

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AZÚCAR POR
INULINA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS, MECÁNICAS, MICROBIOLÓGICAS Y
SENSORIALES DE LA MERMELADA DE BABACO (*Carica*
***pentagona* H.)**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Autores : Bach. José Sebastian Guadalupe Jiménez
Bach. Jeraldine Nicole Palomino Román

Asesor : Dr. Ernesto Hernández Martínez

Co-asesor : M.Sc. Andrea Fioreli Velarde Santoyo

Línea de investigación: LI_IIA_02 - Desarrollo y Caracterización de Productos

JAÉN-PERÚ, JULIO 2026

Sebastian Guadalupe Jiménez - Jeraldine Palomino...

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AZÚCAR POR INULINA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, ...

 Quick Submit Quick Submit Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3611931719

90 páginas

Fecha de entrega

15 jul 2026, 3:41 p.m. GMT-5

17.696 palabras

Fecha de descarga

15 jul 2026, 3:46 p.m. GMT-5

101.550 caracteres

Nombre del archivo

BABACO_Carica_pentagona_H._-Jos_Sebastian_Guadalupe_Jimnez.pdf

Tamaño del archivo

22.9 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dra. María Marién Torres Cruz
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

3% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 3%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dra. María Marleni Torres Cruz
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 07 de julio del año 2026, siendo las 08:50 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dr. Juan Darío Ríos Mera

Secretario: Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán

Vocal: Dr. Gary Charly García Guevara, para evaluar la Sustentación de:

() Trabajo de Investigación

(☒) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AZÚCAR POR INULINA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MECÁNICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE LA MERMELADA DE BABACO (*Carica pentagona* H.)**", presentado por los bachilleres José Sebastian Guadalupe Jiménez y Jeraldine Nicole Palomino Román de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(☒) Aprobar () Desaprobar (☒) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

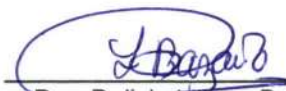
- | | | |
|----------------|------------|---|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | (☒) |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 09:50 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

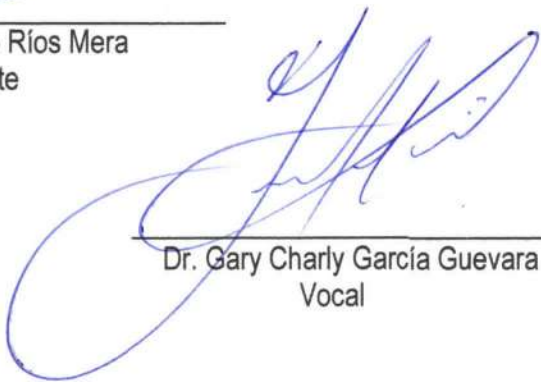
Jaén, 07 de julio de 2026



Dr. Juan Darío Ríos Mera
Presidente



Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán
Secretario



Dr. Gary Charly García Guevara
Vocal

“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”

ANEXO N°06:

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, **José Sebastian Guadalupe Jiménez** identificado con **DNI N° 71002881** y **Jeraldine Nicole Palomino Román** identificada con **DNI N°72320029**, bachilleres de la carrera Profesional de **Ingeniería de Industrias Alimentarias** de la **Facultad de Ingeniería** de la **Universidad Nacional de Jaén**.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos Autores del trabajo titulado:

“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AZÚCAR POR INULINA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MECÁNICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE LA MERMELADA DE BABACO (Carica pentagona H.)”

Asesorados por el Dr. Ernesto Hernández Martínez y co-asesorados por la M.Sc. Andrea Fioreli Velarde Santoyo.

El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar; el Título Profesional/Grado Académico de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 11 de septiembre del 2026.



Bach. José Sebastian Guadalupe Jiménez
DNI. 710028812



Bach. Jeraldine Nicole Palomino Román
DNI. 72320029

ÍNDICE

RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
2.1. Ubicación de las áreas de estudio.....	14
2.2. Materia prima e ingredientes.....	14
2.3. Población, Muestra y Muestreo.....	14
2.3.1. Población.....	14
2.3.2. Muestra.....	15
2.3.3. Muestreo.....	15
2.4. Variables de estudio.....	15
2.4.1. Variable independiente.....	15
2.4.2. Variables dependientes.....	15
2.5. Métodos.....	16
2.5.1. Preparación de la mermelada.....	16
2.5.2. Métodos de análisis de variables dependientes.....	18
2.5.2.1. Determinación de las características fisicoquímicas.....	18
2.5.2.2. Determinación de las características mecánicas.....	19
2.5.2.3. Análisis de la calidad microbiológica.....	20
2.5.2.4. Evaluación de las características sensoriales.....	22
2.5.3. Diseño experimental y análisis de datos.....	24
III. RESULTADOS.....	27
3.1. Características fisicoquímicas, mecánicas y microbiológicas.....	27
3.2. Características sensoriales.....	28
3.2.1. Evaluación sensorial por el método Just-About-Right (JAR).....	28
3.2.2. Evaluación sensorial por el método Rate-All-That-Apply (RATA).....	35
3.2.3. Evaluación de la aceptabilidad por escala hedónica.....	43
IV. DISCUSIÓN.....	45
V. CONCLUSIONES.....	49
VI. RECOMENDACIONES.....	51
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
DEDICATORIA.....	59
AGRADECIMIENTOS.....	61
ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros del Análisis de Perfil de Textura (APT).....	20
Tabla 2. Formulación (%) de tratamientos de mermelada.....	25
Tabla 3. Características fisicoquímicas, mecánicas y microbiológicas de las mermeladas con diferentes sustituciones parciales de azúcar por inulina.....	27
Tabla 4. Frecuencias (%) JAR para los atributos del tratamiento T1 (0% de inulina).....	28
Tabla 5. Frecuencias (%) JAR para los atributos del tratamiento T2 (5% de inulina).....	29
Tabla 6. Frecuencias (%) JAR para los atributos del tratamiento T3 (10% de inulina).....	31
Tabla 7. Frecuencias (%) JAR para los atributos del tratamiento T4 (15% de inulina).....	32
Tabla 8. Frecuencias (%) JAR para los atributos del tratamiento T5 (20% de inulina).....	33
Tabla 9. Lista de palabras generada por los panelistas.....	35
Tabla 10. Unificación de términos sensoriales.....	37
Tabla 11. Depuración de términos sensoriales.....	38
Tabla 12. Léxico sensorial de la mermelada de babaco.....	39
Tabla 13. Aceptabilidad del color, aroma, sabor y general de la mermelada de babaco con diferentes sustituciones parciales de azúcar por inulina.....	44
Tabla 14. ANOVA para el contenido calórico.....	80
Tabla 15. ANOVA para el contenido de sólidos solubles.....	80
Tabla 16. Valores de la prueba Tukey para el contenido de sólidos solubles.....	80
Tabla 17. Prueba de Tukey para el contenido de sólidos solubles ($\alpha = 0.05$).....	81
Tabla 18. ANOVA para la firmeza.....	81
Tabla 19. ANOVA para la elasticidad.....	82
Tabla 20. ANOVA para la cohesión.....	82
Tabla 21. ANOVA para la gomosidad.....	82
Tabla 22. ANOVA para la intensidad del sabor dulce.....	83
Tabla 23. ANOVA para la intensidad del sabor ácido.....	83
Tabla 24. ANOVA para la intensidad del sabor babaco.....	83
Tabla 25. ANOVA para la intensidad del sabor cítrico.....	84
Tabla 26. ANOVA para la intensidad del sabor miel.....	84
Tabla 27. ANOVA para la intensidad del aroma dulce.....	84
Tabla 28. ANOVA para la intensidad del aroma frutal.....	85
Tabla 29. ANOVA para la intensidad del aroma agridulce.....	85
Tabla 30. ANOVA para la intensidad del aroma cítrico.....	85
Tabla 31. ANOVA para la intensidad del aroma miel.....	86
Tabla 32. ANOVA para la intensidad de la apariencia amarilla.....	86
Tabla 33. ANOVA para la intensidad de la apariencia espesa.....	86
Tabla 34. ANOVA para la intensidad de la apariencia gelatinosa.....	87

Tabla 35. ANOVA para la intensidad de la apariencia brillante.....	87
Tabla 36. ANOVA para la intensidad de la apariencia uniforme.....	87
Tabla 37. ANOVA para la intensidad de la sensación en boca grumosa.....	88
Tabla 38. ANOVA para la intensidad de la sensación en boca postgusto.....	88
Tabla 39. ANOVA para la intensidad de la sensación en boca gelatinosa.....	88
Tabla 40. ANOVA para la intensidad de la sensación en boca viscosa.....	89
Tabla 41. ANOVA para la intensidad de la sensación en boca fluida.....	89
Tabla 42. ANOVA para la aceptabilidad del color.....	89
Tabla 43. ANOVA para la aceptabilidad del aroma.....	90
Tabla 44. ANOVA para la aceptabilidad del sabor.....	90
Tabla 45. ANOVA para la aceptabilidad general.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de la preparación de mermelada de babaco.....	16
Figura 2. Esquema experimental de la investigación.....	26
Figura 3. Gráfico de penalización JAR del tratamiento T1 (0% de inulina).....	29
Figura 4. Gráfico de penalización JAR del tratamiento T2 (5% de inulina).....	30
Figura 5. Gráfico de penalización JAR del tratamiento T3 (10% de inulina).....	31
Figura 6. Gráfico de penalización JAR del tratamiento T4 (15% de inulina).....	33
Figura 7. Gráfico de penalización JAR del tratamiento T5 (20% de inulina).....	34
Figura 8. Intensidad de los atributos sensoriales de la categoría de sabor.....	40
Figura 9. Intensidad de los atributos sensoriales de la categoría de aroma.....	41
Figura 10. Intensidad de los atributos sensoriales de la categoría de apariencia.....	42
Figura 11. Intensidad de los atributos sensoriales de la categoría de sensación en boca.....	43
Figura 12. Recepción de babaco.....	71
Figura 13. Lavado del babaco.....	71
Figura 14. Pelado y cortado del babaco.....	71
Figura 15. Escaldado del babaco.....	72
Figura 16. Pulpeado del babaco.....	72
Figura 17. Inulina de achicoria Vivir Power Snack.....	72
Figura 18. Pesado de los componentes.....	73
Figura 19. Mezclado de los componentes.....	73
Figura 20. Esterilización de los frascos de vidrio.....	73
Figura 21. Envasado de la mermelada.....	74
Figura 22. Enfriado de la mermelada.....	74
Figura 23. Almacenado de la mermelada.....	74
Figura 24. Secado de mermelada en estufa BF260UL.....	75
Figura 25. Calorímetro isoperibólico Parr 6200.....	75
Figura 26. Sistema de manejo de agua Parr 6510.....	75
Figura 27. Balanza de humedad MA35 Sartorius.....	76
Figura 28. Refractómetro Digital Brix MA871.....	76
Figura 29. Texturómetro TVT 6700 y sonda 673035.....	76
Figura 30. Recipientes acrílicos para Análisis de Perfil de Textura.....	77
Figura 31. Material de laboratorio en estufa BF260UL.....	77
Figura 32. Agua peptonada, Agar Sabouraud y Agar Cloranfenicol (YGC).....	77
Figura 33. Siembra de los cultivos en cabina de flujo laminar.....	78
Figura 34. Cultivos en placas de Petri.....	78
Figura 35. Cultivos en incubadora Incucell ISIS-B2V/IC55.....	78

Figura 36. Panelistas durante la evaluación sensorial de las mermeladas 1.....	79
Figura 37. Panelistas durante la evaluación sensorial de las mermeladas 2.....	79
Figura 38. Panelistas durante la evaluación sensorial de las mermeladas 3.....	79

RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto de la sustitución parcial de azúcar por inulina sobre las características fisicoquímicas, mecánicas, microbiológicas y sensoriales de la mermelada de babaco (*Carica pentagona* H.), como alternativa para reducir el consumo de azúcar asociado a problemas de salud. Se formularon cinco tratamientos con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de sustitución de azúcar por inulina, cada uno con tres repeticiones. Se analizaron el contenido calórico, los sólidos solubles, el perfil de textura y la calidad microbiológica, además de la evaluación sensorial mediante las metodologías Just-About-Right (JAR), Rate-All-That-Apply (RATA) y una escala hedónica de 9 puntos. La sustitución parcial de azúcar por inulina no afectó significativamente el contenido calórico, el perfil de textura ni la calidad microbiológica ($P > 0.05$). En los sólidos solubles se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), destacando el tratamiento con 10% de inulina, que alcanzó el mayor valor (67.91 °Bx). El análisis de penalidad de la prueba JAR mostró que ningún atributo superó el umbral de 1 en penalidad y 20% de consumidores, por lo que la aceptabilidad general no se vio comprometida, con un índice de aceptabilidad superior al 70% en todos los tratamientos.

Palabras clave: mermelada de babaco, inulina, reducción de azúcar, propiedades fisicoquímicas, perfil de textura, calidad microbiológica, evaluación sensorial.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of partial sugar substitution with inulin on the physicochemical, mechanical, microbiological, and sensory characteristics of babaco (*Carica pentagona* H.) jam, as an alternative to reduce sugar consumption associated with health problems. Five treatments were formulated with 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% sugar substitution with inulin, each with three replicates. Caloric content, soluble solids, texture profile, and microbiological quality were analyzed, in addition to sensory evaluation using the Just-About-Right (JAR), Rate-All-That-Apply (RATA), and a 9-point hedonic scale methodologies. Partial sugar substitution with inulin did not significantly affect caloric content, texture profile, or microbiological quality ($P > 0.05$). Significant differences were observed between treatments for soluble solids ($P < 0.05$), with the 10% inulin treatment showing the highest value (67.91 °Bx). The JAR penalty analysis showed that no attribute exceeded the threshold of 1 penalty and 20% of consumers, indicating that overall acceptability was not compromised, with an acceptability index above 70% for all treatments.

Keywords: babaco jam, inulin, sugar reduction, physicochemical properties, texture profile, microbiological quality, sensory evaluation.

I. INTRODUCCIÓN

El azúcar es un carbohidrato utilizado como edulcorante en alimentos y bebidas, aportando un sabor dulce y mejorando el gusto en diversos productos; además tiene funciones en la fermentación, actúa como conservante y mejora la textura y el color de los alimentos al cocinar (Institute of Food Science and Technology, 2022). Sin embargo, su consumo excesivo se ha convertido en un problema crítico de salud pública asociado con un aumento en la incidencia de enfermedades crónicas como la diabetes, la obesidad y las enfermedades cardiovasculares (Ministerio de Salud [MINSA], 2019).

Durante el período 2023 - 2024, el consumo global de azúcar alcanzó los 177.3 millones de toneladas métricas, lo que representa un aumento de alrededor de 1.3 millones de toneladas en comparación con el año previo (Orús, 2024). Esta tendencia al alza ha generado preocupación por los impactos negativos que su uso excesivo tiene en la salud (Rodríguez-Flores y Sandoval-Herrera, 2023).

Dentro de los productos azucarados se encuentra la mermelada, un producto semilíquido o de consistencia espesa/viscosa obtenido a partir de la cocción de una o varias frutas, ya sean enteras, machacadas o en trozos, a las cuales se les adicionan insumos alimentarios que aportan dulzor, y que, de acuerdo con la norma Codex STAN 296-2009, debe contener un mínimo de 65 °Brix de sólidos solubles (Codex Alimentarius, 2022).

Según Tang (2015), la mermelada tiene una penetración de mercado entre el 30% y el 59% en el Perú, lo que refleja un consumo moderado del producto en los hogares peruanos. En este contexto, el desarrollo de una mermelada baja en azúcar emerge como una solución prometedora. El babaco (*Carica pentagona* H.), una fruta originaria de los Andes ecuatorianos (Robles-Carrión et al., 2016), cuyo cultivo se extiende hasta la ciudad de Jaén (Dirección Regional de Salud Cajamarca et al., 2023) fue elegida como materia prima de la mermelada. En combinación con la inulina, un carbohidrato que se utilizó como sustituto parcial de la sacarosa (Khetto et al., 2023) en la mencionada matriz alimentaria.

El babaco es un fruto que, en estado de madurez óptimo, presenta una cáscara amarilla, puede alcanzar una longitud de hasta 50 cm y un peso de hasta 2 kg

(Aguirre-Rodríguez et al., 2024). Su densidad energética es baja, aportando por cada 100 g de fruta fresca: 21 kcal, 4.54 g de carbohidratos, 1.11 g de proteínas y 0.13 g de grasas (Fatsecret, 2024). A nivel fisicoquímico, presenta una humedad de 76.46 %, un contenido de sólidos solubles de 4.67 °Brix y un pH de 5.35 (Tirado y Cobá, 2024). En cuanto a su perfil organoléptico, el babaco se distingue por su pulpa jugosa, aroma característico y sabor ligeramente ácido con notas similares a piña, limón y papaya (Mihai et al., 2024). Las características descritas hacen del babaco una materia prima adecuada para la elaboración de mermeladas.

La inulina es un carbohidrato no digerible extraído principalmente de la raíz de achicoria (*Cichorium intybus*) (Qin et al., 2023). A diferencia de la sacarosa (4 kcal/g), la inulina tiene un aporte calórico bajo (1.5 kcal/g) (James et al., 2022). Asimismo, su poder edulcorante se encuentra entre 0.1 y 0.3, a diferencia del azúcar común, cuyo valor es 1 (Díaz, 2021; Lara-Fiallos et al., 2017). Además, presenta un índice glucémico muy bajo (alrededor de 10), lo que se traduce en un bajo impacto sobre los niveles de glucosa en sangre (Bordas, 2019). En conjunto, estas características posicionan a la inulina como un ingrediente adecuado para el desarrollo de alimentos bajos en calorías, manteniendo las propiedades nutricionales, de textura y de almacenamiento requeridas en una mermelada (Khetu et al., 2023; Alonso-Allende et al., 2024).

En la actualidad, la sustitución parcial de azúcar por compuestos como la inulina en productos alimenticios ha despertado interés debido a su potencial para reducir el contenido calórico y mejorar las características mecánicas y sensoriales de los alimentos.

Macías (2020) elaboró una mermelada de fresa con sustitución parcial de sacarosa por inulina con concentraciones del 1%, 5% y 10% y evaluó parámetros de calidad; fisicoquímicos (pH, actividad de agua y acidez titulable); microbiológicos (bacterias mesófilas aerobias, mohos y levaduras); además del contenido calórico y la aceptabilidad general. Como resultado, la muestra con concentración de 5% de inulina no compromete la calidad microbiológica y tampoco afecta el contenido calórico de la mermelada, sin embargo, mejora su aceptabilidad.

Zainol et al. (2021) realizaron una sustitución parcial de azúcar por inulina para evaluar su efecto sobre el contenido de carbohidratos y las características sensoriales de la mermelada de maíz dulce. Las concentraciones fueron 4.5%, 9%, 13.5%, 18% y 22.5% de inulina. Los resultados muestran que agregando 9% de inulina se logra disminuir el contenido de carbohidratos de la mermelada de maíz. Además, la inclusión de 9% de inulina no afectó significativamente el color y sabor del producto, sin embargo, sí repercute sobre la calidad de la textura.

Michelle e Idrawanto (2022) evaluaron los efectos de la isomalto-oligosacárido, povidexosa e inulina en las características físico-químicas y sensoriales de la mermelada de piña sin azúcar. Se prepararon 11 muestras y se midió el color, la sinéresis a las 72 horas, la untabilidad, pruebas hedónicas y la prueba Just-About-Right. La muestra con inulina mostró la mayor actividad acuosa y la menor cantidad de sinéresis debido a su estructura química con respecto a la aplicación de isomalto-oligosacárido y povidexosa.

Banaś et al. (2018) integraron productos vegetales, entre ellos inulina, en la mermelada de grosella espinosa y evaluaron sus efectos sobre la textura, el color y los atributos sensoriales. Las muestras se almacenaron durante 6 y 12 meses a temperaturas de 10 °C y 20 °C para ambos casos. La mermelada con inulina (10 % p/p) registró una de las mayores fuerzas de gel (1.95 N en promedio) y una puntuación de casi 5 sobre 5 en la evaluación sensorial. Además, se determinó que el almacenamiento en frío tuvo un mejor efecto sobre el color y la textura, mientras que las características sensoriales se vieron afectadas en menor grado.

Teixeira et al. (2020) evaluaron el efecto de añadir cáscara de naranja a la mermelada de naranja sobre el perfil de textura a 23 °C. Las muestras (60 g) se colocaron en cápsulas acrílicas cilíndricas (5 cm de diámetro y 7 cm de altura). Las muestras fueron comprimidas por una sonda cilíndrica de aluminio (3.5 cm de diámetro y 3.6 cm de altura) a una profundidad de 5 mm, con una velocidad previa a la prueba de 1 mm s⁻¹, velocidad de prueba y velocidad posterior a la prueba de 5 mm s⁻¹ y fuerza de detección del disparador de 5 g. La gomosidad, masticabilidad y elasticidad aumentaron, mientras que la adhesividad disminuyó.

López et al. (2020) lograron elaborar mermeladas hipocalóricas de arazá y babaco, sin embargo, en lugar de inulina se utilizaron diferentes concentraciones de stevia. Las características nutricionales, sensoriales y microbiológicas más destacadas se atribuyeron a la concentración del 6% de stevia gracias a su bajo contenido calórico, con 17 kcal/g, lo que es significativamente inferior al valor de 236.46 kcal/g del tratamiento testigo.

Rouhi et al. (2024) evaluaron el efecto de distintas concentraciones de inulina (0.5 - 1.5%) en mermeladas de frambuesa simbióticas formuladas con *L. casei* y *L. acidophilus*. La inulina, favoreció la estabilidad microbiológica durante cuatro semanas de almacenamiento, periodo en el que el pH disminuyó, la acidez aumentó y se redujeron los azúcares reductores y los °Brix. Aunque la viabilidad probiótica descendió por el consumo de nutrientes, se mantuvo dentro del rango aceptable de 10^6 a 10^7 UFC/ml. El tratamiento con 1.5% de inulina y *L. casei* presentó la mayor supervivencia bacteriana, mientras que las formulaciones con menor inulina alcanzaron las mejores puntuaciones sensoriales.

Sulejmani et al. (2021) examinaron el efecto de dos tipos de inulina, según su polimerización (cadena media y cadena larga), combinados con sacarosa, bicarbonato de sodio y cloruro de calcio, sobre las propiedades composicionales, de color, reológicas y sensoriales de mermeladas de leche (dulce de leche). Los resultados mostraron que la combinación de cloruro de calcio con inulina de cadena larga mejoró significativamente las propiedades reológicas del producto. Además, la luminosidad aumentó en función de la cantidad de sacarosa y bicarbonato de sodio empleados en la formulación.

Tavares et al. (2025) evaluaron el efecto de la incorporación de inulina y xilooligosacáridos (XOS) en dulce de leche. Para ello elaboraron seis formulaciones: leche entera (W), leche entera y inulina (WI), leche entera y XOS (WX), leche descremada (S), leche descremada y inulina (SI) y leche descremada y XOS (SX). Por medio de la prueba Just-About-Right, los autores observaron que tanto la inulina como los xilooligosacáridos redujeron la untuosidad en las versiones elaboradas con leche entera y, además, mejoraron el perfil sensorial y el equilibrio del dulzor, evidenciando su potencial como ingredientes en productos azucarados.

Aunque diversos estudios han demostrado la viabilidad de sustituir parcialmente la sacarosa por inulina en mermeladas, la literatura científica aún presenta vacíos importantes, especialmente respecto a la viscosidad, la gelificación y la estabilidad del producto final, así como sobre las interacciones inulina-pectina en sistemas ácidos, las cuales podrían modificar la estructura del gel, la retención de agua y las propiedades texturales (Witczak et al., 2020; Tsatsaragkou et al., 2021; Canazza et al., 2025). La presente investigación evalúa dichas interacciones en la mermelada de babaco. Los niveles de sustitución (5-20% de inulina) se establecieron considerando la viabilidad tecnológica reportada en la literatura y la necesidad de explorar el comportamiento del sistema en rangos altos de incorporación del polisacárido.

En este contexto surge la pregunta: ¿Cuál será el efecto de la sustitución parcial de azúcar por inulina sobre las características fisicoquímicas, mecánicas, microbiológicas y sensoriales de la mermelada de babaco (*Carica pentagona* H.)?

Los objetivos de esta investigación fueron:

Objetivo general: Evaluar el efecto de la sustitución parcial de azúcar por inulina en las características fisicoquímicas (contenido calórico y contenido de sólidos solubles), mecánicas (firmeza, elasticidad, cohesión y gomosidad), microbiológicas (crecimiento de mohos y levaduras) y sensoriales (atributos y aceptabilidad) de la mermelada de babaco (*Carica pentagona* H.).

Objetivos específicos: A) Determinar el contenido calórico y el contenido de sólidos solubles de las mermeladas mediante calorimetría de combustión y refractometría, respectivamente. B) Analizar la firmeza, elasticidad, cohesión y gomosidad de la mermelada mediante un Análisis de Perfil de Textura (APT). C) Analizar la calidad microbiológica de la mermelada mediante el recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de mohos y levaduras. D) Evaluar los atributos sensoriales de dulzura, acidez, grumos y sabor frutal mediante el método Just-About-Right (JAR). E) Evaluar los atributos percibidos por los consumidores para cada muestra mediante el método Rate-All-That-Apply (RATA). F) Determinar la aceptabilidad del color, aroma, sabor y aceptabilidad general de cada muestra a través de una escala hedónica de nueve puntos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación de las áreas de estudio

Los estudios de contenido de sólidos solubles, Análisis de Perfil de Textura (APT) y las pruebas sensoriales mediante Just-About-Right (JAR), Rate-All-That-Apply (RATA) y escala hedónica de 9 puntos se llevaron a cabo en el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional de Jaén (UNJ). Por otro lado, el análisis de recuento de colonias de mohos y levaduras se realizó en el laboratorio de Ingeniería de Alimentos y Poscosecha, mientras que el análisis de calorimetría de combustión se llevó a cabo en el laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos; ambos ubicados en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM), en Chachapoyas, Amazonas.

2.2. Materia prima e ingredientes

Para la elaboración de la mermelada se empleó babaco adquirido en el mercado Amojú, azúcar proveniente del mercado central, y los insumos (pectina y ácido cítrico) fueron obtenidos en la tienda Dulcicake. Todos los establecimientos mencionados se encuentran en la ciudad de Jaén, departamento de Cajamarca, Perú. La inulina de achicoria se adquirió en la empresa Organa Perú S.A.C., ubicada en la ciudad de Lima.

2.3. Población, Muestra y Muestreo

2.3.1. Población

La población considerada en la investigación estuvo constituida por la materia prima, correspondiente al babaco proveniente de los caseríos La Palma y Las Pirias, ambos pertenecientes al distrito de Chirinos (San Ignacio, Cajamarca, Perú), y adquirido en el mercado Amojú (Jaén, Cajamarca, Perú). Para las pruebas sensoriales, la población estuvo conformada por miembros de la comunidad universitaria de la Universidad Nacional de Jaén (UNJ).

2.3.2. Muestra

Para la elaboración de la mermelada se utilizaron 40 kilogramos de babaco provenientes de la población disponible. Los frutos fueron seleccionados en función de criterios de calidad, considerando un grado de madurez óptimo para procesamiento, integridad física (ausencia de golpes, cortes o deformaciones) y condiciones sanitarias adecuadas (libre de signos de deterioro o contaminación superficial).

Para las pruebas sensoriales se seleccionaron 135 panelistas no entrenados, mayores de 18 años, de ambos sexos, pertenecientes a la comunidad universitaria de la Universidad Nacional de Jaén (UNJ). Del total de panelistas, 15 tenían conocimiento previo sobre mermeladas y fueron seleccionados para realizar la Etapa 1 de la prueba Rate-All-That-Apply (RATA). Los 120 panelistas restantes participaron en la Etapa 2 de la prueba Rate-All-That-Apply (RATA), en conjunto con la pruebas Just-About-Right (JAR) y la evaluación de aceptabilidad mediante escala hedónica de 9 puntos.

2.3.3. Muestreo

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia.

2.4. Variables de estudio

2.4.1. Variable independiente

- Porcentaje de azúcar sustituido por inulina. Los niveles de la variable son 0%, 5%, 10% 15% y 20%.

2.4.2. Variables dependientes

- Contenido calórico.
- Contenido de sólidos solubles.
- Perfil de textura (firmeza, elasticidad, cohesión y gomosidad).
- Unidades formadoras de colonias (mohos y levaduras).
- Atributos sensoriales.
- Aceptabilidad (color, aroma, sabor y aceptabilidad general).

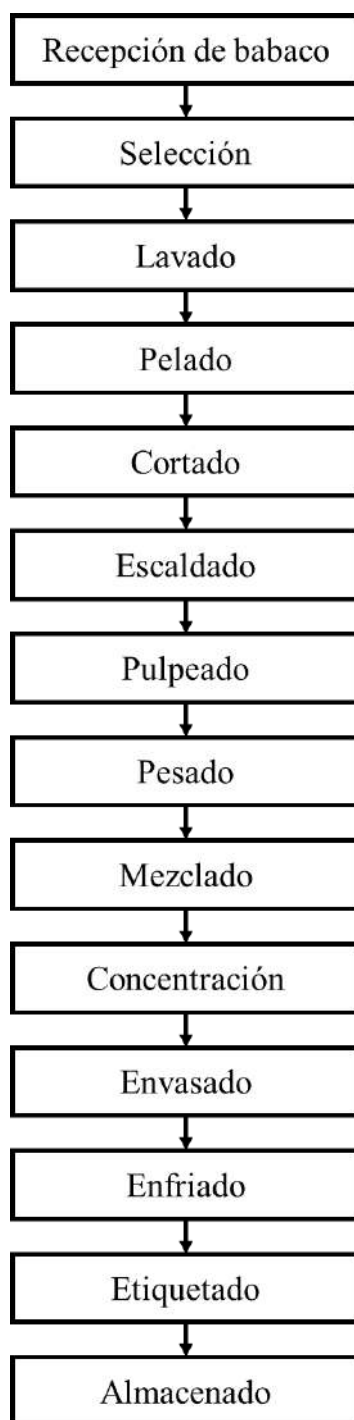
2.5. Métodos

2.5.1. Preparación de la mermelada

En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo para la preparación de la mermelada a partir de la materia prima (babaco) e insumos (azúcar, inulina, pectina y ácido cítrico).

Figura 1.

Diagrama de flujo de la preparación de mermelada de babaco



A continuación, se describe cada etapa del diagrama de flujo, considerando además que en el Anexo 7 se incluyen las imágenes correspondientes al proceso de elaboración.

Recepción de babaco: Se registró la cantidad y las condiciones de recepción del babaco.

Selección: Se eligieron los frutos de babaco más óptimos, con buen estado de madurez y sin daños físicos ni signos de deterioro.

Lavado: Los frutos se lavaron con agua potable para eliminar impurezas superficiales.

Pelado: Se removió la cáscara del babaco.

Cortado: Se cortó el babaco en trozos pequeños para facilitar el escaldado y el pulpeado.

Escaldado: Los trozos de babaco fueron sumergidos en agua a una temperatura de 80 °C por 10 minutos.

Pulpeado: Se licuaron los trozos de babaco hasta obtener una pulpa homogénea.

Pesado: La pulpa de babaco, inulina, azúcar rubia, pectina y ácido cítrico se pesaron según la formulación de Paltrinieri y Figuerola (1997), realizando los cinco tratamientos presentados en la Tabla 2.

Mezclado: La pulpa de babaco y los insumos, fueron mezclados en una olla expuesta al fuego de acuerdo con la formulación de cada tratamiento.

Concentración: La mezcla fue sometida a cocción hasta que presentó los 65 °Bx.

Envasado: Los frascos de vidrio, previamente esterilizados, se llenaron con 750 g de producto a una temperatura de 80 °C.

Enfriado: Mediante inmersión en agua fría se redujo la temperatura de los frascos, lo que favoreció el choque térmico y contribuyó al adecuado sellado del envase.

Etiquetado: A cada frasco se le colocó una etiqueta con un código de identificación que permitió distinguir cada formulación.

Almacenado: Los frascos fueron almacenados en refrigeración y protegidos de la luz solar.

2.5.2. Métodos de análisis de variables dependientes

2.5.2.1. Determinación de las características fisicoquímicas

- **Determinación del contenido calórico por Calorimetría de combustión**

Preparación de muestras y secado previo al análisis calorimétrico

Se prepararon muestras de 20 g de mermelada en placas de Petri, las cuales se secaron en una estufa BF260UL (Binder World, Alemania; ver Figura 24), siguiendo el procedimiento descrito en AOAC 925.45 (2023). El secado se realizó a 105 °C hasta alcanzar peso constante, para ello, las muestras fueron pesadas periódicamente cada hora a partir de las dos primeras horas de secado, considerando peso constante cuando dos pesadas consecutivas presentaron una diferencia menor o igual a 0.01 g. De la mermelada seca se extrajeron muestras de 5 g para ser sometidas al análisis calorimétrico.

Determinación del contenido calórico y conversión a base húmeda

El contenido calórico de cada muestra fue determinado mediante un calorímetro isoperibólico Parr 6200 (Illinois, Estados Unidos; ver Figura 25) en conjunto con el sistema de manejo de agua Parr 6510 (Illinois, Estados Unidos; ver Figura 26), siguiendo el protocolo descrito por Macías (2020). Las muestras consistieron en 1 g de sólido de mermelada previamente deshidratada, a partir del cual se formó una pastilla. Esta pastilla se colocó en la bomba de combustión del calorímetro junto con oxígeno a 30 atm y se selló; la ignición se realizó mediante el hilo de combustión. El calorímetro operó en modo isoperibólico, manteniendo la chaqueta de agua a temperatura controlada. El incremento de temperatura fue registrado automáticamente por el termistor interno, y los resultados se expresaron en kcal/g en base seca de la muestra.

Se realizó la conversión de los resultados a base húmeda considerando el contenido de humedad de la mermelada. Para ello, se utilizó una balanza de humedad MA35 Sartorius (Göttingen, Alemania; ver Figura 27), siguiendo el

procedimiento descrito en AOAC 925.45 (2023). Se pesó 1 g de muestra, la cual fue sometida a secado a 105 °C hasta alcanzar peso constante, registrándose automáticamente el porcentaje de humedad. Con este valor, el contenido calórico determinado en base seca fue convertido a base húmeda mediante la siguiente fórmula (Mejía, 2022):

$$\text{Calorías (b. húmeda)} = \text{Calorías (b. seca)} \times \left(1 - \frac{\% \text{Humedad}}{100}\right)$$

Esta conversión permite expresar el valor calórico de la mermelada considerando su contenido real de agua, reflejando de manera más precisa las condiciones de consumo del producto.

- **Determinación del contenido de sólidos solubles por Refractometría**

La determinación del contenido de sólidos solubles se llevó a cabo mediante un Refractómetro Digital Brix MA871 (Milwaukee, Estados Unidos; ver Figura 28) con un rango de 0 a 85 °Bx, siguiendo el procedimiento AOAC 932.12 (2023) modificado. El refractómetro se calibró con una gota de agua destilada (0 °Bx), posteriormente se limpió el prisma óptico y se procedió a la medición colocando una gota de mermelada previamente enfriada a 25 °C sobre la superficie, registrándose el valor correspondiente en °Bx. Las mediciones se repitieron tres veces.

2.5.2.2. Determinación de las características mecánicas

- **Determinación de la firmeza, elasticidad, cohesión y gomosidad por Análisis de Perfil de Textura (APT)**

El análisis de Perfil de Textura (APT) se determinó mediante un texturómetro TVT 6700 (Perkin Elmer, Australia) con una sonda cilíndrica de aluminio (673035) de 3.5 cm de diámetro y 3.6 cm de altura (ver Figura 29), siguiendo la metodología descrita por Teixeira et al. (2020). La calibración del equipo se efectuó antes de las mediciones; para ello, se verificó el desplazamiento de la sonda mediante un recorrido de prueba, ajustándose la posición inicial en cero. Para concluir el proceso, se colocó una pesa patrón de 1 kg sobre la celda de carga con el propósito de calibrar la medición de fuerza.

Para la determinación del perfil de textura, se colocaron 60 g de mermelada en recipientes acrílicos cilíndricos de 5 cm de diámetro y 4.5 cm de altura (ver Figura 30). Las muestras fueron comprimidas hasta una profundidad de 5 mm, con una velocidad previa de 1 mm/s, velocidad de prueba y posterior de 5 mm/s, y una fuerza de disparo de 5 g. En la Tabla 3 se describen los parámetros evaluados.

Tabla 1.

Parámetros del Análisis de Perfil de Textura (APT)

Parámetro	Unidad	Definición
Firmeza	N (Newtons)	Fuerza máxima registrada durante la primera compresión de la muestra; indica su resistencia a la deformación.
Elasticidad	-	Capacidad de la muestra para recuperar su altura original tras la primera compresión. Se calcula como distancia 2 sobre distancia 1.
Cohesión	-	Grado en que la muestra resiste la desintegración interna al ser comprimida dos veces consecutivas.
Gomosidad	N	Fuerza requerida para desintegrar el alimento semisólido. Se calcula como como firmeza por cohesión

Nota. Adaptado de Johnson (2023).

2.5.2.3. Análisis de la calidad microbiológica

- **Recuento Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de mohos y levaduras**

Preparación del material de laboratorio y medios de cultivo

Para el análisis microbiológico se emplearon materiales de laboratorio consistentes en 15 matraces de 100 mL, 1 matraz de 500 mL, 4 matraces de 1000 mL, 60 tubos de ensayo y 60 placas de Petri. Los cuales fueron esterilizados a 180 °C por 60 minutos mediante una estufa BF260UL (Binder World, Alemania; ver Figura 31).

El agua peptonada, y los agares Sabouraud y Cloranfenicol (YGC) (ver Figura 32) fueron preparados utilizando agua ultrapura como disolvente. El

agua peptonada se preparó en tres lotes: dos de ellos con 20.4 g diluidos en 800 mL en matraces de 1000 mL, y uno con 8.9 g diluidos en 350 mL en un matraz de 500 mL. El agar Sabouraud, para el análisis de mohos, se preparó con 39 g diluidos en 600 mL de agua ultrapura en un matraz de 1000 mL, mientras que el agar YGC, para el análisis de levaduras, se elaboró disolviendo 24 g en 600 mL de agua ultrapura en un matraz de 1000 mL. Una vez disueltos, los matraces con agar se colocaron en una estufa BF260UL (Binder World, Alemania) a temperatura constante de 50 °C para mantenerlos en estado líquido hasta el momento de la siembra.

Diluciones seriadas e inoculación

Las diluciones seriadas se llevaron a cabo mediante el método extraído y modificado de Silva et al. (2020). Se tomaron 10 g de mermelada y se mezclaron con 90 mL de agua peptonada en matraces de 100 mL, para obtener una dilución 1:10. A continuación, se realizaron diluciones seriadas en tubos de ensayo hasta alcanzar la dilución 10^{-5} . Para la inoculación, se tomaron 1 mL de la muestra diluida (10^{-5}) y fueron extendidos en placas que contenían agar Sabouraud (para mohos) y agar YGC (para levaduras). En ambos estudios la siembra de cada muestra se realizó dos veces (A y B), esto para evitar la aparición de falsos positivos (ver Figuras 33 y 34). Las placas se incubaron mediante una incubadora Incucell ISIS-B2V/IC55 (BMT Medical Technology, República Checa; ver Figura 35) a 28 °C por 48 horas. El recuento de mohos y levaduras se expresó en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC g⁻¹) utilizando la siguiente fórmula:

$$UFC\ g^{-1} = \frac{\text{Número de colonias contadas} \times \text{Factor de dilución}}{\text{Peso de muestra sembrado (g)}}$$

Donde: “Número de colonias contadas” corresponde al promedio de colonias visibles en las placas, “Factor de dilución” al inverso de la dilución empleada y “Peso de muestra sembrado (g)” a la cantidad de muestra utilizada para la siembra.

2.5.2.4. Evaluación de las características sensoriales

La evaluación sensorial se realizó en el laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Nacional de Jaén, a temperatura ambiente, bajo iluminación natural y sin el uso de cabinas individuales. El orden de presentación de las muestras se aleatorizó mediante un diseño de Williams (ver Anexo 2), con el fin de minimizar posibles efectos de orden y arrastre durante la evaluación (Williams, 1949). Las imágenes correspondientes a la realización de la evaluación sensorial se muestran en el Anexo 9.

- **Evaluación de atributos sensoriales por el método Just-About-Right (JAR)**

La evaluación de los atributos sensoriales se realizó mediante el método Just-About-Right (JAR), siguiendo la metodología descrita por Dalla (2021). Cada panelista recibió por separado porciones de 5 g de cada muestra, codificadas alfanuméricamente, y respondió un cuestionario en línea utilizando una escala JAR de cinco puntos: “Muy poco” (-2), “Poco” (-1), “Lo justo” (0), “Mucho” (1) y “Demasiado” (2). Los atributos evaluados fueron dulzura, acidez, grumos y sabor frutal, los cuales se seleccionaron con base en lo reportado por Michelle e Indrawanto (2022), por ser característicos de las mermeladas. En el Anexo 3 se muestra el cuestionario JAR que se utilizó.

Según Dalla (2021), un atributo se consideró ideal cuando al menos el 70% de los panelistas lo ubicó en el punto “Lo justo”. Además, de acuerdo con Xiong y Meullenet (2006), un atributo que presentó ≥ 20 % de respuestas concentradas en uno de los extremos de la escala JAR, junto con un bajo porcentaje en el extremo opuesto, indicó la necesidad de revisión o ajuste del atributo. En contraste, cuando un atributo registró ≥ 20 % de respuestas en ambos extremos de la escala JAR, ello sugirió la presencia de grupos de consumidores con preferencias sensoriales diferenciadas. Finalmente, para verificar si estas desviaciones influyeron en la aceptabilidad general del producto, se aplicó una prueba de penalidad.

- **Evaluación de atributos sensoriales por el método Rate-All-That-Apply (RATA)**

La evaluación de los atributos sensoriales identificados por los panelistas, se llevó a cabo mediante el método Califique todo lo que corresponda (Rate-All-That-Apply, RATA), siguiendo la metodología descrita por Kim et al. (2023), la cual se desarrolló en dos etapas.

Etapla 1.

Para la identificación preliminar de los atributos sensoriales se aplicó la técnica de listado libre (free listing), según la metodología propuesta por Kim et al. (2023). Participaron 15 panelistas no entrenados, pero con conocimiento previo sobre mermeladas, quienes recibieron por separado porciones de 5 g de cada muestra, codificadas alfanuméricamente. Tras la degustación, cada panelista dispuso de un tiempo máximo de dos minutos por muestra para anotar de manera espontánea las palabras que mejor describían su percepción con respecto al sabor, aroma, apariencia y sensación en boca. En el Anexo 4 se muestra la ficha que se utilizó para el listado libre. Las palabras registradas fueron tabuladas en el programa Excel para determinar su frecuencia de mención y, posteriormente, sometidas a un proceso de depuración, en el cual se unificaron sinónimos y se eliminaron términos redundantes o irrelevantes, considerando criterios semánticos y sensoriales basados en la NTP ISO 5492:2008. Como resultado, se estableció un léxico compuesto por 20 términos distribuidos en cuatro categorías (sabor, aroma, apariencia y sensación en boca), el cual sirvió de base para el diseño del cuestionario RATA de la Etapa 2.

Etapla 2.

La intensidad de los 20 atributos sensoriales definidos en la Etapa 1, fue evaluada en el laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Nacional de Jaén. Los datos fueron recolectados mediante el aporte de 120 panelistas no entrenados, mayores de 18 años, de ambos sexos, pertenecientes a la comunidad universitaria de la misma institución. Cada panelista recibió por separado porciones de 5 g de cada muestra con codificación alfanumérica.

Tras la degustación, cada panelista respondió un cuestionario en línea utilizando la escala Califique todo lo que corresponda (Rate-All-That-Apply, RATA), el cual fue elaborado siguiendo la metodología descrita por Kim et al. (2023). La escala RATA abarcó los siguientes niveles: “Ausente” (0), “Muy baja” (1), “Baja” (2), “Media” (3), “Alta” (4), y “Muy alta” (5). En el Anexo 5 se muestra el cuestionario RATA que se utilizó.

- **Evaluación de la aceptabilidad por escala hedónica**

El color, el aroma, el sabor y la aceptabilidad general fueron evaluados mediante una escala hedónica, aplicada siguiendo la metodología descrita por Peryam y Pilgrim (1957). Cada panelista recibió por separado porciones de 5 g de cada muestra, codificadas alfanuméricamente, y respondió un cuestionario en línea. La escala hedónica empleada constó de nueve puntos: “Me disgusta muchísimo” (1), “Me disgusta mucho” (2), “Me disgusta moderadamente” (3), “Me disgusta un poco” (4), “No me gusta ni me disgusta” (5), “Me gusta un poco” (6), “Me gusta moderadamente” (7), “Me gusta mucho” (8) y “Me gusta muchísimo” (9). En el Anexo 6 se presenta el cuestionario utilizado.

Además, se determinó el Índice de Aceptabilidad (IA) de cada muestra utilizando la siguiente fórmula (Coutinho et al., 2024):

$$IA\% = \frac{\text{Puntuación promedio de la muestra}}{\text{Máxima puntuación disponible}} \times 100\%$$

La muestra se consideró sensorialmente aceptable cuando superó el índice de aceptabilidad mínimo del 70% (Dalla, 2021).

2.5.3. Diseño experimental y análisis de datos

Para el presente estudio se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), aplicado a cinco tratamientos cuya formulación se detalla en la Tabla 2, evaluándose las características fisicoquímicas (contenido calórico y contenido de sólidos solubles), mecánicas (firmeza, elasticidad, cohesividad y gomosidad), microbiológicas (crecimiento de mohos y levaduras) y sensoriales (atributos y aceptabilidad).

Tabla 2.*Formulación (%) de tratamientos de mermelada*

Componente	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Babaco	49.85	49.85	49.85	49.85	49.85
Azúcar rubia	50.00	45.00	40.00	35.00	30.00
Inulina	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00
Pectina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Ácido cítrico	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

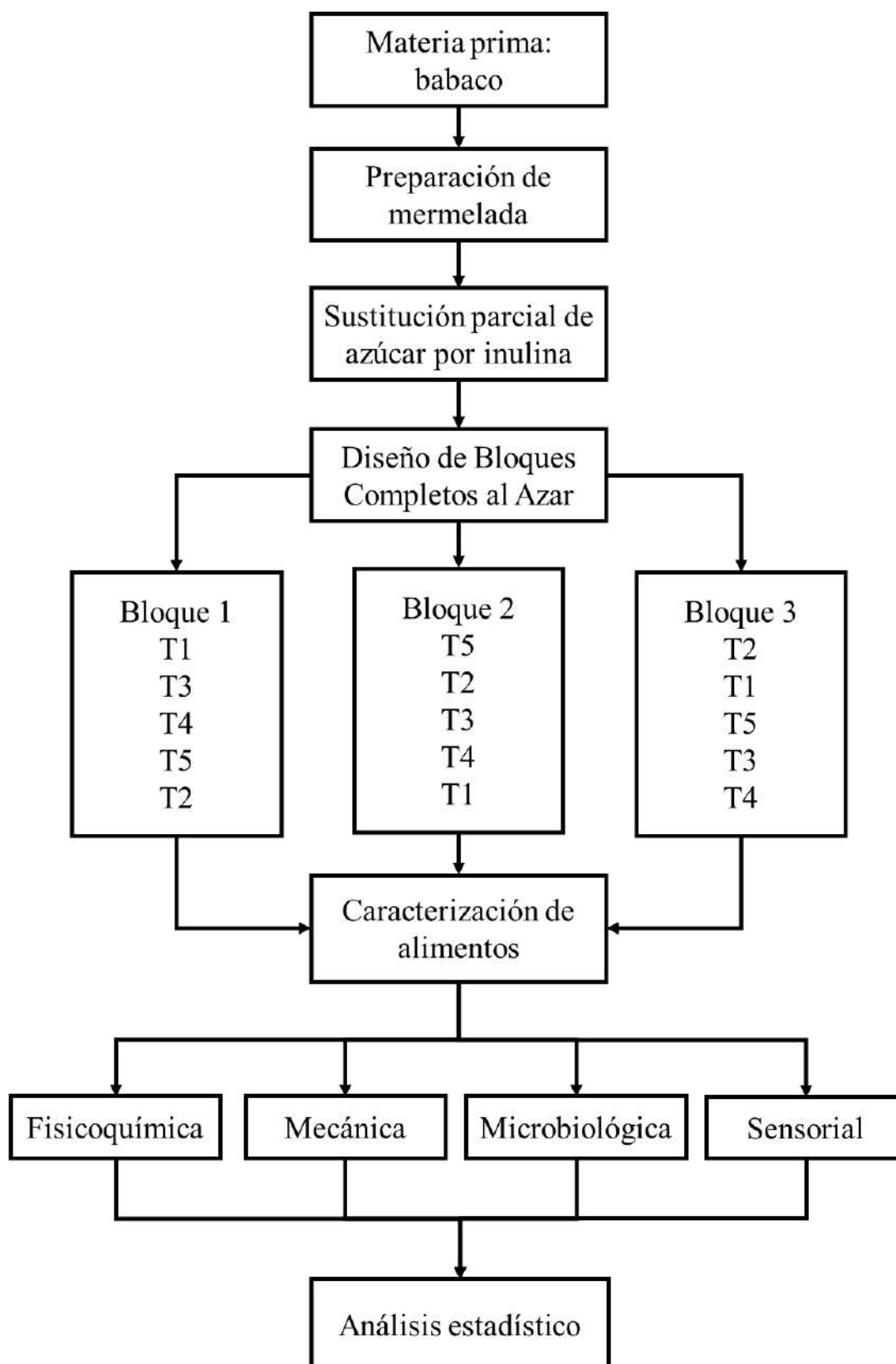
Las fuentes de variación consideradas fueron los porcentajes de sustitución de azúcar por inulina y los bloques, definidos como los procesamientos de los tratamientos realizados en tres días distintos. En este contexto, cada día de procesamiento se consideró un bloque, con la finalidad de controlar la variabilidad asociada a posibles cambios en las condiciones de operación, tales como temperatura ambiental, tiempo de cocción, eficiencia del equipo y manipulación del proceso.

Los resultados fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y de encontrarse diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha \leq 0.05$. Los resultados de las características sensoriales obtenidos mediante el método Just-About-Right (JAR) fueron evaluados mediante un análisis de penalización para determinar su impacto en la aceptabilidad general de la mermelada. Cuando la penalización fue mayor a 1 (Popper, 2014) y el porcentaje de panelistas superó el 20% (Xiong y Meullenet, 2006), se determinó que el efecto de ese atributo sobre la aceptación global del producto es significativo.

En la Figura 2 se describe el esquema experimental empleado en este estudio.

Figura 2.

Esquema experimental de la investigación



III. RESULTADOS

3.1. Características fisicoquímicas, mecánicas y microbiológicas

En la Tabla 3 se presentan los resultados de los análisis de contenido calórico, sólidos solubles, perfil de textura y unidades formadoras de colonias de los cinco tratamientos estudiados. Entre todos los parámetros evaluados, únicamente los sólidos solubles presentaron diferencias significativas; ver Tablas 13 a 19. En el contenido calórico, el perfil de textura y el análisis microbiológico no se observaron diferencias significativas, lo que indica que la sustitución parcial de azúcar por inulina no tuvo efecto sobre estas variables.

Tabla 3.

Características fisicoquímicas, mecánicas y microbiológicas de las mermeladas con diferentes sustituciones parciales de azúcar por inulina

Tratamiento	Contenido calórico (kcal/g)	Contenido de sólidos solubles (°Bx)	Firmeza (N)	Elasticidad	Cohesión	Gomosidad (N)	Mohos (UFC g ⁻¹)	Levaduras (UFC g ⁻¹)
T1	2.41 ± 0.12 ^a	66.07 ± 1.40 ^{ab}	0.33 ± 0.06 ^a	1.00 ± 0.01 ^a	0.55 ± 0.09 ^a	0.18 ± 0.01 ^a	0.0 ± 0.0 ^a	0.0 ± 0.0 ^a
T2	2.39 ± 0.07 ^a	66.34 ± 0.21 ^{ab}	0.33 ± 0.06 ^a	1.00 ± 0.01 ^a	0.55 ± 0.08 ^a	0.18 ± 0.03 ^a	0.0 ± 0.0 ^a	0.0 ± 0.0 ^a
T3	2.57 ± 0.19 ^a	67.91 ± 1.84 ^a	0.43 ± 0.06 ^a	0.99 ± 0.01 ^a	0.45 ± 0.02 ^a	0.20 ± 0.03 ^a	0.0 ± 0.0 ^a	0.0 ± 0.0 ^a
T4	2.35 ± 0.07 ^a	64.96 ± 1.47 ^b	0.40 ± 0.00 ^a	1.01 ± 0.01 ^a	0.46 ± 0.06 ^a	0.19 ± 0.02 ^a	0.0 ± 0.0 ^a	0.0 ± 0.0 ^a
T5	2.33 ± 0.18 ^a	65.29 ± 1.68 ^b	0.43 ± 0.06 ^a	1.00 ± 0.01 ^a	0.50 ± 0.07 ^a	0.21 ± 0.00 ^a	0.0 ± 0.0 ^a	0.0 ± 0.0 ^a

Nota. Tratamientos. T1: 0% de inulina, T2: 5% de inulina, T3: 10% de inulina, T4: 15% de inulina, T5: 20% de inulina. Letras diferentes entre valores medios en la misma columna significan diferencias significativas (P < 0.05). No se realizó ANOVA para UFC debido a la ausencia de crecimiento microbiano en todos los tratamientos.

3.2. Características sensoriales

3.2.1. Evaluación sensorial por el método Just-About-Right (JAR)

En la Tabla 4 se presentan las frecuencias porcentuales JAR para los atributos del tratamiento T1 (0% de inulina). Ningún atributo superó el 70% de panelistas en el nivel “Lo justo”. Los atributos que superaron el 20% de panelistas solo en uno de los extremos fueron la dulzura (55%) y el sabor frutal (30%) en el nivel “Excesivo”, así como los grumos (37.5%) en el nivel “Ausente”. En contraste, la acidez fue el único atributo que presentó porcentajes $\geq 20\%$ de panelistas en ambos extremos de la escala.

Tabla 4.

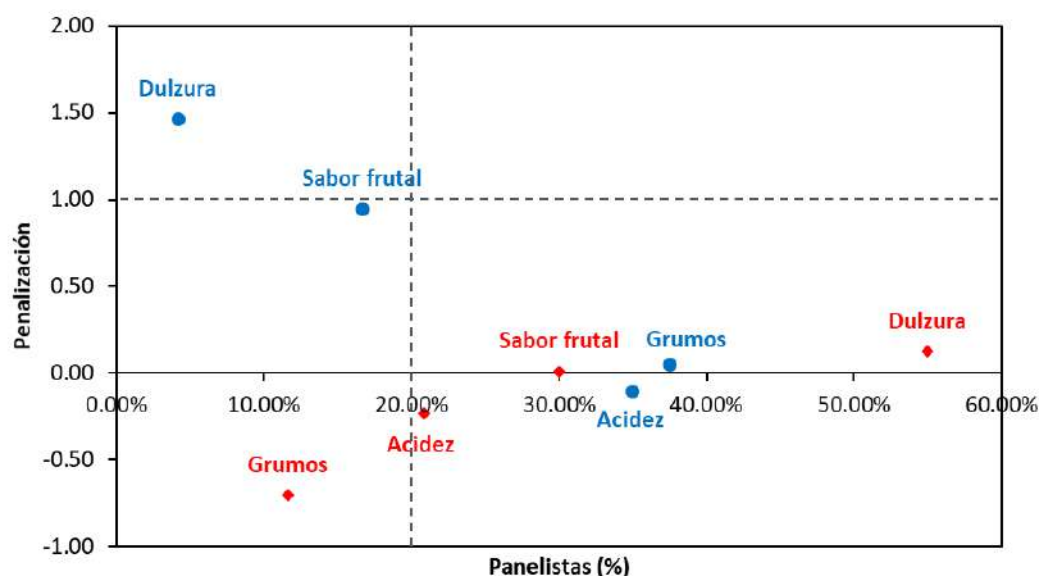
Frecuencias (%) JAR para los atributos del tratamiento T1 (0% de inulina)

Niveles	Atributos sensoriales			
	Dulzura	Acidez	Grumos	Sabor frutal
Ausente	4.17	35.00	37.50	16.67
Lo justo	40.83	44.17	50.83	53.33
Excesivo	55.00	20.83	11.67	30.00
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00

En la Figura 3 se presenta el gráfico de penalización JAR para los atributos sensoriales del tratamiento T1 (0% de inulina). De acuerdo con los criterios establecidos, ningún atributo ubicado en los niveles “Ausente” o “Excesivo” superó simultáneamente el umbral de 1 punto de penalización y una incidencia del 20% de panelistas; por lo tanto, las desviaciones observadas en la Tabla 4 no tuvieron un efecto significativo sobre la aceptabilidad general de la muestra.

Figura 3.

Gráfico de penalización JAR del tratamiento T1 (0% de inulina)



Nota. El color azul corresponde a “Ausente” y el color rojo a “Excesivo”.

En la Tabla 5 se presentan las frecuencias porcentuales JAR para los atributos del tratamiento T2 (5% de inulina). Ningún atributo superó el 70% de panelistas en el nivel “Lo justo”. Los atributos que superaron el 20% de panelistas solo en uno de los extremos fueron la dulzura (54.17%) en el nivel “Excesivo” y la acidez (43.33%) en el nivel “Ausente”. Por otro lado, los grumos y el sabor frutal fueron los atributos que presentaron porcentajes $\geq 20\%$ de panelistas en ambos extremos de la escala.

Tabla 5.

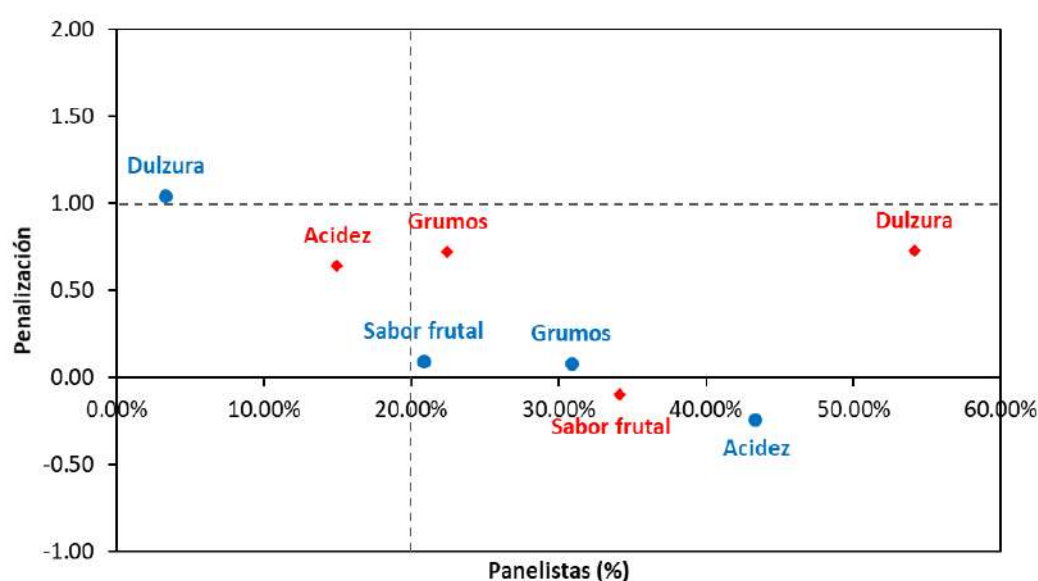
Frecuencias (%) JAR para los atributos del tratamiento T2 (5% de inulina)

Niveles	Atributos sensoriales			
	Dulzura	Acidez	Grumos	Sabor frutal
Ausente	3.33	43.33	30.83	20.83
Lo justo	42.50	41.67	46.67	45.00
Excesivo	54.17	15.00	22.50	34.17
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00

En la Figura 4 se presenta el gráfico de penalización JAR para los atributos sensoriales del tratamiento T2 (5% nulina). De acuerdo con los criterios establecidos, ningún atributo ubicado en los niveles “Ausente” o “Excesivo” superó simultáneamente el umbral de 1 punto de penalización y una incidencia del 20% de panelistas; por lo tanto, las desviaciones observadas en la Tabla 5 no tuvieron un efecto significativo sobre la aceptabilidad general de la muestra.

Figura 4.

Gráfico de penalización JAR del tratamiento T2 (5% de inulina)



Nota. El color azul corresponde a “Ausente” y el color rojo a “Excesivo”.

En la Tabla 6 se presentan las frecuencias porcentuales JAR para los atributos del tratamiento T3 (10% de inulina). Ningún atributo superó el 70% de panelistas en el nivel “Lo justo”. Los atributos que superaron el 20% de panelistas solo en uno de los extremos fueron la dulzura (62.5%) en el nivel “Excesivo” y la acidez (44.17%) en el nivel “Ausente”. En contraste, los grumos y el sabor frutal fueron los atributos que presentaron porcentajes $\geq 20\%$ de panelistas en ambos extremos de la escala.

Tabla 6.

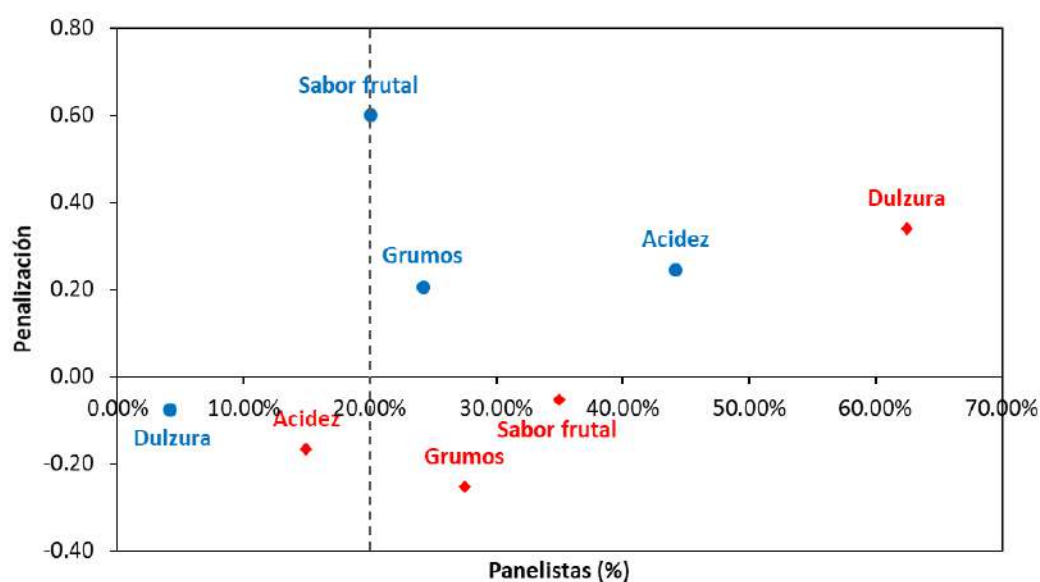
Frecuencias (%) JAR para los atributos del tratamiento T3 (10% de inulina)

Niveles	Atributos sensoriales			
	Dulzura	Acidez	Grumos	Sabor frutal
Ausente	4.17	44.17	24.17	20.00
Lo justo	33.33	40.83	48.33	45.00
Excesivo	62.50	15.00	27.50	35.00
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00

En la Figura 5 se presenta el gráfico de penalización JAR para los atributos sensoriales del tratamiento T3 (10% de inulina). De acuerdo con los criterios establecidos, ningún atributo ubicado en los niveles “Ausente” o “Excesivo” superó simultáneamente el umbral de 1 punto de penalización y una incidencia del 20% de panelistas; por lo tanto, las desviaciones observadas en la Tabla 6 no tuvieron un efecto significativo sobre la aceptabilidad general de la muestra.

Figura 5.

Gráfico de penalización JAR del tratamiento T3 (10% de inulina)



Nota. El color azul corresponde a “Ausente” y el color rojo a “Excesivo”.

En la Tabla 7 se presentan las frecuencias porcentuales JAR para los atributos del tratamiento T4 (15% de inulina). Ningún atributo superó el 70% de panelistas en el nivel “Lo justo”. Los atributos que superaron el 20% de panelistas solo en uno de los extremos fueron la dulzura (49.17%) y el sabor frutal (39.17%) en el nivel “Excesivo”, así como la acidez (40.83%) en el nivel “Ausente”. Por otro lado, el atributo grumos fue el único que presentó porcentajes $\geq 20\%$ de panelistas en ambos extremos de la escala.

Tabla 7.

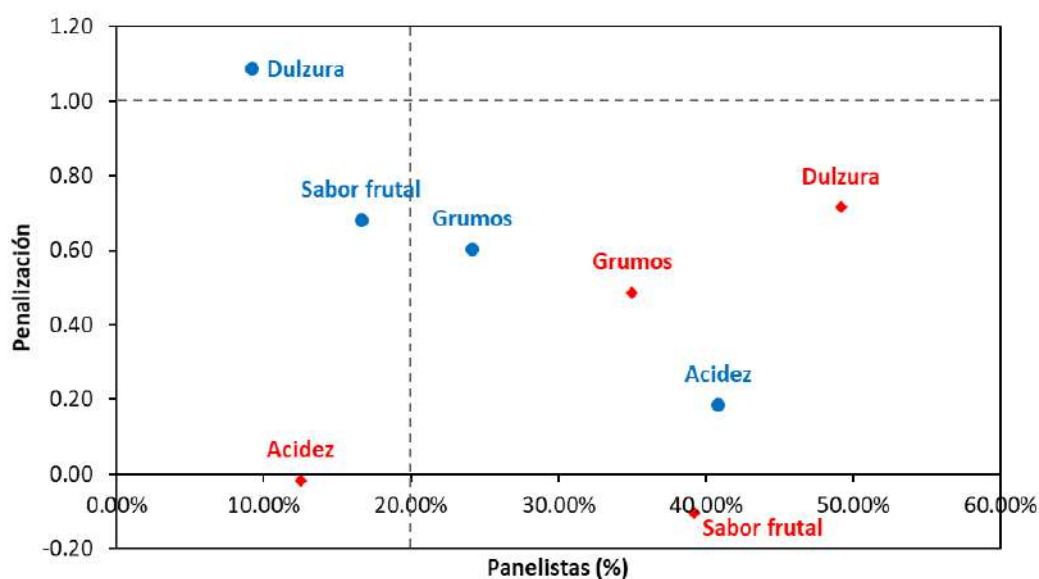
Frecuencias (%) JAR para los atributos del tratamiento T4 (15% de inulina)

Niveles	Atributos sensoriales			
	Dulzura	Acidez	Grumos	Sabor frutal
Ausente	9.17	40.83	24.17	16.67
Lo justo	41.67	46.67	40.83	44.17
Excesivo	49.17	12.50	35.00	39.17
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00

En la Figura 6 se presenta el gráfico de penalización JAR para los atributos sensoriales del tratamiento T4 (15% de inulina). De acuerdo con los criterios establecidos, ningún atributo ubicado en los niveles “Ausente” o “Excesivo” superó simultáneamente el umbral de 1 punto de penalización y una incidencia del 20% de panelistas; por lo tanto, las desviaciones observadas en la Tabla 7 no tuvieron un efecto significativo sobre la aceptabilidad general de la muestra.

Figura 6.

Gráfico de penalización JAR del tratamiento T4 (15% de inulina)



Nota. El color azul corresponde a “Ausente” y el color rojo a “Excesivo”.

En la Tabla 8 se presentan las frecuencias porcentuales JAR para los atributos del tratamiento T5 (20% de inulina). Ningún atributo superó el 70% de panelistas en el nivel “Lo justo”. Los atributos que superaron el 20% de panelistas solo en uno de los extremos fueron la dulzura (48.33%) y el sabor frutal (31.67%) en el nivel “Excesivo”, así como la acidez (28.33%) en el nivel “Ausente”. En contraste, el atributo grumos fue el único que presentó porcentajes $\geq 20\%$ de panelistas en ambos extremos de la escala.

Tabla 8.

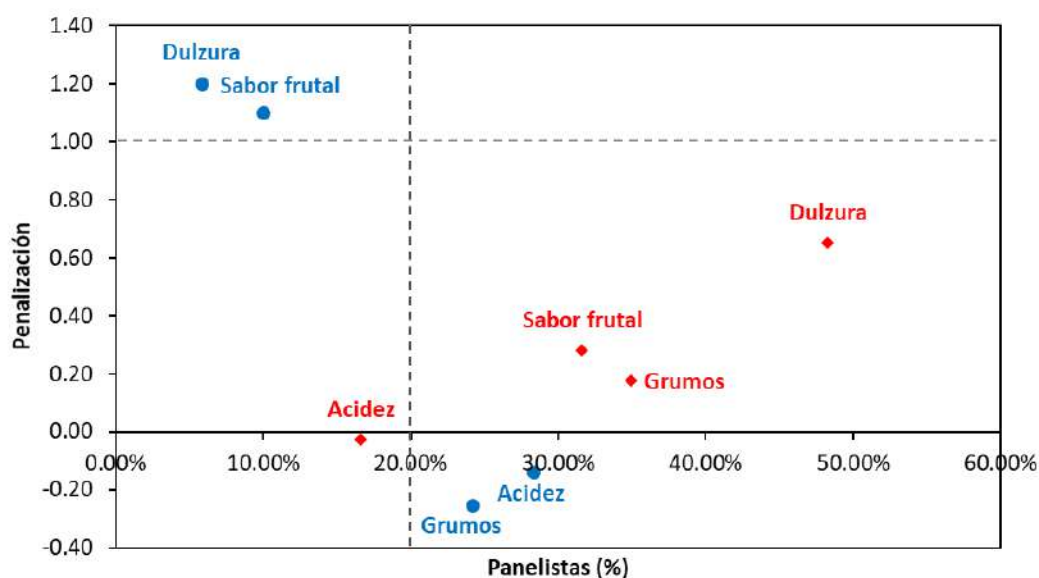
Frecuencias (%) JAR para los atributos del tratamiento T5 (20% de inulina)

Niveles	Atributos sensoriales			
	Dulzura	Acidez	Grumos	Sabor frutal
Ausente	5.83	28.33	24.17	10.00
Lo justo	45.83	55.00	40.83	58.33
Excesivo	48.33	16.67	35.00	31.67
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00

En la Figura 7 se presenta el gráfico de penalización JAR para los atributos sensoriales del tratamiento T5 (20% de inulina). De acuerdo con los criterios establecidos, ningún atributo ubicado en los niveles “Ausente” o “Excesivo” superó simultáneamente el umbral de 1 punto de penalización y una incidencia del 20% de panelistas; por lo tanto, las desviaciones observadas en la Tabla 8 no tuvieron un efecto significativo sobre la aceptabilidad general de la muestra.

Figura 7.

Gráfico de penalización JAR del tratamiento T5 (20% de inulina)



Nota. El color azul corresponde a “Ausente” y el color rojo a “Excesivo”.

3.2.2. Evaluación sensorial por el método Rate-All-That-Apply (RATA)

En la Tabla 9 se presenta la lista de palabras generada por los 15 panelistas durante la Etapa 1 de la prueba Rate-All-That-Apply (RATA). La categoría con el mayor número de palabras fue sensación en boca, con un total de 27. Por otro lado, las palabras con mayor frecuencia de mención dentro de cada categoría fueron: dulce (54) en sabor, dulce (16) en aroma, amarillo (47) en apariencia y textura ligera (12) en sensación en boca.

Tabla 9.

Lista de palabras generada por los panelistas

Categoría	Palabras	Frecuencia de mención	%
Sabor	Dulce	54	41.22
	Ácido	16	12.21
	Miel	9	6.87
	Cítrico	7	5.34
	Fructosa	5	3.82
	Azucarado	5	3.82
	Caramelo	4	3.05
	Frutal	4	3.05
	Babaco	4	3.05
	Canela	3	2.29
	Panela	3	2.29
	Manzana	2	1.53
	Tropical	2	1.53
	Éxótico	2	1.53
	Fuerte	2	1.53
	Piña	2	1.53
	Característico	2	1.53
	Naranja	1	0.76
	Agridulce	1	0.76
	Zapote	1	0.76
	Polen	1	0.76
	Ciruela	1	0.76
TOTAL	22 palabras	131	100
Aroma	Dulce	16	24.24
	Frutal	10	15.15
	Agridulce	7	10.61
	Miel	7	10.61
	Cítrico	4	6.06
	Fuerte	3	4.55
	Fermentado	3	4.55

	Ácido	3	4.55
	Característico	3	4.55
	Tropical	2	3.03
	Neutro	1	1.52
	Mandarina	1	1.52
	Caramelo	1	1.52
	Penetrante	1	1.52
	Floral	1	1.52
	Naranja	1	1.52
	Azúcar	1	1.52
	Natural	1	1.52
TOTAL	18 palabras	66	100
Apariencia	Amarillo	47	31.97
	Espeso	19	12.93
	Denso	9	6.12
	Gelatinoso	9	6.12
	Brillante	9	6.12
	Opaco	8	5.44
	Uniforme	8	5.44
	Transparente	6	4.08
	Fluido	6	4.08
	Color miel	5	3.40
	Dorado	5	3.40
	Viscoso	4	2.72
	Baboso	3	2.04
	Marrón	3	2.04
	Trozos de fruta	3	2.04
	Claro	1	0.68
	Chicloso	1	0.68
	Ambar	1	0.68
TOTAL	18 palabras	147	100
Sensación en boca	Textura ligera	12	10.81
	Postgusto	11	9.91
	Gelatinoso	9	8.11
	Grumoso	9	8.11
	Denso	9	8.11
	Arenoso	7	6.31
	Viscoso	7	6.31
	Fluido	6	5.41
	Empalagoso	6	5.41
	Líquido	4	3.60
	Textura de miel	4	3.60
	Homogéneo	4	3.60
	Pastoso	3	2.70
	Baboso	3	2.70
	Chicloso	2	1.80

	Textura espesa	2	1.80
	Fresco	2	1.80
	Picor	2	1.80
	Granuloso	1	0.90
	Aguado	1	0.90
	Compacto	1	0.90
	Textura característica	1	0.90
	Textura firme	1	0.90
	Suave	1	0.90
	Cremoso	1	0.90
	Untuoso	1	0.90
	Meloso	1	0.90
TOTAL	27 palabras	111	100

En la Tabla 10 se presentan las palabras unificadas, indicando para cada descriptor original el término sensorial bajo el cual fue agrupado, así como el criterio empleado para dicha unificación.

Tabla 10.

Unificación de términos sensoriales

Categoría	Atributo	Palabras unificadas	Criterio
Sabor	Dulce	Dulce, azucarado, fructosa, agridulce	Sinónimos de la sensación básica de dulzor.
	Ácido	Ácido, agridulce, fuerte	Sensación gustativa básica de acidez.
	Babaco	Babaco, frutal, tropical, exótico, característico	Perfil sensorial característico de la fruta.
	Cítrico	Cítrico, naranja, piña	Nota específica asociada a perfiles cítricos.
	Miel	Miel, caramelo, panela	Asociación perceptiva de dulzor oscuro o caramelizado.
Aroma	Dulce	Dulce, azúcar	Sinónimos asociados a notas dulces.
	Frutal	Frutal, natural, característico, tropical	Perfil aromático general asociado a fruta.
	Agridulce	Agridulce, ácido	Nota dulce/ácida del producto.

	Cítrico	Cítrico, mandarina, naranja	Nota aromática específica de frutas cítricas
	Miel	Miel, caramelo	Asociación aromática dulce/caramelizada.
Apariencia	Amarillo	Amarillo, dorado, ámbar, color miel	Tonalidades cromáticas similares.
	Espeso	Espeso, denso, viscoso	Descriptorres visuales de consistencia.
	Gelatinoso	Gelatinoso, chicloso, baboso	Textura visual tipo gel.
	Brillante	Brillante, opaco (opuesto), transparente, claro	Intensidad de brillo y claridad visual.
	Uniforme	Uniforme, fluido	Homogeneidad del producto.
Sensación en boca	Grumoso	Grumoso, granuloso, arenoso	Presencia de partículas perceptibles en boca.
	Postgusto	Postgusto, meloso, empalagoso	Persistencia del sabor tras la deglución.
	Gelatinoso	Gelatinoso, chicloso, baboso	Textura tipo gel percibida en boca.
	Viscoso	Viscoso, pastoso, cremoso, untuoso, textura de miel	Sensación de resistencia al flujo.
	Fluido	Fluido, líquido, aguado	Sensación de baja resistencia al flujo.

Nota. Criterios basados en la NTP ISO 5492:2008 (INACAL, 2008).

En la Tabla 11 se presentan las palabras excluidas del léxico sensorial final, así como el criterio empleado para dicha exclusión.

Tabla 11.

Depuración de términos sensoriales

Categoría	Atributos excluidos	Criterio
Sabor	Manzana, zapote, ciruela	Frutas no representativas del producto.
	Canela, polen	Especias no representativas del producto.

Aroma	Fermentado, floral	Baja frecuencia y no característico del producto.
	Fuerte, penetrante, neutro	Términos de intensidad, no descriptivos.
Apariencia	Trozos de fruta, fluido	Baja frecuencia de mención.
	Marrón	Color no representativo del producto.
Sensación en boca	Textura: ligera, espesa, característica, firme, suave	Descriptores poco específicos.
	Fresco, picor	Sensaciones trigeminales poco frecuentes.

En la Tabla 12 se presenta el léxico sensorial obtenido luego de la unificación y descarte de las palabras generadas en la Etapa 1.

Tabla 12.

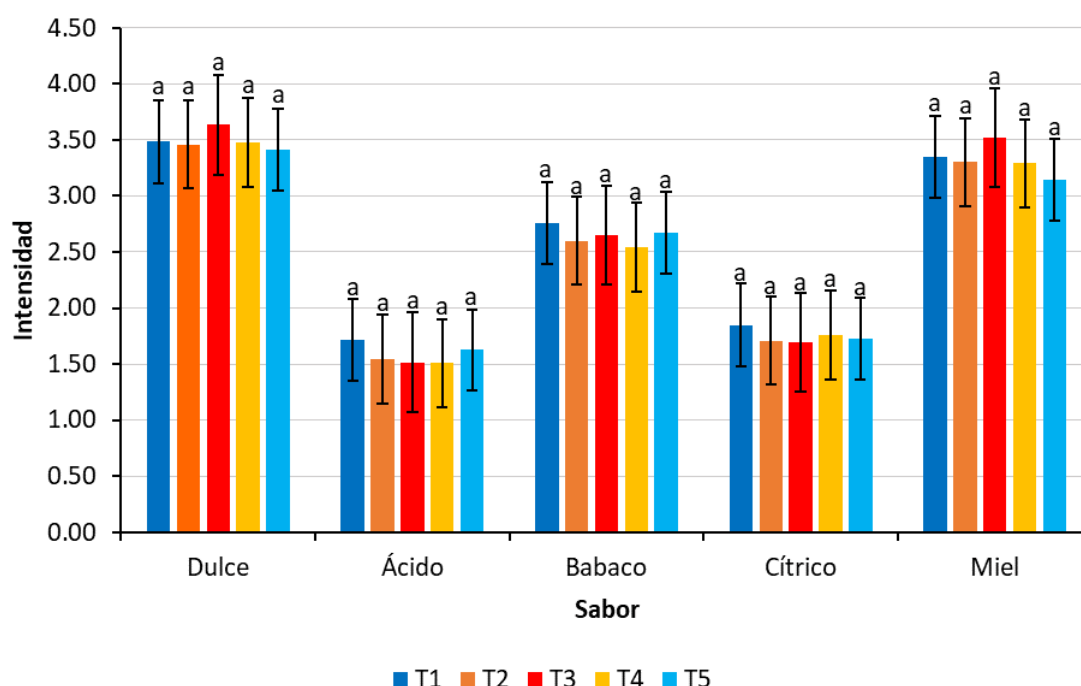
Léxico sensorial de la mermelada de babaco

Categoría	Atributo sensorial
Sabor	Dulce Ácido Babaco Cítrico Miel
Aroma	Dulce Frutal Agridulce Cítrico Miel
Apariencia	Amarillo Espeso Gelatinoso Brillante Uniforme
Sensación en boca	Grumoso Postgusto Gelatinoso Viscoso Fluido

En la Figura 8 se representa gráficamente la intensidad de los atributos sensoriales de la categoría sabor, donde no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$); ver Tablas 20 a 24. La intensidad de los atributos dulce y miel se ubicó entre los niveles 3 (media) y 4 (alta). La intensidad del atributo babaco se situó entre los niveles 2 (baja) y 3 (media). Por su parte, la intensidad de los atributos ácido y cítrico se ubicó entre los niveles 1 (muy baja) y 2 (baja).

Figura 8.

Intensidad de los atributos sensoriales de la categoría de sabor

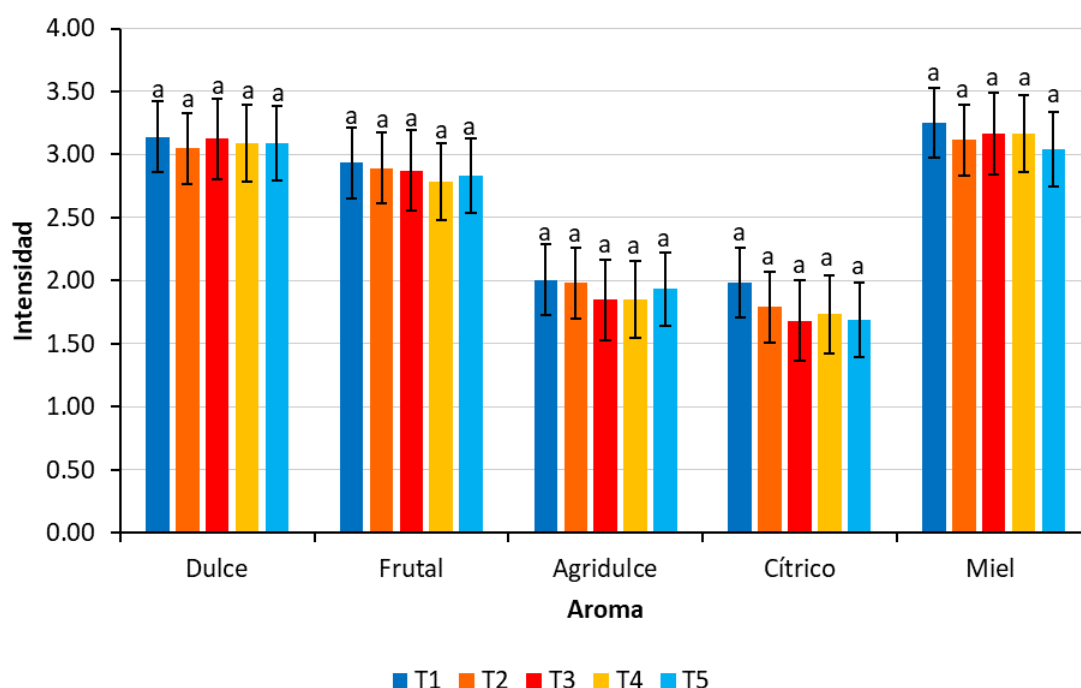


Nota. Tratamientos. T1: 0% de inulina, T2: 5% de inulina, T3: 10% de inulina, T4: 15% de inulina, T5: 20% de inulina.

En la Figura 9 se representa gráficamente la intensidad de los atributos sensoriales de la categoría aroma, donde no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$); ver Tablas 25 a 29. La intensidad de los atributos dulce y miel se ubicó entre los niveles 3 (media) y 4 (alta). La intensidad del atributo frutal se situó entre los niveles 2 (baja) y 3 (media), mientras que la del atributo agridulce estuvo entre los niveles 1 (muy baja) y 3 (media). Por último, la intensidad del atributo cítrico se ubicó entre los niveles 1 (muy baja) y 2 (baja).

Figura 9.

Intensidad de los atributos sensoriales de la categoría de aroma

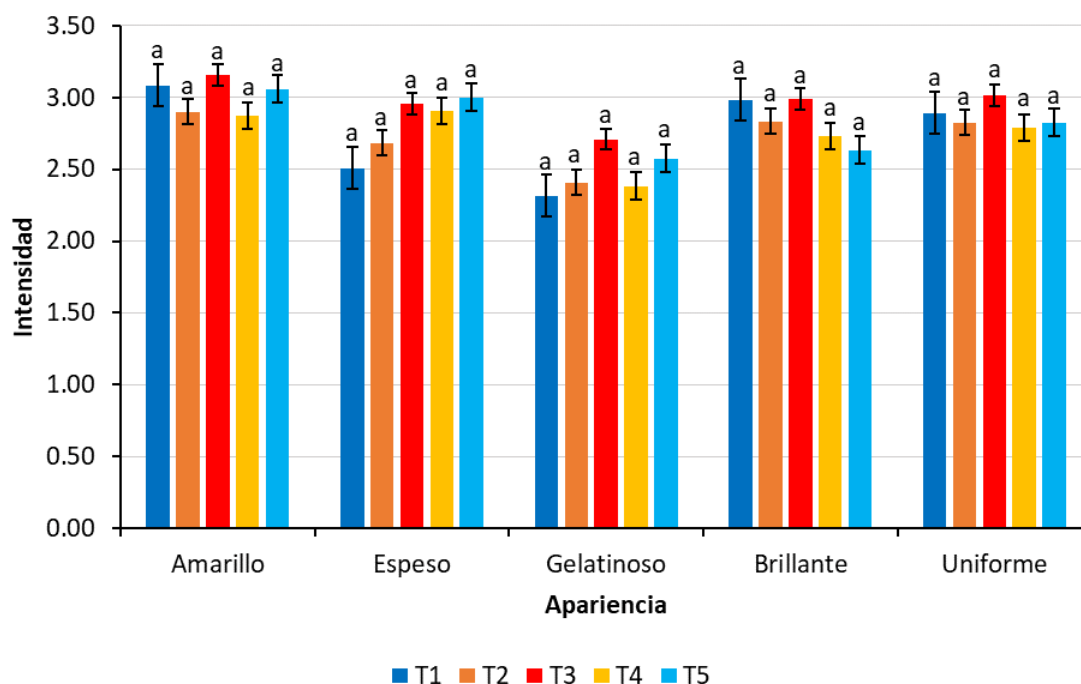


Nota. Tratamientos. T1: 0% de inulina, T2: 5% de inulina, T3: 10% de inulina, T4: 15% de inulina, T5: 20% de inulina.

En la Figura 10 se representa gráficamente la intensidad de los atributos sensoriales de la categoría apariencia, donde no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$); ver Tablas 30 a 34. La intensidad de los atributos amarillo y uniforme se ubicó alrededor del nivel 3 (media). Por otro lado, la intensidad de los atributos espeso, gelatinoso y brillante, se situaron entre los niveles 2 (baja) y 3 (media). Cabe destacar que, si bien se observaron tendencias crecientes en los valores de los atributos espeso y gelatinoso, así como una tendencia decreciente en los valores del atributo brillante, estas no deben interpretarse como efectos de la inulina, al no contar con sustento estadístico.

Figura 10.

Intensidad de los atributos sensoriales de la categoría de apariencia

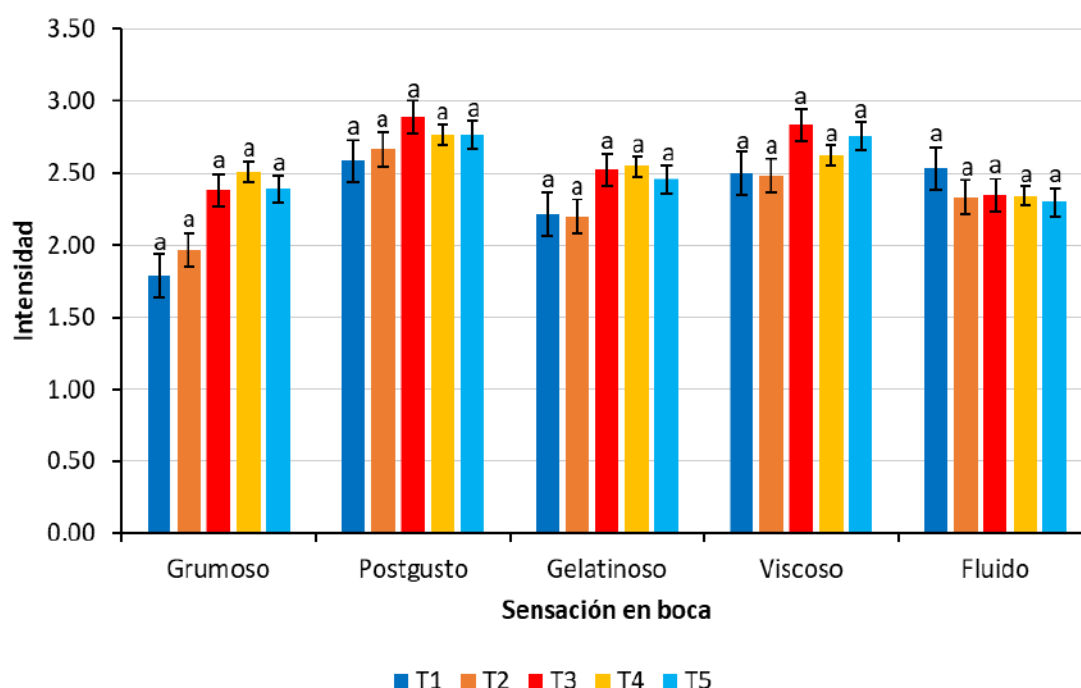


Nota. Tratamientos. T1: 0% de inulina, T2: 5% de inulina, T3: 10% de inulina, T4: 15% de inulina, T5: 20% de inulina.

En la Figura 11 se representa gráficamente la intensidad de los atributos sensoriales de la categoría sensación en boca, donde no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$); ver Tablas 35 a 39. La intensidad del atributo grumoso se ubicó entre los niveles 1 (muy baja) y 3 (media). Por otro lado, la intensidad de los atributos postgusto, gelatinoso, viscoso y fluido se situó entre los niveles 2 (baja) y 3 (media). Cabe destacar que, si bien se observó una tendencia creciente en los valores del atributo grumoso, esta no debe interpretarse como un efecto de la inulina, al no contar con sustento estadístico.

Figura 11.

Intensidad de los atributos sensoriales de la categoría de sensación en boca



Nota. Tratamientos. T1: 0% de inulina, T2: 5% de inulina, T3: 10% de inulina, T4: 15% de inulina, T5: 20% de inulina

3.2.3. Evaluación de la aceptabilidad por escala hedónica

En la Tabla 13 se presentan los resultados de la evaluación sensorial obtenidos mediante la escala hedónica de 9 puntos, donde no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$); ver Tablas 40 a 43. Las puntuaciones promedio de los atributos color, aroma, sabor y aceptabilidad general se ubicaron entre los niveles 6 (me gusta un poco) y 7 (me gusta moderadamente), lo que indica una percepción sensorial homogénea entre los tratamientos. Consecuentemente, los índices de aceptabilidad (IA) fueron superiores al 70 % en todos los casos, evidenciando que todos los tratamientos alcanzaron un umbral de aceptación sensorial considerado satisfactorio, de acuerdo con los criterios establecidos.

Tabla 13.

Aceptabilidad del color, aroma, sabor y general de la mermelada de babaco con diferentes sustituciones parciales de azúcar por inulina

Tratamiento	Aceptabilidad			
	Color	Aroma	Sabor	General
T1	6.67 ± 0.59 ^a	6.66 ± 0.44 ^a	6.78 ± 0.28 ^a	6.93 ± 0.29 ^a
I.A. (%)	74.07	73.98	75.28	77.04
T2	6.55 ± 0.45 ^a	6.69 ± 0.12 ^a	6.79 ± 0.32 ^a	6.87 ± 0.39 ^a
I.A. (%)	72.78	74.35	75.46	76.30
T3	6.83 ± 0.18 ^a	6.67 ± 0.33 ^a	6.83 ± 0.03 ^a	6.92 ± 0.14 ^a
I.A. (%)	75.83	74.07	75.93	76.85
T4	6.74 ± 0.24 ^a	6.59 ± 0.36 ^a	6.88 ± 0.21 ^a	6.91 ± 0.18 ^a
I.A. (%)	74.91	73.24	76.48	76.76
T5	6.60 ± 0.52 ^a	6.64 ± 0.32 ^a	6.67 ± 0.53 ^a	6.82 ± 0.39 ^a
I.A. (%)	73.33	73.80	74.07	75.74

Nota. Tratamientos. T1: 0% de inulina, T2: 5% de inulina, T3: 10% de inulina, T4: 15% de inulina, T5: 20% de inulina. IA: Índice de Aceptabilidad.

IV. DISCUSIÓN

La sustitución parcial de azúcar por inulina en mermeladas ha sido objeto de estudio por diversos autores (Macías, 2020; Zainol et al., 2021; Michelle e Idrawanto, 2022; Banaś et al., 2018; Rouhi et al., 2024). Sin embargo, su aplicación sobre la mermelada de babaco es algo que no se ha reportado previamente. Identificar los efectos de la sustitución parcial de azúcar por inulina sobre las características fisicoquímicas, mecánicas, microbiológicas y sensoriales de la mermelada de babaco, puede servir como precedente para la elaboración de alimentos que busquen combatir el alto consumo de azúcar en el mundo.

Los valores de contenido calórico de las mermeladas de babaco oscilaron entre 2.33 y 2.57 kcal/g, valores cercanos a las 2.46 kcal/g de una mermelada comercial según la U.S. Department of Agriculture (USDA, 2019). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, indicando que la sustitución parcial de sacarosa por inulina no alteró de forma apreciable el aporte energético del producto. Este comportamiento coincide con lo reportado por Macías (2020), quien identificó que la incorporación de hasta 10% de inulina en mermeladas de fresa no afecta de forma significativa su valor calórico, debido a que la inulina posee un aporte energético reducido pero su efecto en la matriz del producto puede diluirse cuando la sustitución no es elevada. Del mismo modo, Banaś et al. (2018) indican que el efecto individual de la inulina no reduce de manera notable el contenido de calorías de una mermelada, por ello, señalan que su empleo resulta más eficaz cuando se combina con otros compuestos auxiliares, como glucósidos de esteviol y extractos naturales (aronia negra, saúco, membrillo japonés, semillas de lino y germen de trigo), los cuales pueden potenciar el reemplazo de azúcares. Con base en principios termodinámicos, la inulina no generó una disminución marcada del valor calórico determinado por calorimetría, debido a que, al igual que la sacarosa, posee suficiente energía química que se libera durante su combustión completa. Este fenómeno se relaciona con su composición elemental y estructura como carbohidrato, representada por la fórmula general $(C_6H_{10}O_5)_n$, mientras que la sacarosa presenta la fórmula $C_{12}H_{22}O_{11}$ (Morales, 2025; McMurry, 2016).

Con respecto al contenido de sólidos solubles, el valor más alto se registró en el tratamiento T3 (67.91 °Bx), correspondiente a la sustitución parcial del 10% de

azúcar por inulina. Los valores obtenidos se ubicaron en un intervalo de 64 a 68 °Bx, cercano al mínimo de 65 °Bx establecido por el Codex Alimentarius (2022) y concordaron con lo reportado por Michelle y Indrawanto (2022), quienes registraron valores de 60 a 70 °Bx en mermeladas de piña con adición de inulina. Este comportamiento puede explicarse por la contribución de la inulina soluble a la fase acuosa, donde se incorpora como sólido disuelto y es cuantificada por refractometría, incrementando el valor de °Brix (Weiß y Alt, 2017; Kheto et al., 2023). A este nivel de sustitución, la inulina permanece mayoritariamente en solución, sin generar modificaciones estructurales significativas en la matriz gelificada. En contraste, a niveles superiores de sustitución (15 y 20%), la mayor incorporación de inulina puede favorecer interacciones con la red de pectina y una mayor retención de agua dentro del gel, reduciendo la fracción de solutos libres en la fase acuosa y, en consecuencia, el valor aparente de sólidos solubles (Canazza et al., 2025). Por su parte, a niveles más bajos (5%), el aporte de sólidos solubles es menor debido a la menor cantidad de sustitución. En este sentido, el tratamiento T3 representa un punto intermedio en el que se maximiza la contribución de sólidos solubles sin comprometer de manera significativa la estructura del sistema.

El perfil de textura de las mermeladas, evaluado mediante los parámetros de firmeza, elasticidad, cohesividad y gomosidad, no mostró efectos significativos con la adición de inulina. Estos resultados indican que la sustitución parcial de azúcar por inulina no alteró de manera sustancial la capacidad del producto para recuperar su forma tras la deformación ni la estabilidad interna de la red del gel. En este sentido, Xu y Kenar (2024) reportan que concentraciones elevadas de inulina (> 27.5 % p/p) pueden favorecer la formación de geles más robustos y con mejores propiedades reológicas, lo que explicaría la ausencia de cambios significativos en el perfil de textura en el presente estudio.

Los resultados del análisis microbiológico, con factor de dilución de 10^{-5} , mostraron ausencia total de crecimiento de colonias de mohos y levaduras en todas las muestras de mermelada de babaco, lo que indica que la incorporación de inulina no afectó la calidad microbiológica de los tratamientos. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Macías (2020) en mermeladas de fresa con sustitución parcial de azúcar por inulina, así como con lo informado por López et al. (2020) en mermeladas

de arazá y babaco endulzadas con stevia, en las cuales tampoco se detectó presencia de estos microorganismos. Desde el punto de vista técnico, la ausencia de crecimiento microbiano se debe tanto al envasado hermético como al alto contenido de azúcar, los cuales inhiben el desarrollo microbiano y la degradación del producto debido al aumento de la presión osmótica, prolongando así su vida útil y tiempo de almacenamiento (Lespínard et al., 2009, citado por Laborde y Pagano, 2022). Asimismo, estos resultados cumplen con los criterios microbiológicos establecidos para mermeladas, los cuales fijan límites de aceptación para levaduras osmófilas de 10 UFC/g (m) y 10^2 UFC/g (M), y para hongos osmófilos de 1 UFC/g (m) y 10 UFC/g (M), de acuerdo con la NTP 202.092:1991 (INACAL, 2017).

En la prueba Just-About-Right (JAR) se adoptó la escala de -2 a 2, en lugar de la escala de 1 a 5 propuesta por Dalla (2021), con el fin de centrar el cero en la percepción “justa” y evitar confusiones con la escala de la prueba RATA. Como resultado, ninguno de los atributos evaluados alcanzó el umbral del 70% de panelistas ubicándolo en el punto ideal, observándose una tendencia a calificar la dulzura como excesiva y la acidez como ausente. Sin embargo, en la prueba de penalización, ningún atributo superó los umbrales establecidos de 1 punto de penalización y 20% de panelistas, lo que indica que las desviaciones respecto al punto justo (ausencia o exceso) no tuvieron efectos significativos sobre la aceptabilidad general del producto. Si bien Michelle e Indrawanto (2022) tampoco reportaron impactos negativos en la aceptabilidad general de la mermelada de piña tras la incorporación de inulina, el resultado de este estudio puede atribuirse principalmente a la variabilidad inherente en las respuestas de panelistas no entrenados, quienes tienden a presentar mayor dispersión en sus evaluaciones sensoriales debido a diferencias individuales en la percepción, el uso de la escala y los criterios personales de valoración, aun en productos familiares como las mermeladas, tal como lo explican Prachi y Maurya (2024) en su revisión.

El léxico sensorial obtenido en la Etapa 1 de la prueba Rate-All-That-Apply (RATA) estuvo conformado por los términos más representativos para describir una mermelada, tomando en cuenta su frecuencia de mención y los criterios semánticos establecidos por el INACAL (2008). En este proceso, se diferenciaron los términos “dulce” y “miel”, así como “ácido” y “cítrico”, con el fin de distinguir entre la

intensidad del sabor básico y cualidades gustativas específicas asociadas a la matriz del producto, lo que permitió una descripción más detallada del perfil sensorial evaluado. Durante la Etapa 2 de la prueba RATA, se observó que la inulina no tuvo efecto sobre la intensidad de los atributos sensoriales de los tratamientos. El perfil sensorial general de las muestras se caracterizó principalmente por atributos de sabor y aroma asociados a la sacarosa, como dulce y miel, los cuales predominaron sobre los atributos propios del babaco, tales como su sabor característico y las notas ácidas. Esta predominancia se explica por la elevada concentración de sacarosa, la cual intensifica la percepción de dulzor y tiende a enmascarar matices ácidos propios del fruto, fenómeno ampliamente documentado en alimentos con alto contenido de azúcares (Mao et al., 2022; Mao et al., 2025). En las categorías restantes, los atributos espeso (apariencia) y grumoso (sensación en boca) mostraron tendencias crecientes en su intensidad; sin embargo, estas no fueron estadísticamente significativas, por lo que no pueden atribuirse a un efecto de la sustitución parcial de azúcar por inulina.

Las puntuaciones obtenidas en la escala hedónica de 9 puntos se ubicaron entre los niveles 6 (me gusta un poco) y 7 (me gusta moderadamente), sin mostrar diferencias significativas entre los tratamientos, lo que evidencia una adecuada aceptación sensorial de la mermelada, independientemente del porcentaje de inulina incorporado. Este resultado concuerda con lo reportado por Zainol et al. (2021), quienes señalaron que la adición de inulina hasta un 22.5% en mermeladas de maíz dulce no afecta la aceptabilidad del color ni del sabor del producto. Asimismo, este comportamiento se vio respaldado por el Índice de Aceptabilidad (IA), ya que todas las formulaciones superaron el valor mínimo del 70%, umbral a partir del cual un producto se considera sensorialmente aceptable (Dalla, 2021).

V. CONCLUSIONES

Se evaluó el efecto de la sustitución parcial de azúcar por inulina y se determinó que esta modificación generó cambios específicos en las características fisicoquímicas, mecánicas, microbiológicas y sensoriales de la mermelada de babaco (*Carica pentagona* H.).

Se determinó el contenido calórico de las mermeladas, el cual se mantuvo en un rango de 2.33 a 2.57 kcal/g, lo que sugiere que los niveles de sustitución de azúcar por inulina evaluados no fueron suficientes para producir un efecto significativo sobre este parámetro.

Se determinó el contenido de sólidos solubles de las mermeladas, observándose que el valor más alto correspondió al tratamiento T3 (10% de inulina), con 67.91 °Bx. No obstante, este resultado se atribuye principalmente a las condiciones del proceso de cocción, más que a la adición de inulina en la formulación.

Se analizaron la firmeza, elasticidad, cohesión y gomosidad de la mermelada de babaco, observándose que la sustitución parcial de azúcar por inulina en los niveles estudiados no tuvo efecto sobre los parámetros del perfil de textura.

Se analizó la calidad microbiológica de la mermelada, evidenciándose que la inulina no repercute sobre esta característica del producto, ya que no se detectó crecimiento de mohos y levaduras en ningún tratamiento. Esta ausencia se explica por la elevada presión osmótica generada por los 65 °Brix, junto con una elaboración higiénica, un adecuado tratamiento térmico y un correcto sellado al vacío.

Se evaluaron los atributos sensoriales mediante la prueba Just-About-Right (JAR), observándose que ningún atributo sensorial superó simultáneamente el umbral de 1 punto de penalización y una incidencia del 20% de panelistas en ninguno de los tratamientos evaluados. Estos resultados indican que la sustitución parcial de azúcar por inulina no generó desviaciones sensoriales críticas en términos de dulzura, acidez, grumos ni sabor frutal, por lo que la aceptabilidad general de la mermelada de babaco no se vio comprometida.

Se evaluaron los atributos percibidos por los consumidores mediante la prueba Rate-All-That-Apply (RATA), observándose que el léxico sensorial se compuso de términos característicos de una mermelada en los apartados de sabor, aroma, apariencia y sensación en boca. Asimismo, se evidenció que la incorporación de inulina no tuvo un efecto significativo sobre el perfil sensorial de los tratamientos, manteniéndose la predominancia de notas dulces y una menor percepción de acidez, sin alterarse la identidad sensorial de la mermelada de babaco.

Se determinó la aceptabilidad del color, aroma, sabor y aceptabilidad general de las muestras mediante la escala hedónica de 9 puntos, observándose que la incorporación de inulina no tuvo efecto sobre la percepción de los consumidores. En todos los tratamientos, las puntuaciones se ubicaron entre 6 (me gusta un poco) y 7 (me gusta moderadamente), lo que corresponde a un índice de aceptabilidad igual o superior al 70%, indicando una buena aceptación sensorial de la mermelada de babaco.

VI. RECOMENDACIONES

En función de los resultados obtenidos, se recomienda optimizar el nivel de sustitución parcial de azúcar por inulina, evaluando porcentajes superiores al 20%, así como su combinación con otros edulcorantes de bajo aporte calórico o fibras solubles, con el fin de lograr una reducción calórica significativa sin afectar negativamente las propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales del producto.

Asimismo, se sugiere profundizar en el estudio de la interacción pectina/inulina, mediante análisis reológicos y del perfil de gelificación, con el fin de comprender su efecto sobre la estructura de la mermelada, especialmente en formulaciones con mayores niveles de sustitución de azúcar.

Adicionalmente, se recomienda evaluar la sinéresis durante el almacenamiento, considerando diferentes condiciones de tiempo y temperatura, para determinar el comportamiento del producto a lo largo de su vida útil y su viabilidad tecnológica a escala industrial.

Desde el punto de vista del proceso, se sugiere mantener las condiciones tecnológicas empleadas, ya que demostraron ser adecuadas para garantizar la inocuidad microbiológica en todos los tratamientos evaluados.

Finalmente, dado el adecuado nivel de aceptación sensorial observado, se recomienda validar los resultados con un mayor número de consumidores.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre-Rodríguez, A., Duarte-Casar, R., Rojas-Le-Fort, M., y Romero-Benavides, J. C. (2024). Food uses, functional activities, and bioactive compounds of three Ecuadorian *Vasconcellea* fruits: Bibliometric analysis and review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 17, 101244. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101244>
- Alonso-Allende, J., Milagro, F. I., y Aranaz, P. (2024). Health Effects and Mechanisms of Inulin Action in Human Metabolism. *Nutrients*, 16(17), 2935. <https://doi.org/10.3390/nu16172935>
- AOAC International. (4 de enero de 2023). AOAC Official Method 925.45 Loss on Drying (Moisture) in Sugars. *Official Methods of Analysis of AOAC International (22th ed.)*. New York, MD: AOAC International. Recuperado el 20 de octubre de 2025, de <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.3635>
- AOAC International. (4 de enero de 2023). AOAC Official Method 932.12 Solids (Soluble) in Fruits and Fruit Products: Refractometer Method. *Official Methods of Analysis of AOAC International (22th ed.)*. New York, MD: AOAC International. Recuperado el 20 de octubre de 2025, de <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.3368>
- Banaś, A., Korus, A., y Korus, J. (2018). Texture, Color, and Sensory Features of Low-Sugar Gooseberry Jams Enriched with Plant Ingredients with Prohealth Properties. *Journal of Food Quality*, 2018(1), 1646894. <https://doi.org/10.1155/2018/1646894>
- Bordas, J. (4 de abril de 2019). *Inulina: un ingrediente sano y nutricional para usar en pastelería*. Jordi Bordas. Recuperado el 20 de octubre de 2025, de <https://jordibordas.com/blog/inulina-un-ingrediente-sano-y-nutricional-para-usar-en-pasteleria/>
- Canazza, E., Grauso, M., Mihaylova, D., y Lante, A. (2025). Techno-Functional Properties and Applications of Inulin in Food Systems. *Gels*, 11(10), 829. <https://doi.org/10.3390/gels11100829>

- Codex Alimentarius (2022). Norma para las confituras, jaleas y mermeladas CXS 296-2009. FAO, WHO, rev. 5-2024.
- Coutinho, S., Moiane, E., Domingos, D., Bunga, J., y José, A. (2004). Physico-chemical and sensory properties of soft drinks made from the tuberous root of beetroot (*Beta vulgaris*). *International Journal of Food Science and Nutrition*, 9(3), 13-19.
- Dalla, F. (2021). *Análise sensorial clássica: Fundamentos e métodos*. Mérida Publishers. <https://meridapublishers.com/111analise/111analise.pdf>
- Díaz, A. (25 de marzo del 2021). *La inulina: El prebiótico más dulzón*. Don Sacarino. Recuperado el 20 de octubre de 2025, de <https://donsacarino.com/inulina/>
- Dirección Regional de Salud Cajamarca, Red Integrada de Salud Jaén, y Oficina de Epidemiología. (2023). *Análisis de Situación de Salud de la Provincia de Jaén, 2022*. Dirección Regional de Salud de Cajamarca. <http://www.risjaen.gob.pe/portal/docs/det/47430>
- Fatsecret (26 de octubre de 2024). *Información nutricional del babaco*. Fatsecret España. Recuperado el 7 de 2025, de <https://www.fatsecret.es/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/babaco?portionid=52660997&portionamount=100,000>.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2017). *NTP 203.047:1991 (revisada 2017). Conservas vegetales. Mermelada de frutas. Requisitos*. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad. (2008). *NTP ISO 5492:2008. Análisis sensorial - Vocabulario*. INACAL.
- Institute of Food Science and Technology. (2022). *Sugars*. <https://www.ifst.org/resources/information-statements/sugars>
- James, P., Wijeyesekera, A., y Rastall, R. (2022). Inulin-type fructans and short-chain fructooligosaccharides-their role within the food industry as fat and sugar replacers and texture modifiers-what needs to be considered!. *Food Science & Nutrition*, 11(1), 17-38. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3040>

- Johnson, M. (diciembre de 2015). *Descripción general del análisis de perfiles de textura* (act. octubre de 2023). Texture Technologies Corporation. Recuperado el 7 de noviembre de 2025, de <https://www.texturetechnologies.com/resources/texture-profile-analysis>
- Kheto, A., Bist, Y., Awana, A., Kaur, S., Kumar, Y., y Sehwat, R. (2023). Utilization of inulin as a functional ingredient in food: Processing, physicochemical characteristics, food applications, and future research directions. *Food Chemistry Advances*, 3, 100443. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100443>
- Kim, D., Kwak, H., Lim, M., y Lee, Y. (2023). Comparison of Check-All-That-Apply (CATA), Rate-All-That-Apply (RATA), Flash Profile, Free Listing, and Conventional Descriptive Analysis for the Sensory Profiling of Sweet Pumpkin Porridge. *Foods (Basel, Switzerland)*, 12(19), 3556. <https://doi.org/10.3390/foods12193556>
- Laborde, M., y Pagano, A. (2022). Analysis and numerical simulation of the sterilization of low-calorie grape jam. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94(Suppl 4). <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220200584>
- Lara-Fiallos, M., Julián-Ricardo, M., Lara-Gordillo, P., Pérez-Martínez, A., y Benites-Cortés, I. (2017). Avances en la producción de inulina. *Tecnología Química*, 37(2), 220-238.
- López, S., Velasco, A., Baño, D., y Paredes, A. (2020). Hypocholoric jam from arazá and babaco. *Conciencia Digital*, 3(3), 151-163. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1287>
- Macías, L. (2020). *Desarrollo y evaluación sensorial de una mermelada de fresa (Fragaria vesca L.) adicionada con inulina* [Pre-grado, Universidad Autónoma de Querétaro]. <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/2286>
- Mao, Y., Tian, S., Qin, Y., y Chen, S. (2022). Sensory sweetness and sourness interactive response of sucrose-citric acid mixture based on synergy and antagonism. *Npj Science of Food*, 6(1), 33. <https://doi.org/10.1038/s41538-022-00148-0>

- Mao, Y., Zhang, Z., Liu, L., Qin, Y., Qin, Z., Cao, Y., Zou, X., Shi, J., Tian, S., y Jiang, G. (2025). Dynamic interaction of sweet and sour taste perceptions based on sucrose and citric acid. *Npj Science of Food*, 9(1), 152. <https://doi.org/10.1038/s41538-025-00507-7>
- McMurry, J. (2016). *Organic Chemistry* (9th ed.). Cengage Learning. <https://alazharpharmacy.com/documents/level-1/semester-2/organic-chemistry-1/Organic-Chemistry-John-McMurry-9th.pdf>
- Mejía, G. (2022). *Determinación del poder calorífico superior correlacionado con el contenido de proteína, grasa y carbohidrato de tres pseudocereales andinos: quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen.) y kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.)* [Pre-grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.
- Michelle, D., y Indrawanto, R. (2022). Effects of isomalto-oligosaccharide, inulin, and polydextrose on the development of sugar-free pineapple jam. *IOP conference series. Earth and environmental science*, 1114(1), 012021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1114/1/012021>
- Mihai, R., Canchignia, M., Vivanco, R., Cubi-Insuaste, N., y Catana, R. (2024). Impact of Babaco (*Vasoncelea x pentagona* (Heilborn) Mabb.) Fruit Ripening Stages on Phytochemical Composition and Biological Properties. *Metabolites*, 14(12), 718. <https://doi.org/10.3390/metabo14120718>
- Ministerio de Salud. (27 de junio de 2019). *Consumo excesivo de azúcar contribuye al sobrepeso e incrementa el riesgo de enfermedades cardiovasculares* [Nota de prensa]. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/45099-consumo-excesivo-de-azucar-contribuye-al-sobrepeso-e-incrementa-el-riesgo->
- Orús, A. (2024). *El azúcar en el mundo - Datos estadísticos*. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/1409216/consumo-mundial-de-azucar/>
- Paltrinieri, G. y Figuerola, F. (1997). *Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas nativas e introducidas*. Tratado de Cooperación

<https://www.fao.org/4/x5029s/X5029S00.htm#Contents>

- Tang, J. (2015). *Liderazgo de los productos comestibles* [Infografía]. IPSOS. <https://www.ipsos.com/sites/default/files/2017-02/MKTLiderazgo-en-productos-comestibles-2015.pdf>
- Tavares, E., Pimentel, T., Silva, R., Praxedes, C., Oliveira, J., Prudêncio, E., Felix, P., Neta, M., Silva, P., Mársico, E., Freitas, M., Esmerino, E., y Cruz, A. (2025). Inulin or xylooligosaccharide addition to dulce de leche affects consumers' sensory experience and emotional response. *Food Research International*, 200, 115492. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.115492>
- Teixeira, F., Dos Santos, B., Nunes, G., Soares, J., Do Amaral, L., De Souza, G., De Resende, J., Menegassi, B., Rafacho, B., Schwarz, K., Dos Santos, E., y Novello, D. (2020). Addition of Orange Peel in Orange Jam: Evaluation of Sensory, Physicochemical, and Nutritional Characteristics. *Molecules*, 25(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/molecules25071670>
- Tirado, B., y Cobá, P. (2024). Propiedades Bromatológicas de los Frutos de *Vasconcellea pulchra* y *Vasconcellea x heilbornii*, Bolívar – Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 12744-12766. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13540
- Tsatsaragkou, K., Methven, L., Chatzifragkou, A., & Rodriguez-Garcia, J. (2021). The Functionality of Inulin as a Sugar Replacer in Cakes and Biscuits; Highlighting the Influence of Differences in Degree of Polymerisation on the Properties of Cake Batter and Product. *Foods*, 10(5), 951. <https://doi.org/10.3390/foods10050951>
- U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. (2019). *FoodData Central: SR Legacy* [Base de datos]. <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/168819/nutrients>
- Weiß, K., y Alt, M. (2017). Determination of Single Sugars, Including Inulin, in Plants and Feed Materials by High-Performance Liquid Chromatography and Refraction Index Detection. *Fermentation*, 3(3), 36. <https://doi.org/10.3390/fermentation3030036>

- Williams, E. (1949). *Experimental designs balanced for the estimation of residual effects of treatments*. Australian Journal of Scientific Research, Series A, 2, 149–168.
- Witczak, M., Jaworska, G., y Witczak, T. (2020). Rheological and colour properties of apple jellies supplemented with inulin with various degrees of polymerisation. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(5), 1980-1991. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14499>
- Xiong, R. y Meullenet, J. (2006). A PLS dummy variable approach to assess the impact of jar attributes on liking. *Food Quality and Preference*, 17(3-4), 188-198.
- Xu, J., y Kenar, J. (2024). Rheological and Micro-Rheological Properties of Chicory Inulin Gels. *Gels*, 10(3), 171. <https://doi.org/10.3390/gels10030171>
- Zainol, M., Cheang, L., Zuraidah, N., Yahya, F., y Zin, Z. (2021). Storage stability of sweet corn (*Zea mays var saccharata Bailey*) jam: effect of sugar to inulin ratios on physicochemical, ascorbic acid, β -carotene and sensory characteristics. *IOP conference series. Earth and environmental science*, 756(1), 012074. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/756/1/012074>

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante, darme fortaleza en los momentos más difíciles y acompañarme en cada paso de este camino.

A mis padres, Jannett Emperatriz Jiménez Oblitas y Sebastian Guadalupe Rodríguez, cuyo amor, sacrificio y ejemplo han sido el pilar fundamental de mi vida. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por enseñarme que la perseverancia siempre encuentra recompensa.

A mi hermano, Matías Jesús Guadalupe Jiménez, por su alegría y apoyo incondicional, que han sido una motivación permanente para seguir adelante. Espero que, sea cual sea la carrera que elijas, triunfes por encima de todo.

Y finalmente, a mi compañera Jeraldine Nicole Palomino Román, por su cariño, comprensión y compañía incansable durante este proceso. Gracias por estar conmigo en cada etapa de este desafío.

José Sebastian Guadalupe Jiménez

A Dios, por concederme la vida, por ser mi guía y fortaleza, iluminando cada etapa de este proceso.

A mi madre, Miriam Patricia Román Delgado, cuyo amor y apoyo es incondicional, motivándome constantemente y permitiendo superar así cada desafío dentro de mi formación profesional y personal.

A la memoria de mi padre, Wagner Palomino Pérez, cuya presencia vive en cada uno de mis logros y decisiones, su enseñanza y cariño que dejó en vida continúan siendo los pilares de inspiración y fortaleza para ser mejor y superarme cada día.

A mi abuelo, Enrique Román Mendoza, que durante estos años me aconsejó como un padre y me motivó a nunca rendirme. Su confianza en mí y su ejemplo han sido el impulso para poder lograr lo que me he propuesto.

A mi compañero de tesis, José Sebastián Guadalupe Jiménez, por su compromiso y colaboración durante la realización de este hermoso proyecto, su esfuerzo y apoyo han sido esenciales para lograr juntos este logro académico.

Jeraldine Nicole Palomino Román

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a nuestros asesores, el Dr. Ernesto Hernández Martínez y la M.Sc. Andrea Fioreli Velarde Santoyo, por su orientación y apoyo durante toda la investigación.

Asimismo, agradecemos a todo el equipo de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza en Chachapoyas: al Ph.D. Juan Carlos Guerrero Abad, director ejecutivo del Instituto de Investigación e Innovación para el Desarrollo del Sector Agrario y Agroindustrial (IIDAA), por permitirnos el uso del Laboratorio de Ingeniería de Alimentos y Postcosecha; a la Ing. Miguelina Zayda Silva Zuta, por su valiosa guía en los análisis microbiológicos; y al Ph.D. Ives Julian Yoplac Tafur con su equipo, por el servicio de cuantificación de calorías en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos (LABNUT).

Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento a la Ing. Juanita Delgado Burga, por facilitarnos el Laboratorio de Tecnología de Alimentos para la elaboración y análisis sensorial de la mermelada, así como a todos los panelistas que participaron en dicho análisis, por su tiempo y valiosa colaboración en la evaluación sensorial del producto.

**José Sebastian Guadalupe Jiménez
& Jeraldine Nicole Palomino Román**

ANEXOS

ANEXO 1.

Consentimiento informado para realizar las pruebas sensoriales

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Usted está invitado a participar en el estudio titulado “EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AZÚCAR POR INULINA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS, FISICOQUÍMICAS, MECÁNICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE LA MERMELADA DE BABACO (*Carica Pentagona* H.)” realizados por José Sebastian Guadalupe Jiménez y Jeraldine Nicole Palomino Román egresados de la escuela profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

1. Propósito del estudio

El propósito de este estudio de investigación es ver si al reducir el contenido de azúcar en la mermelada de babaco y reemplazar una parte del azúcar con inulina se logra disminuir el contenido calórico, sin afectar las propiedades fisicoquímicas, mecánicas, microbiológicas y sensoriales.

2. Participación

Si decide participar, se le pedirá que deguste pequeñas porciones de mermelada de babaco y complete cuestionarios para evaluar su sabor, textura, aroma y apariencia. El proceso durará aproximadamente 15-20 minutos. No se le pedirá que trague las muestras, si no lo desea.

3. Procedimiento

El proceso de elaboración de la mermelada de babaco comenzó con la recepción y selección de los frutos, eligiendo únicamente aquellos en óptimas condiciones de madurez y sin defectos visibles. Luego, se realizó el lavado, desinfección, pelado y troceado de los babacos. Los trozos fueron escaldados a 85–90 °C para reducir la carga microbiana y preservar el color, y posteriormente pulpeados hasta obtener una mezcla homogénea. Con la pulpa se formularon las mermeladas utilizando un 50 % de pulpa y un 50 % de azúcar rubia, sustituyendo parcialmente este último por inulina en niveles de 5 %, 10 %, 15 % y 20 %. Además, se añadió 0,1 % de pectina y 0,2 % de ácido cítrico. La mezcla se concentró por cocción hasta alcanzar 65 °Brix, tras lo cual se envasó en frascos de 250 g y se pasteurizó a 90 °C durante 10 minutos. Finalmente, los frascos fueron enfriados, etiquetados y almacenados en condiciones adecuadas para su posterior análisis fisicoquímico, mecánico, microbiológico y sensorial.

4. Riesgo

Los ingredientes utilizados (babaco, inulina, azúcar rubia, pectina y ácido cítrico) son seguros para el consumo. Sin embargo, si usted padece de alergias o sensibilidad a cualquiera de estos ingredientes, no debe participar. Los criterios de exclusión incluyen problemas respiratorios, visuales no tratados, diabetes, y dificultades en la percepción del olor y el sabor.

5. Beneficios

Su participación es voluntaria y no recibirá compensación económica. Su aporte es valioso para el desarrollo de la investigación y ayudará a determinar la viabilidad de un nuevo producto alimenticio.

6. Privacidad de datos

La información que proporcione será tratada de manera estrictamente confidencial. Sus respuestas serán anónimas, y los datos se utilizarán únicamente para fines de esta investigación. Sus datos personales no se divulgarán.

7. Participación voluntaria

Su participación es completamente voluntaria. Puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento y por cualquier motivo, sin que esto le genere ningún tipo de consecuencia o penalización. Su decisión de no participar no afectará su relación con la Universidad Nacional de Jaén.

8. Costos e incentivos

La participación en el estudio no generará ningún costo para los participantes ni recibirán compensación económica por su tiempo y colaboración.

9. Consentimiento

☐	Si, doy mi consentimiento.
☐	No, doy mi consentimiento.

Firma del participante

Si necesita información adicional sobre la investigación, póngase en contacto con los investigadores responsables: José Sebastian Guadalupe Jiménez (jose.guadalupe@est.unj.edu.pe - 966 285 296), Jeraldine Nicole Palomino Román (jeraldine-palomino@est.unj.edu.pe - 985 761 554), Ernesto Hernández Martínez (ernesto.hernandez@unj.edu.pe - 943 618 310), Andrea Fioreli Velarde Santoyo (andrea.velarde@unj.edu.pe - 951 610 823).

Dirección: Carretera Jaén - San Ignacio KM 24 - Sect. Yanuyacu – Jaén.

ANEXO 2.

Diseño de Williams para la aleatorización y presentación de muestras

Codificación alfanumérica de los tratamientos					
• T1 (0% de inulina): K7M • T2 (5% de inulina): R3X • T3 (10% de inulina): L9Q • T4 (15% de inulina): T6B • T5 (20% de inulina): Z4D					
Diseño Williams 5 × 5					
Secuencia	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
1	K7M	R3X	L9Q	T6B	Z4D
2	R3X	L9Q	T6B	Z4D	K7M
3	L9Q	T6B	Z4D	K7M	R3X
4	T6B	Z4D	K7M	R3X	L9Q
5	Z4D	K7M	R3X	L9Q	T6B

Nota. El diseño de Williams 5×5 se repitió cada cinco panelistas, de modo que cada una de las cinco secuencias de presentación fue asignada a un panelista distinto dentro de cada grupo, asegurando el equilibrio del diseño.

ANEXO 3.

Cuestionario para evaluación sensorial Just-About-Right (JAR)

Evaluación sensorial mediante escala Just-About-Right (JAR)					
La escala JAR determina si los atributos presentes en la muestra están en el punto justo o si, por el contrario, necesitan subir o bajar de intensidad. La escala abarca los siguientes niveles: • Muy poco: -2 • Poco: -1 • Lo justo: 0 • Mucho: 1 • Demasiado: 2					
Evaluación de atributos					
	-2	-1	0	1	2
Dulzura	☐	☐	☐	☐	☐
Acidez	☐	☐	☐	☐	☐
Grumos	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor frutal	☐	☐	☐	☐	☐

ANEXO 4.

Ficha de recolección de atributos sensoriales Rate-All-That-Apply (RATA)

FICHA DE EVALUACIÓN – IDENTIFICACIÓN DE ATRIBUTOS

Panelista N.º: _____

Fecha: ____ / ____ / 2025

Instrucciones:

Deguste cada una de las muestras codificadas que se le entregan en porciones de 5 g. Para cada muestra, escriba todas las palabras o frases que describan lo que percibe en sabor, aroma, apariencia y sensación en boca.

Dispone de 2 minutos por muestra. No existe un número mínimo ni máximo de respuestas.

Muestra código: _____

Atributos percibidos:

Muestra código: _____

Atributos percibidos:

Muestra código: _____

Atributos percibidos:

Muestra código: _____

Atributos percibidos:

Muestra código: _____

Atributos percibidos:

ANEXO 5.

Cuestionario para evaluación sensorial Rate-All-That-Apply (RATA)

Evaluación sensorial mediante escala Rate-All-That-Apply (RATA)						
La escala RATA permite registrar los atributos que el panelista identifica en la muestra, además de medir la intensidad de los mismos. La escala abarca los siguientes niveles: • Ausente: 0 • Muy baja: 1 • Baja: 2 • Media: 3 • Alta: 4 • Muy alta: 5						
Sabor						
	0	1	2	3	4	5
Dulce	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ácido	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Babaco	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Cítrico	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Miel	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aroma						
	0	1	2	3	4	5
Dulce	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Frutal	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Agridulce	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Cítrico	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Miel	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Apariencia						
	0	1	2	3	4	5
Amarillo	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Espeso	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Gelatinoso	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Brillante	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Uniforme	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Sensación en boca						
	0	1	2	3	4	5
Grumoso	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Postgusto	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Gelatinoso	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Viscoso	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fluido	☐	☐	☐	☐	☐	☐

ANEXO 6.

Cuestionario para evaluación sensorial mediante escala hedónica

Evaluación de la aceptabilidad mediante escala hedónica								
La prueba de aceptabilidad general evalúa el grado de agrado o satisfacción del panelista, utilizando una escala hedónica. La escala abarca los siguientes niveles: • 1 (me disgusta muchísimo). • 2 (me disgusta mucho). • 3 (me disgusta moderadamente). • 4 (me disgusta un poco). • 5 (no me gusta ni me disgusta). • 6 (me gusta un poco). • 7 (me gusta moderadamente). • 8 (me gusta mucho). • 9 (me gusta muchísimo).								
Aceptabilidad del color								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptabilidad del aroma								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptabilidad del sabor								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptabilidad general de la muestra								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

ANEXO 7.

Imágenes de la elaboración de mermelada de babaco con sustitución parcial de azúcar por inulina

Figura 12.

Recepción de babaco



Figura 13.

Lavado del babaco



Figura 14.

Pelado y cortado del babaco



Figura 15.

Escaldado del babaco



Figura 16.

Pulpeado del babaco



Figura 17.

Inulina de achicoria Vivir Power Snack



Figura 18.

Pesado de los componentes



Figura 19.

Mezclado de los componentes



Figura 20.

Esterilización de los frascos de vidrio



Figura 21.

Envasado de la mermelada



Figura 22.

Enfriado de la mermelada



Figura 23.

Almacenado de la mermelada



ANEXO 8.

Imágenes de los equipos y materiales utilizados en los análisis fisicoquímicos, mecánicos y microbiológicos

Figura 24.

Secado de mermelada en estufa BF260UL



Figura 25.

Calorímetro isoperibólico Parr 6200



Figura 26.

Sistema de manejo de agua Parr 6510



Figura 27.

Balanza de humedad MA35 Sartorius

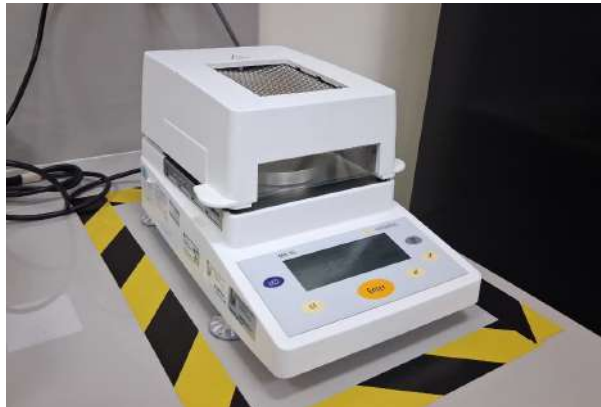


Figura 28.

Refractómetro Digital Brix MA871



Figura 29.

Texturómetro TVT 6700 y sonda 673035

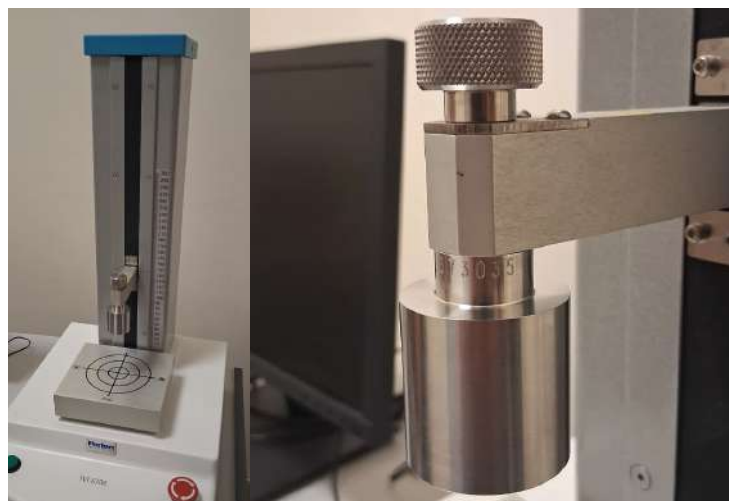


Figura 30.

Recipientes acrílicos para Análisis de Perfil de Textura



Figura 31.

Material de laboratorio en estufa BF260UL



Figura 32.

Agua peptonada, Agar Sabouraud y Agar Cloranfenicol (YGC)



Figura 33.

Siembra de los cultivos en cabina de flujo laminar



Figura 34.

Cultivos en placas de Petri

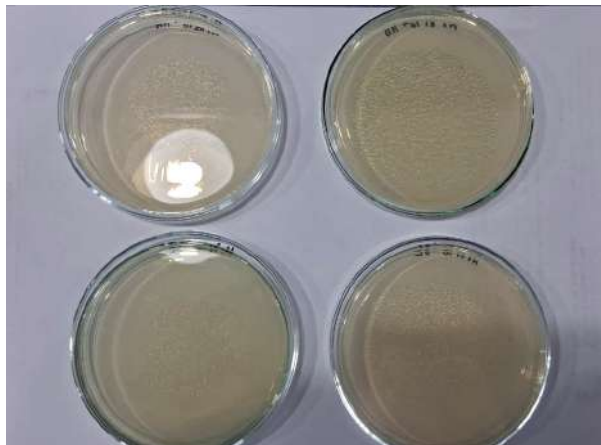


Figura 35.

Cultivos en incubadora Incucell ISIS-B2V/IC55



ANEXO 9.

Imágenes de los análisis sensoriales aplicados a la mermelada de babaco con sustitución parcial de azúcar por inulina

Figura 36.

Panelistas durante la evaluación sensorial de las mermeladas 1



Figura 37.

Panelistas durante la evaluación sensorial de las mermeladas 2



Figura 38.

Panelistas durante la evaluación sensorial de las mermeladas 3



ANEXO 10.

Tablas de análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey

Tabla 14.

ANOVA para el contenido calórico

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F _{Cal}	P	F _{Tab}
Tratamientos	0.101	4	0.025	1.198	0.382	3.838
Bloques	0.016	2	0.008			
Residuo	0.169	8	0.021			
Total	0.286	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 6.03 %).

Tabla 15.

ANOVA para el contenido de sólidos solubles

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F _{Cal}	P	F _{Tab}
Tratamientos	15.892	4	3.973	5.121	0.024	3.838
Bloques	14.580	2	7.290			
Residuo	6.207	8	0.776			
Total	36.680	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos mostró efectos significativos ($P < 0.05$; CV = 1.33%).

Tabla 16.

Valores de la prueba Tukey para el contenido de sólidos solubles

α	Tratamientos (I)	Bloques (J)	Grados de libertad del residuo	Cuadrado medio del residuo	q	Δ
0.05	5	3	8	0.78	4.89	2.49

Tabla 17.*Prueba de Tukey para el contenido de sólidos solubles ($\alpha = 0.05$)*

Contraste	Diferencia	Límite	Significancia
T3 - T2	1.57	2.49	
T3 - T1	1.84	2.49	
T3 - T5	2.62	2.49	X
T3 - T4	2.95	2.49	X
T2 - T1	0.28	2.49	
T2 - T5	1.06	2.49	
T2 - T4	1.38	2.49	
T1 - T5	0.78	2.49	
T1 - T4	1.11	2.49	
T5 - T4	0.33	2.49	

Nota. “X” indica una diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 18.*ANOVA para la firmeza*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	FCal	P	FTab
Tratamientos	0.031	4.000	0.008	3.538	0.060	3.838
Bloques	0.009	2.000	0.005			
Residuo	0.017	8.000	0.002			
Total	0.057	14.000	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 12.04 %).

Tabla 19.*ANOVA para la elasticidad*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.0005	4	0.0001	3.077	0.082	3.838
Bloques	0.0001	2	0.0001			
Residuo	0.0003	8	0.0000			
Total	0.0010	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 0.66 %).

Tabla 20.*ANOVA para la cohesión*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.027	4	0.007	1.592	0.266	3.838
Bloques	0.007	2	0.003			
Residuo	0.034	8	0.004			
Total	0.069	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 13.02 %).

Tabla 21.*ANOVA para la gomosidad*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.002	4	0.001	1.066	0.433	3.838
Bloques	0.001	2	0.000			
Residuo	0.004	8	0.000			
Total	0.007	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 11.33 %).

Tabla 22.*ANOVA para la intensidad del sabor dulce*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.081	4	0.020	0.429	0.784	3.838
Bloques	0.541	2	0.271			
Residuo	0.379	8	0.047			
Total	1.002	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 6.23 %).

Tabla 23.*ANOVA para la intensidad del sabor ácido*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.094	4	0.023	0.314	0.861	3.838
Bloques	0.024	2	0.012			
Residuo	0.599	8	0.075			
Total	0.717	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 17.30 %).

Tabla 24.*ANOVA para la intensidad del sabor babaco*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.079	4	0.020	0.383	0.815	3.838
Bloques	0.144	2	0.072			
Residuo	0.414	8	0.052			
Total	0.638	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 8.60 %).

Tabla 25.*ANOVA para la intensidad del sabor cítrico*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.047	4	0.012	0.153	0.956	3.838
Bloques	0.239	2	0.119			
Residuo	0.619	8	0.077			
Total	0.905	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 15.92 %).

Tabla 26.*ANOVA para la intensidad del sabor miel*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.218	4	0.054	3.067	0.083	3.838
Bloques	0.142	2	0.071			
Residuo	0.142	8	0.018			
Total	0.502	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 4.01 %).

Tabla 27.*ANOVA para la intensidad del aroma dulce*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.015	4	0.004	0.168	0.949	3.838
Bloques	0.148	2	0.074			
Residuo	0.178	8	0.022			
Total	0.341	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 4.82 %).

Tabla 28.*ANOVA para la intensidad del aroma frutal*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.039	4	0.010	0.187	0.939	3.838
Bloques	0.240	2	0.120			
Residuo	0.423	8	0.053			
Total	0.702	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 8.03 %).

Tabla 29.*ANOVA para la intensidad del aroma agridulce*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.065	4	0.016	0.281	0.882	3.838
Bloques	0.161	2	0.080			
Residuo	0.463	8	0.058			
Total	0.689	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 12.50 %).

Tabla 30.*ANOVA para la intensidad del aroma cítrico*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.182	4	0.046	0.995	0.463	3.838
Bloques	0.316	2	0.158			
Residuo	0.367	8	0.046			
Total	0.864	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 12.05 %).

Tabla 31.*ANOVA para la intensidad del aroma miel*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.070	4	0.018	0.818	0.548	3.838
Bloques	0.063	2	0.031			
Residuo	0.172	8	0.021			
Total	0.304	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 4.65 %).

Tabla 32.*ANOVA para la intensidad de la apariencia amarilla*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.180	4	0.045	0.994	0.464	3.838
Bloques	0.213	2	0.107			
Residuo	0.362	8	0.045			
Total	0.755	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 7.05 %).

Tabla 33.*ANOVA para la intensidad de la apariencia espesa*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.524	4	0.131	0.724	0.600	3.838
Bloques	0.113	2	0.056			
Residuo	1.449	8	0.181			
Total	2.086	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 15.14 %).

Tabla 34.*ANOVA para la intensidad de la apariencia gelatinosa*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.307	4	0.077	0.528	0.719	3.838
Bloques	0.000	2	0.000			
Residuo	1.163	8	0.145			
Total	1.470	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 15.38 %).

Tabla 35.*ANOVA para la intensidad de la apariencia brillante*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.293	4	0.073	1.273	0.356	3.838
Bloques	0.425	2	0.212			
Residuo	0.460	8	0.057			
Total	1.177	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 8.46 %).

Tabla 36.*ANOVA para la intensidad de la apariencia uniforme*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.097	4	0.024	0.358	0.832	3.838
Bloques	0.660	2	0.330			
Residuo	0.539	8	0.067			
Total	1.295	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 9.04 %).

Tabla 37.*ANOVA para la intensidad de la sensación en boca grumosa*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	1.159	4	0.290	2.644	0.113	3.838
Bloques	0.044	2	0.022			
Residuo	0.877	8	0.110			
Total	2.080	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 14.99 %).

Tabla 38.*ANOVA para la intensidad de la sensación en boca postgusto*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.163	4	0.041	1.117	0.413	3.838
Bloques	0.012	2	0.006			
Residuo	0.291	8	0.036			
Total	0.466	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 6.98 %).

Tabla 39.*ANOVA para la intensidad de la sensación en boca gelatinosa*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.344	4	0.086	1.451	0.303	3.838
Bloques	0.059	2	0.030			
Residuo	0.474	8	0.059			
Total	0.877	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 10.19%).

Tabla 40.*ANOVA para la intensidad de la sensación en boca viscosa*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.287	4	0.072	1.317	0.342	3.838
Bloques	0.044	2	0.022			
Residuo	0.436	8	0.055			
Total	0.767	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 8.85 %).

Tabla 41.*ANOVA para la intensidad de la sensación en boca fluida*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.102	4	0.026	0.614	0.664	3.838
Bloques	0.108	2	0.054			
Residuo	0.333	8	0.042			
Total	0.544	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 8.60 %).

Tabla 42.*ANOVA para la aceptabilidad del color*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.145	4	0.036	0.353	0.835	3.838
Bloques	0.996	2	0.498			
Residuo	0.820	8	0.102			
Total	1.961	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 4.79 %).

Tabla 43.*ANOVA para la aceptabilidad del aroma*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.017	4	0.004	0.072	0.989	3.838
Bloques	0.647	2	0.323			
Residuo	0.463	8	0.058			
Total	1.126	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 3.62 %).

Tabla 44.*ANOVA para la aceptabilidad del sabor*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.078	4	0.020	0.269	0.890	3.838
Bloques	0.442	2	0.221			
Residuo	0.580	8	0.072			
Total	1.100	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 3.97 %).

Tabla 45.*ANOVA para la aceptabilidad general*

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_{Cal}	P	F_{Tab}
Tratamientos	0.026	4	0.007	0.121	0.971	3.838
Bloques	0.440	2	0.220			
Residuo	0.440	8	0.055			
Total	0.906	14	-	-	-	-

Nota. La comparación entre tratamientos no mostró efectos significativos ($P > 0.05$; CV = 3.40 %).