias en una o más de las variables dependientes analizadas. Los resultados obtenidos han confirmado que únicamente la variable de acidez muestra diferencia significativa entre los grupos (Tabla 2). Estos resultados concuerdan bien con los hallazgos de Sutwal et al. (2019), que demostraron la influencia de la acidez en el reemplazo de azúcar por otros endulzantes.

Para identificar cuáles combinaciones específicas de grupos exhiben diferencias significativas en cuanto a acidez, se aplicó una prueba de Tukey. Esta prueba de comparaciones permitió evaluar todas las posibles combinaciones de grupos y determinar cuáles de ellas

presentan diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 2. Características fisicoquímicas de láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa

Proporción UVILLA: ARÁNDANO*Tipo de endulzante	pH	° Brix	Acidez (%)	Materia Seca
90U10A-100S	3,59 ± 0,08	23,72 ± 2,44	7,34 ± 1,10 ^a	82,20 ± 2,39
90U10A-50M50S	3,73 ± 0,02	27,74 ± 1,87	5,84 ± 0,46 ^{a b}	83,98 ± 1,18
70U30A-100S	3,74 ± 0,01	22,29 ± 2,98	5,22 ± 0,27 ^{a b}	81,44 ± 1,05
90U10A-100M	3,67 ± 0,10	24,42 ± 4,63	4,79 ± 0,65 ^{b c}	84,38 ± 2,71
70U-30A-50M50S	3,81 ± 0,05	25,00 ± 1,72	4,19 ± 0,52 ^{b c d}	84,26 ± 1,33
70u30A-100M	3,67 ± 0,05	28,25 ± 3,30	3,89 ± 0,45 ^{b c d}	83,29 ± 0,50
50U50A-50M50S	3,64 ± 0,03	23,61 ± 5,08	3,01 ± 0,11 ^{c d}	80,41 ± 5,01
50U50A-100S	3,73 ± 0,12	27,28 ± 2,00	2,74 ± 0,63 ^{c d}	83,15 ± 1,75
50U50A-100M	3,69 ± 0,05	26,65 ± 1,71	2,45 ± 0,03 ^d	80,12 ± 4,61
p-valor	0.378 ^{n.s.}	0.659 ^{n.s.}	0.000*	0.836 ^{n.s.}

Valores medios ± desviación estándar. Medias seguidas de por lo menos una misma letra no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

*Significativo a valor $p \leq 0,05$

n.s. No significativo a valor $p > 0,05$




Basándose en los resultados derivados de la prueba Tukey, se procedió con la evaluación sensorial de tres tratamientos específicos (90U10A-100S, 70U30A-50M50S y 50U50A-100M). El primero de estos tratamientos, ha demostrado tener el promedio más elevado en acidez, lo que lo convierte en un candidato de relevancia para la evaluación sensorial. Por otro lado, el tratamiento 50U50A-100M exhibe el promedio más bajo de acidez, lo que igualmente lo hace destacar para la evaluación. Asimismo, se ha considerado pertinente incluir el tratamiento 70U30A-50M50S, que se ubica en una posición intermedia en términos de acidez, proporcionando un valor promedio. Según un estudio realizado por Buchilina y Aryana (2021), la acidez tiende a incrementar con el reemplazo de sacarosa por endulzantes no calóricos.

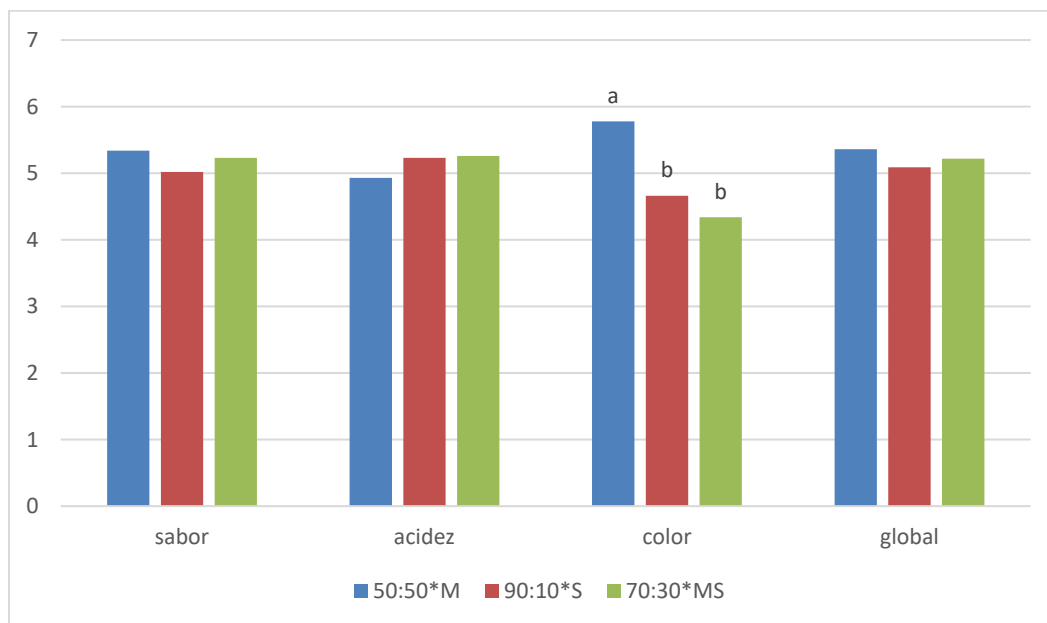
3.3.1 Análisis sensorial

Esta etapa de evaluación tiene como finalidad la identificación del tratamiento más aceptado por el consumidor entre tres formulaciones seleccionadas (Tabla 3), mediante una prueba escala hedónica. Los resultados se muestran en la Figura 3.

La elección de los tratamientos se basó en obtener una comprensión completa de cómo la acidez impacta en la a aceptabilidad de los evaluadores.

Tabla 3. Leyenda para la figura de aceptabilidad sensorial por parámetros de láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa

<p><i>50U50A-100M</i></p>	
<p><i>90U10A-100S</i></p>	
<p><i>70U30A-50M50S</i></p>	



* Medias seguidas de por lo menos una misma letra no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

Figura 3. Aceptabilidad sensorial por parámetros de láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa

En la evaluación realizada todos los atributos se mantuvieron dentro de la categoría "me gusta moderadamente". Esto indica que, en general, los consumidores mostraron una aceptabilidad equilibrada hacia los diferentes atributos sensoriales del producto, sin inclinarse de manera significativa hacia una evaluación extremadamente positiva o negativa. Este resultado resalta la aceptabilidad general del producto y su capacidad para agradar en diversos aspectos sensoriales, lo que es un indicador positivo para la calidad y el equilibrio del producto. Existió diferencia significativa únicamente en el atributo de color (Tabla 3). Es importante destacar que la muestra 50U50A-100M, fue la que obtuvo la calificación más alta en términos de agrado por parte de los consumidores, por lo que fue seleccionada para realizar la caracterización proximal y nutricional.

3.4 Caracterización del prototipo seleccionado

Con el fin de destacar el contenido de compuestos bioactivos en las materias primas utilizadas, la caracterización del prototipo se dividió en dos partes: 1) la determinación de azúcares reductores, carotenos y antocianinas y 2) el análisis proximal.

3.4.1 Determinación de azúcares reductores, carotenoides y antocianinas

El producto desarrollado tiene como materias primas principales la uvilla y el arándano que son fuente de compuestos bioactivos como carotenoides y antocianinas. La determinación de este tipo de compuestos en alimentos es importante porque puede conferir al producto la característica de “alimento funcional” dado por la actividad antioxidante que aportan estos componentes. Por otro lado, la determinación de azúcares reductores es importante porque proporciona información específica sobre el tipo de azúcares presentes y su impacto sobre la salud para que los consumidores puedan tomar decisiones informadas para su dieta, que está relacionado con el control de la ingesta de azúcares agregados.

Dos de los azúcares más prevalentes en el producto son la glucosa y la fructosa, y se encuentran en la uvilla, arándano y miel, contribuyendo así a los azúcares reductores presentes en la lámina de fruta. Estos valores proporcionan una comprensión detallada de la composición de azúcares en los ingredientes clave, lo que es fundamental para evaluar el perfil nutricional y sensorial del producto final. Numerosos estudios publicados se enfocan en el estudio de las características de la fruta fresca mientras que son escasos los análisis en un producto elaborado (Yilidiz et al., 2015; Reque et al., 2014; Velásquez y Goetschel, 2019). En el análisis de azúcares reductores se comprobó que la lámina de fruta contiene un 2.63% de azúcares reductores (Tabla 4). Estos azúcares tienen un índice glucémico más alto, lo cual implica una liberación rápida de glucosa al torrente sanguíneo. La lámina de fruta presenta un rango moderado de azúcares reductores, esto evitaría una respuesta glucémica excesiva y contribuye a prevenir efectos negativos asociados, como la hipoglucemia reactiva y la resistencia a la insulina (Merino et al., 2019). En este contexto, el contenido de azúcares reductores en la lámina de fruta se considera adecuado, permitiendo disfrutar de su sabor dulce de manera equilibrada sin comprometer significativamente la salud metabólica. Por lo tanto, resultaría interesante la cuantificación del índice glucémico del prototipo seleccionado.

Existen numerosos estudios que cuantifican los carotenoides de la uvilla como fresca y

en productos derivados (Etzbach et al., 2018; Shahein, 2022). Cabe recalcar que los carotenoides son sensibles al calor, lo que los hace propensos a degradarse durante procesos térmicos como la cocción (Atencio et al., 2022). El contenido de carotenoides en la lámina de fruta fue de 0,89 mg/g (Tabla 4), un valor muy inferior al contenido de carotenoides en fruta fresca. La exposición a altas temperaturas puede resultar en la pérdida de color y la degradación de estos compuestos en los alimentos. La magnitud de esta pérdida está sujeta a diversos factores, tales como la duración y la temperatura del tratamiento térmico, así como la naturaleza del alimento.

Las antocianinas, flavonoides presentes en diversas frutas y vegetales, destacan por sus beneficios para la salud. Reconocidas por su potente capacidad antioxidante, ayudan a contrarrestar el estrés oxidativo y proteger las células contra el daño (Nascimento et al., 2022; Ashiwn et al., 2023; Liu et al., 2021). Además, estas sustancias han demostrado propiedades antiinflamatorias, lo que las posiciona como potenciales agentes en la prevención y manejo de enfermedades crónicas asociadas con la inflamación (Liu et al., 2021). El contenido total de antocianinas en las láminas fue de 0,67 mg/g (Tabla 4) proveniente de los arándanos utilizados en la elaboración de la lámina de frutas. La diferencia entre el contenido de antocianinas en el arándano fresco y en la lámina está relacionado con un proceso de concentración de estos compuestos durante la deshidratación. Según Wu et al. (2023), las antocianinas de arándano son especialmente sensibles a factores ambientales y se ven afectadas fácilmente por diversos elementos, tales como estructura química, pH, concentración, oxígeno, bioactividad y biodisponibilidad.

Tabla 4. Contenido de azúcares reductores, carotenoides y antocianinas en láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa

COMPONENTE		CONCENTRACION
Azúcares reductores (mg/g)	Glucosa	1,315 ± 0,028
	Fructosa	1,316 ± 0,030
Carotenoides totales (mg/g)		0,89 ± 0,01
Antocianinas totales (mg/g)		0,67 ± 0,01

La cuantificación de compuestos bioactivos es importante a la hora de evaluar la calidad

de productos alimenticios, especialmente en aquellos de consumo tradicional para garantizar la frescura, seguridad y potencial beneficio para la salud. Sin embargo, es notable la ausencia de productos que ofrezcan esta información de manera clara y accesible para los consumidores. La incorporación de esta medida en productos tradicionales podría no solo satisfacer la demanda creciente de información nutricional detallada por parte de los consumidores sino también destacar el valor nutricional y beneficios saludables de estos productos en el mercado actual.

3.5 Análisis nutricional

En la Tabla 5 se muestra el resultado del análisis nutricional de la lámina de fruta. El reducido contenido de humedad (12%) se atribuye al proceso de deshidratación al cual se somete el producto. Asimismo, la escasa presencia de proteínas y grasas se relaciona con las características inherentes de las frutas empleadas y la matriz propia del alimento, razón por la que en muchos trabajos de investigación no se reportan. Se encuentran valores de grasa del 7% en mermelada suplementada con polvo de semilla de dátil (Anwar et al., 2023). Las láminas de fruta están clasificadas como confituras cuyo componente principal son los azúcares con valores superiores a 60% (Fuster, 2004). El contenido de carbohidratos totales de las láminas de fruta se ve influenciado tanto por la cantidad de fruta utilizada como por la miel. Los carbohidratos presentes aportan al dulzor (azúcares reductores) y a la formación del gel (pectina).

Tabla 5. Análisis nutricional de las láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa

COMPOSICIÓN	CONCENTRACIÓN (%)
Humedad	12,32 ± 0,30
Cenizas	5,71 ± 1,00
Proteínas	1,90 ± 0,25
Grasa	0,24 ± 0,05
Carbohidratos totales	79,82
Azúcares	13,63 ± 0,04
Sodio	0,02 ± 0,01
Fibra	8,10 ± 1,13

3.6 Etiqueta y embalaje

La Figura 3a muestra la etiqueta nutricional de láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa. El producto tiene un nivel calórico inferior a productos con el mismo propósito como los caramelos, gomitas y snacks salados. Esto se debe al bajo contenido de grasa, proteína y sodio en el producto.

Información nutricional		
Tamaño de la porción	1 unidad	(21 g)
Porciones por envase	1	
Cantidad por porción		
Energía	289 KJ	69 kcal
Energía de la grasa	0 KJ	0 kcal
%VDR		
Grasa total	0g	0%
Sodio	5mg	0%
Carbohidratos totales	17g	6%
Fibra dietética	2g	7%
Azúcares	3g	
Proteína	0g	0%
*Porcentaje de valores diarios basados en una dieta de 2000kcal (8380kJ).		

(a)



(b)

Figura 4. a) Etiqueta y b) Semáforo nutricional de láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa

El contenido de azúcares naturales presentes en la fruta, así como la adición de miel en la formulación generan un nivel medio de azúcar según la codificación del semáforo nutricional, como se observa en la Figura 3b. Es importante destacar que la lámina de fruta no contiene grasa y posee un bajo contenido de sodio. Aunque un nivel intermedio de azúcar podría percibirse como menos saludable para el consumidor, cabe señalar que la fuente principal de azúcares es la miel de abeja y siendo un producto sin azúcares añadidos. La miel de abeja, además de su contenido en glucosa y fructosa, presenta propiedades biológicas beneficiosas, como actividades antibacterianas, antiinflamatorias, antioxidantes, antiúlceras y antitumorales (García-Chaviano et al., 2022). Este aspecto resalta los potenciales beneficios para la salud asociados con el contenido

de miel en el producto.

Respecto al empaque para las láminas, se propone un empaque primario en el que el producto se distribuye sobre papel encerado para evitar adherencias. Como empaque secundario se emplearía un envoltorio compuesto de polietileno metalizado. El polietileno de grado alimenticio garantiza la seguridad en el contacto con los alimentos, previniendo cualquier transferencia indeseada de sustancias al producto. Además, el aluminio actúa como una barrera efectiva contra la luz, el oxígeno y la humedad, preservando así la frescura y la calidad del producto (Deshwal y Panjagari, 2020). Esta combinación de materiales proporciona una protección adecuada para alimentos delicados, como las láminas de fruta, y al mismo tiempo cumple con los rigurosos estándares de inocuidad alimentaria.

Además, se propone "ANDINO" como la marca del producto (Figura 4). Concebida para la lámina de frutas con el propósito de evocar la esencia de la región andina del Ecuador presente en los ingredientes del producto.



Figura 4. Prototipo del empaque de láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel y/o sucralosa

La intención es destacar a este producto como un dulce andino auténtico, originario del Ecuador. El logo incorpora elementos como montañas para representar la región andina y espirales, reflejando la forma característica del producto. Se seleccionaron los colores amarillo y

morado, inspirados en los tonos presentes en las frutas utilizadas, como parte de la identidad visual de la marca. Este enfoque busca transmitir la autenticidad, el origen y la calidad del producto al consumidor.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La variación del contenido de uvilla, arándano, miel y sucralosa no produjo cambios en las características fisicoquímicas de las láminas desarrolladas a excepción de la acidez. Esta característica permitió evaluar la aceptabilidad de los consumidores. El color de las formulaciones fue el atributo que más influyó en la decisión de los consumidores. Las láminas elaboradas con 50% uvilla y 50% arándanos endulzados con miel (50U50A-100M) fueron las de mayor aceptación. En general, la aceptación de las tres formulaciones utilizadas en el análisis sensorial se mantuvo dentro de la categoría "me gusta moderadamente", lo que demuestra la aceptación del consumir hacia el producto.

El análisis de antocianinas, carotenoides y azúcares reductores de las láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel (50U50A-100M) permiten describir al prototipo seleccionado como un producto saludable y funcional, ya que además la lámina de fruta presentó un índice medio de azúcar, no contiene grasa y bajo contenido de sodio.

El análisis global de resultados muestra a la elaboración de láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel como una alternativa para el aprovechamiento de fruta que no puede comercializarse en fresco ofreciendo al consumidor un alimento con buenas características nutricionales y buena aceptabilidad sensorial, siendo además una opción para consumidores con condiciones como veganismo e intolerancia a la lactosa y al gluten.

Sería interesante profundizar los estudios en la composición química de las láminas de uvilla y arándano endulzadas con miel con el fin de conocer por ejemplo el perfil de carotenoides y antocianinas presentes, así como también la vida útil del producto, y otros aspectos de importancia como el efecto de las temperaturas de deshidratación sobre el contenido de compuestos bioactivos y aplicar diferentes temperaturas de deshidratación para determinar una eficiencia de tiempo reduciendo pérdidas nutricionales.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afrin, S., Haneefa, S. M., Fernandez-Cabezudo, M. J., Giampieri, F., Al-Ramadi, B. K., & Battino, M. (2020). Therapeutic and preventive properties of honey and its bioactive compounds in cancer: An evidence-based review. *Nutrition research reviews*, 33(1), 50-76.
- Agarwal, A., Rizwana, Tripathi, A. D., Kumar, T., Sharma, K. P., & Patel, S. K. S. (2023). Nutritional and Functional New Perspectives and Potential Health Benefits of Quinoa and Chia Seeds. *Antioxidants*, 12(7), 1413.
- Akinlolu-Ojo, T., Nwanna, E. E., & Badejo, A. A. (2022). Physicochemical constituents and anti-oxidative properties of ripening hog plum (*Spondias mombin*) fruits and the quality attributes of jam produced from the fruits. *Measurement: Food*, 7, 100037. <https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2022.100037>
- Almatroodi, S. A., Alsahli, M. A., Almatroudi, A., Khan, A. A., & Rahmani, A. H. (2021). Peppermint, (*Mentha × piperita*): Role in Management of Diseases through Modulating Various Biological Activities. *Pharmacognosy Journal*, 13(3), 822–827. <https://doi-org.ezbiblio.usfq.edu.ec/10.5530/pj.2021.13.104>
- Anwar, S., Saleem, A., Razzaq, A., Nasir, M. A., Hussain, A., Tariq, M. R., Ali, S. W., Intisar, A., Safdar, W., Umer, Z., Basharat, Z., Ali, U., Mehmood, H., & Masood, S. (2023). Nutritional probing and storage stability of papaya jam supplemented with date pit powder. *Heliyon*, 9(5), e15912. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15912>
- Ashwin, P. P., Sutar, N. G., Vishnu, A. S., Ajith, J. S., & Waghade, P. B. (2023). Anticancer Activity of Anthocyanins: A Comprehensive Review. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 10(1S), 5993-6007.
- Atencio, S., Verkempinck, S. H. E., Reineke, K., Hendrickx, M., & Van Loey, A. (2022). Heat and Light Stability of Pumpkin-Based Carotenoids in a Photosensitive Food: A Carotenoid-Coloured Beverage. *Foods*, 11(3), 485. <http://dx.doi.org/10.3390/foods11030485>
- Bandaru, H., & Bakshi, M. (2020). Fruit Leather: Preparation, packaging and its effect on sensorial and physico-chemical properties: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(6), 1699-1709.
- Bonilla Nepomuceno, G. (2019). *Implementación de análisis bromatológicos (grasas totales, cenizas, humedad y fibra cruda) en la empresa Alimentos Tenerife*. Fabricación de Alimentos Tenerife S.A. de C.V.
- Buchilina, A., & Aryana, K. (2021). Physicochemical and microbiological characteristics of camel milk yogurt as influenced by monk fruit sweetener. *Journal of Dairy Science*, 104(2), 1484-1493.
- Capus, C., Juntamay Tenezaca, E. R. & Lucero Redrobán, O. P. (1999). Evaluación nutricional de la uvilla (*Physalis peruviana l.*) deshidratada, a tres temperaturas mediante un deshidratador de bandejas [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].

<http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/Articulos/Perfiles08Art8.pdf>

- de Arruda Nascimento, E., de Lima Coutinho, L., da Silva, C. J., de Lima, V. L. A. G., & dos Santos Aguiar, J. (2022). In vitro anticancer properties of anthocyanins: A systematic review. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Reviews on Cancer*, 1877(4), 188748.
- Deshwal, G. K., & Panjagari, N. R. (2020). Review on metal packaging: Materials, forms, food applications, safety and recyclability. *Journal of food science and technology*, 57, 2377-2392.
- Etzbach, L., Pfeiffer, A., Weber, F., & Schieber, A. (2018). Characterization of carotenoid profiles in goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruits at various ripening stages and in different plant tissues by HPLC-DAD-APCI-MSⁿ. *Food chemistry*, 245, 508–517. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.120>
- Flores Calderón, C., Seperiza Wittwer, A., & Florez Mendez, J. (2022). Perfil químico y capacidad antioxidantes de hierbas aromáticas del sur de Chile con fines medicinales. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 6(18), 463-476.
- Fuster, V. (2004). Mermeladas y confituras. *Química y Bioquímica de los alimentos II*, 104.
- Ganchala Tierra, C. V. (2021). *Evaluación de pérdidas físicas en poscosecha de cinco productos hortofrutícolas de la “Feria Ciudadana Yo Prefiero” Cotopaxi, Latacunga* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/23018/3/UCE-FAG-GANCHALA%20CRISTINA.pdf>
- García Martínez, E., & Fernández Segovia, I. (2000). Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte. ETSIAMN. *Universitat Politècnica de València*. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16338/Determinación%20de%20pr%09ot%20einas.pdf>
- Golden Sweet Spirit*. (2020). *Salud*. <https://golden.ec/salud/>
- González, M. V. G., Alvarez, L. F. A., & Ramos, A. (2023). Efecto edulcorante de la sucralosa en la elaboración de mermeladas. *Reciena*, 3(1).
- Jiménez-Bonilla, V., & Abdelnour-Esquivel, A. (2013). *Identificación y valor nutricional de algunos materiales nativos de arándano (Vaccinium spp)*. *Tecnología en Marcha*, 26(2), 3-8.
- Manful, C. F., Hameed, A., & Thomas, R. H. (2023). *Berries. In Functional Foods and Their Implications for Health Promotion* (pp. 161-217). Academic Press.
- Martínez Cruz, N. del S., Arévalo, K., Verde, M. J., Rivas, C., Oranday, A., Núñez, A., & Morales, E. (2011). Antocianinas y actividad anti radicales libres de *Rubus adenotrichus* Schltdl (zarzamora). *Departamento de Biología Celular y Genética, Laboratorio de Micropropagación*, 42(4). <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcf/v42n4/v42n4a7.pdf>

- Mendoza-Isaza, N. A., Hoyos-Arbeláez, J. A., & Peláez-Jaramillo, C. A. (2020). Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales de extractos de tallo de *Stevia rebaudiana* en varios modelos in vitro. *Revista EIA*, 17(34), 53-61.
- Merino, B., Fernández-Díaz, C. M., Cózar-Castellano, I., & Perdomo, G. (2019). Intestinal fructose and glucose metabolism in health and disease. *Nutrients*, 12(1), 94.
- Megazyme. (2017). A simplified modification of the AOAC official method for determination of total dietary fibers. *Journal of AOAC International*, 90(1), 217–224.
- Miller, G. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31 (3). pp. 426-428. <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>
- Montaluisa, J., & Japa, K. (2023). La diabetes y la hipertensión arterial, dos enfermedades crónicas que afectan a la salud de los ecuatorianos - Facultad de Medicina | UDLA. *Facultad de Medicina | UDLA - Facultad de Medicina | UDLA*. <https://www.udla.edu.ec/facultad-medicina/2023/07/14/la-diabetes-y-la-hipertension-arterial-dos-enfermedades-cronicas-que-afectan-a-la-salud-de-los-ecuatorianos/>
- Montañez, L. J. B. (2020). Cuantificación de azúcares reductores del sustrato en residuos de piña con el método del ácido 3, 5-dinitrosalicílico. *Revista de Investigación*, 13(1), 57-66.
- Morales-Erazo, Laura V., González-Cárdenas, Ivonne A., Abella-Gamba, Johanna P., & Ahumada-Forigua, Diego A. (2019). Técnicas de titulación ácido-base: consideraciones metrológicas. *Revista Colombiana de Química*, 48(1), 26- 34. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v48n1.72401>
- Moreno-Miranda, C., Moreno-Miranda, R., Pilamala-Rosales, A.A., Molina, J. I., Cerda-Mejía L. (2019). El sector hortofrutícola de Ecuador: Principales características socio-productivas de la red agroalimentaria de lauvilla (*Physalis peruviana*). *Ciencia y Agricultura*, 16(1), 31-51. <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n1.2019.8809>
- Muñoz-Fariña, O., López-Casanova, V., García-Figueroa, O., Roman-Benn, A., Ah-Hen, K., Bastias-Montes, J. M., ... & Ravanal-Espinosa, M. C. (2023). Bioaccessibility of phenolic compounds in fresh and dehydrated blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Food Chemistry Advances*, 2, 100171.
- NTE INEN 2 485. (2009). Frutas frescas. Uvilla. Requisitos. <https://ia802905.us.archive.org/7/items/ec.nte.2485.2009/ec.nte.2485.2009.pdf>
- NTE INEN 382. (1985). Conservas vegetales. Determinación del extracto seco (sólidos totales). <https://archive.org/details/ec.nte.0382.1986/page/n1/mode/2up>
- NTE INEN 419. (1988). Conservas vegetales mermelada de frutas. Requisitos. <https://ia904706.us.archive.org/35/items/ec.nte.0419.1988/ec.nte.0419.1988.pdf>
- NTE INEN 520. (2012). Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza. <https://www.scribd.com/doc/187738698/NTE-INEN-520-2012-Harina-Cenizas>

- NTE INEN 523. (1980). Harinas de origen vegetal. Determinación de grasa. [h□https://ia802909.us.archive.org/25/items/ec.nte.0523.1981/ec.nte.0523.1981.pdf](https://ia802909.us.archive.org/25/items/ec.nte.0523.1981/ec.nte.0523.1981.pdf)
- Paramita, F., Katmawanti, S., & Kurniawan, A. (2022). Proximate Analysis and Fiber Content of Smoothies Fortified with Chia Seeds. *Journal of Public Health in Africa*, *13*, 1–4. <https://doi-org.ezbiblio.usfq.edu.ec/10.4081/jphia.2022.2707>
- Pillco Cochan, C. J., Guzmán Loayza, D., & Cuéllar Bautista, J. E. (2021). Composición físico-química y análisis proximal del fruto de sofaique *Geoffroea decorticans* (Hook. et Arn.) procedente de la región Ica-Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, *87*(1), 14-25.
- Ponce, L. (2023) Frutas como el arándano son una oportunidad para diversificar las exportaciones ecuatorianas y generar empleo en sectores como la Sierra Centro. La Hora. <https://www.lahora.com.ec/pais/frutas-arandanos-diversificar-exportaciones-ecuador/#:~:text=El%20potencial%20de%20producci%C3%B3n%20de,producci%C3%B3n%20de%20ar%C3%A1ndanos%20en%20Ecuador.>
- Reque, P. M., Steffens, R. S., Silva, A. M. D., Jablonski, A., Flôres, S. H., Rios, A. D. O., & Jong, E. V. D. (2014). Characterization of blueberry fruits (*Vaccinium* spp.) and derived products. *Food Science and Technology*, *34*, 773-779.
- Sepúlveda, C. B., Campos, J. H., & Moya, V. U. (2023). Mejoramiento de la calidad de frutos en arándano mediante el uso de inductores hormonales en condiciones de restricción hídrica. *Uso de inductores hormonales para incrementar la tolerancia a sequía y calidad de frutos en arándano*, 49.
- Shahein, M. R., Atwaa, E. S. H., Radwan, H. A., Elmeligy, A. A., Hafiz, A. A., Albrakati, A., & Elmahallawy, E. K. (2022). Production of a Yogurt Drink Enriched with Golden Berry (*Physalis pubescens* L.) Juice and Its Therapeutic Effect on Hepatitis in Rats. *Fermentation*, *8*(3), 112. <http://dx.doi.org/10.3390/fermentation8030112>
- Sierra, J. A., Escobar, J. S., Corrales-Agudelo, V., Lara-Guzmán, O. J., Velásquez-Mejía, E. P., Henao-Rojas, J. C., ... & Muñoz-Durango, K. (2022). Consumption of golden berries (*Physalis peruviana* L.) might reduce biomarkers of oxidative stress and alter gut permeability in men without changing inflammation status or the gut microbiota. *Food Research International*, *162*, 111949.
- Sutwal, R., Dhankhar, J., Kindu, P., & Mehla, R. (2019). Development of low calorie jam by replacement of sugar with natural sweetener stevia. *Int J Cur Res Rev/ Vol*, *11*(04), 10.
- Velásquez, D., & Goetschel, L. (2019). Determinación de la calidad físico-química de la miel de abeja comercializada en Quito y comparación con la miel artificial. *Enfoque UTE*, *10*(2), 52-62.
- Wu, Y., Han, T., Yang, H., Lyu, L., Li, W., & Wu, W. (2023). Known and potential health benefits and mechanisms of blueberry anthocyanins: A review. *Food Bioscience*, 103050.
- Yıldız, G., İzli, N., Ünal, H., & Uylaşer, V. (2015). Physical and chemical characteristics of

goldenberry fruit (*Physalis peruviana* L.). *Journal of food science and technology*, 52(4), 2320–2327. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1280-3>

ANEXO A: Análisis de varianza ANOVA para los tratamientos

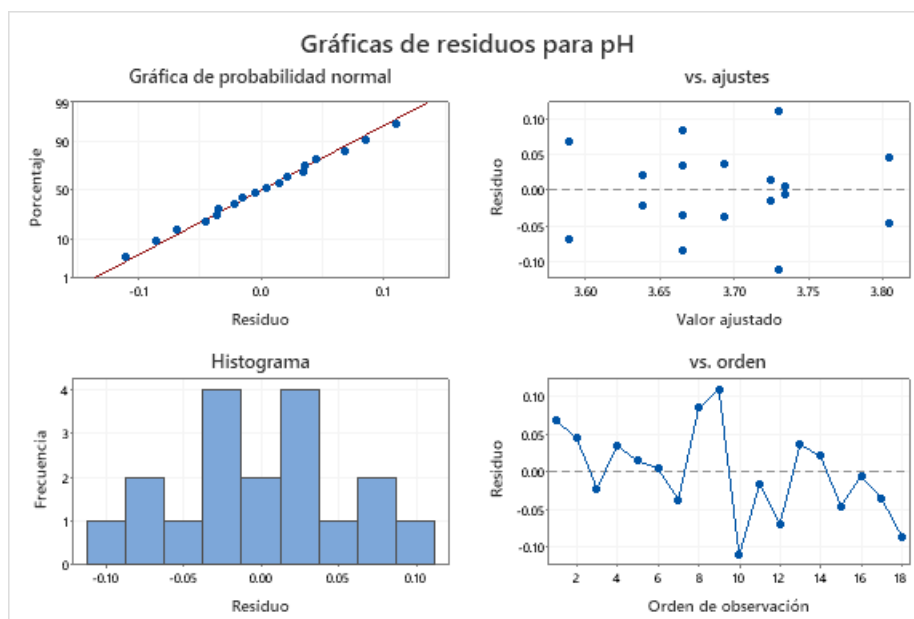


Figura 5. Análisis de los supuestos para pH

Tabla 6. Análisis de varianza ANOVA del pH de los tratamientos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	0.064303	0.008038	1.23	0.378 ^{n.s.}
Lineal	4	0.025305	0.006326	0.97	0.469 ^{n.s.}
Proporción uvilla arándano	2	0.017494	0.008747	1.34	0.309 ^{n.s.}
Tipo de endulzante	2	0.007811	0.003906	0.60	0.570 ^{n.s.}
Interacciones de 2 términos	4	0.038998	0.009750	1.50	0.282 ^{n.s.}
Error	9	0.058624	0.006514		
Total	17	0.122927			

*Significativo a valor $p \leq 0,05$

n.s. No significativo a valor $p > 0,05$

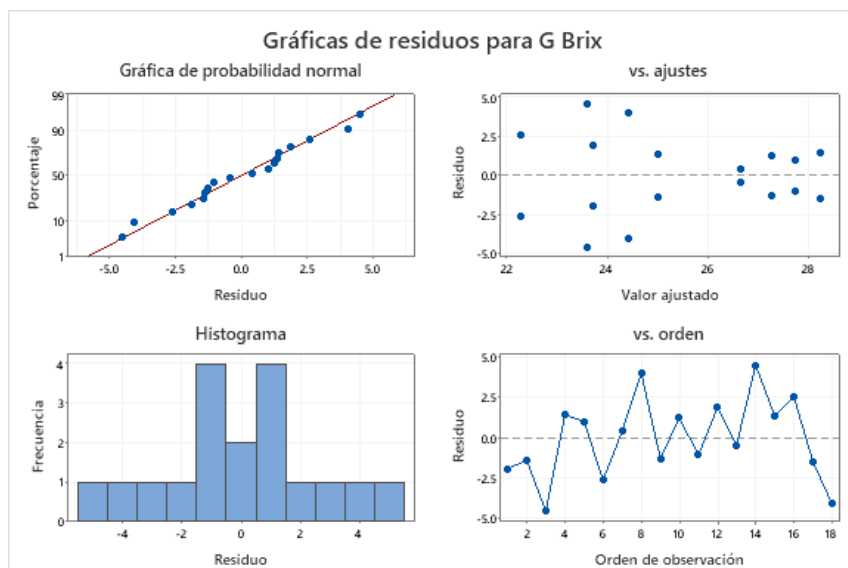


Figura 6. Análisis de los supuestos para Grados Brix

Tabla 7. Análisis de varianza ANOVA de los Grados Brix de los tratamientos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	71087	88859	0.74	0.659 ^{n.s.}
Lineal	4	13691	34228	0.29	0.880 ^{n.s.}
Proporción uvilla arándano	2	1530	0.7649	0.06	0.939 ^{n.s.}
Tipo de endulzante	2	12161	60806	0.51	0.619 ^{n.s.}
Interacciones de 2 términos	4	57396	143490	1.20	0.376 ^{n.s.}
Error	9	107987	119986		
Total	17	179075			

*Significativo a valor $p \leq 0,05$

n.s. No significativo a valor $p > 0,05$

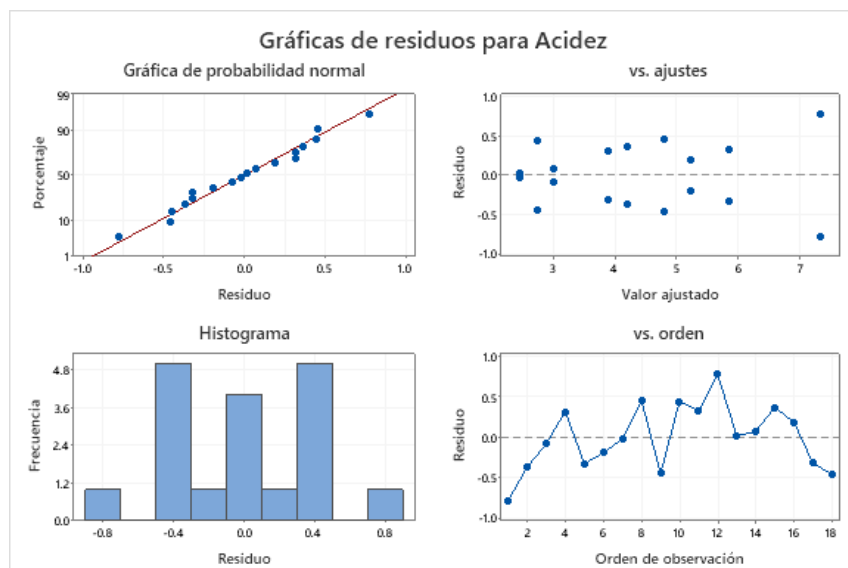


Figura 7. Análisis de los supuestos para acidez

Tabla 8. Análisis de varianza ANOVA de la acidez de los tratamientos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	40686	50858	16.34	0.000*
Lineal	4	37671	94178	30.27	0.000*
Proporción uvilla arándano	2	31852	159258	51.18	0.000*
Tipo de endulzante	2	5820	29098	9.35	0.006*
Interacciones de 2 términos	4	3015	0.7538	2.42	0.124 ^{n.s.}
Error	9	2800	0.3112		
Total	17	43487			

*Significativo a valor $p \leq 0,05$

n.s. No significativo a valor $p > 0,05$

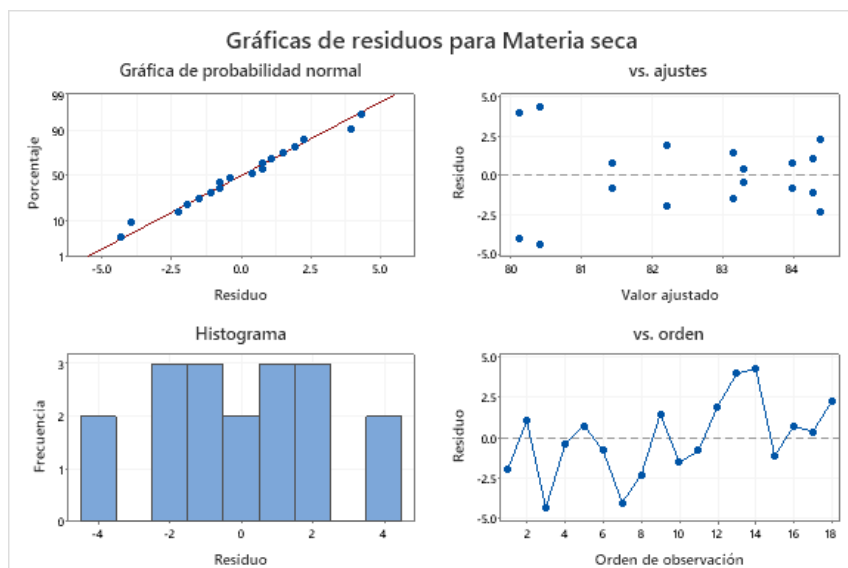


Figura 8. Análisis de los supuestos para materia seca

Tabla 9. Análisis de varianza ANOVA del extracto seco de los tratamientos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	42209	52761	0.49	0.836 ^{n.s.}
Lineal	4	18534	46336	0.43	0.784 ^{n.s.}
Proporción uvilla arándano	2	17372	86858	0.81	0.476 ^{n.s.}
Tipo de endulzante	2	1163	0.5813	0.05	0.948 ^{n.s.}
Interacciones de 2 términos	4	23674	59186	0.55	0.704 ^{n.s.}
Error	9	96855	107616		
Total	17	139063			

*Significativo a valor $p \leq 0,05$

n.s. No significativo a valor $p > 0,05$

ANEXO B: Evaluación sensorial

Tabla 10. Análisis de varianza ANOVA del sabor de los tratamientos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	2	4912	2456	1,83	0,163 ^{n.s.}
Jueces	94	185663	1975	1,47	0,013*
Error	188	252421	1343		
Total	284	442996			

*Significativo a valor $p \leq 0,05$

n.s. No significativo a valor $p > 0,05$

Tabla 11. Análisis de varianza de la acidez de los tratamientos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	2	6575	3288	2,38	0,096 ^{n.s.}
Jueces	94	239719	2550	1,84	0,000*
Error	188	260091	1383		
Total	284	506386			

*Significativo a valor $p \leq 0,05$

n.s. No significativo a valor $p > 0,05$

Tabla 12. Análisis de varianza del color de los tratamientos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	2	106,3	53161	36,79	0,000*
Jueces	94	189,7	2018	1,40	0,028*
Error	188	271,7	1445		
Total	284	567,7			

*Significativo a valor $p \leq 0,05$

n.s. No significativo a valor $p > 0,05$

Tabla 13. Análisis de varianza ANOVA global de los tratamientos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	2	3291	1646	1,48	0,231 ^{n.s.}
Jueces	94	166961	1776	1,59	0,004*
Error	188	209375	1114		
Total	284	379628			

*Significativo a valor $p \leq 0,05$

n.s. No significativo a valor $p > 0,05$

Nombre: _____

Edad: _____

Fecha: 06.11.2023

Sexo: M / F

Frente a usted se presentan tres muestras de láminas de uvilla y arándano. Por favor, pruebe las muestras de izquierda a derecha y evalúe cada uno de los atributos indicados y su percepción global. Entre las evaluaciones de las muestras tome un poco de agua y espere 30 segundos antes de probar la siguiente muestra. Escriba el número de la escala establecida de acuerdo con su criterio en el casillero correspondiente al código de cada muestra según el atributo evaluado. En caso de tener algún comentario, se dispone en la parte inferior un espacio para esta información.

7	Me gusta extremadamente
6	Me gusta mucho
5	Me gusta moderadamente
4	No me gusta ni me disgusta
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

SABOR

524	713	182

ACIDEZ

524	713	182

COLOR

524	713	182

GLOBAL

524	713	182

Comentarios:

Figura 9. Cuestionario evaluación sensorial

Consentimiento informado

Yo _____ con identificación (CI) : _____ acepto de forma voluntaria mi participación en una evaluación sensorial de láminas de uvilla y arándano, con el conocimiento que algunos ingredientes que consumiré pueden ser alérgenos como: la miel y las semillas de chía. Por tanto, confirmo no tener ninguna restricción personal o médica relacionada con los elementos mencionados, como la diabetes, que me prohíba ingerir estos alimentos.

Firma: _____ Fecha: _____

Figura 10. Consentimiento informado