

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES
DE CHOCOLATE CON ADICIÓN PARCIAL DE
HARINA DE TOCOSH DE PAPA (*Solanum tuberosum*
L.) A DIFERENTES GRANULOMETRÍAS Y
CONCENTRACIONES

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Autores:

Bach. Alejandra Nicole Ayala Altamirano

Bach. Alejandra Lisbeth Mendoza Gonzáles

Asesor:

Dr. Ernesto Hernández Martínez

Línea de investigación: Desarrollo y caracterización de productos (LI_IIA_02)

JAÉN – PERÚ
2025

4% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

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

Fuentes principales

- 4% Fuentes de Internet
- 0% Publicaciones
- 1% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

- Caracteres reemplazados**
43 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

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

Dr. Segundo Sánchez Tello

Responsable (el) de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 12 de septiembre del año 2025, siendo las 09:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dra. María Alina Cueva Ríos

Secretario: M. Cs. Eliana Milagros Cabrejos Barrios

Vocal: Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán, para evaluar la Sustentación de:

- () Trabajo de Investigación
(X) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE CHOCOLATE CON ADICIÓN PARCIAL DE HARINA DE TOCOSH DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) A DIFERENTES GRANULOMETRÍAS Y CONCENTRACIONES", presentado por las tesoristas Bach. **Alejandra Nicole Ayala Altamirano** y la Bach. **Alejandra Lisbeth Mendoza Gonzáles** de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

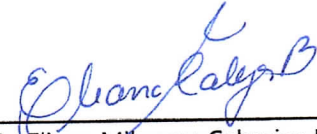
Con la siguiente mención:

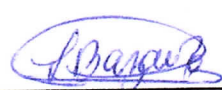
- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (14) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 10:19 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 12 de septiembre de 2025


Dra. María Alina Cueva Ríos
Presidente


M. Cs. Eliana Milagros Cabrejos Barrios
Secretario


Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán
Vocal

ANEXO N°06:

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

Yo, **Alejandra Nicole Ayala Altamirano** identificada con **DNI N° 71919108** y **Alejandra Lisbeth Mendoza Gonzáles** identificada con **DNI N° 72205015**, bachilleres de la **carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias** de la **Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias** de la **Universidad Nacional de Jaén**.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE CHOCOLATE CON ADICIÓN PARCIAL DE HARINA DE TOCOSH DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) A DIFERENTES GRANULOMETRÍAS Y CONCENTRACIONES”.

Asesorado por el **Dr. Ernesto Hernández Martínez**.

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

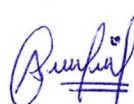
2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes 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, día, mes y año.



Bach. Alejandra Nicole Ayala Altamirano
DNI: 71919108



Bach. Alejandra Lisbeth Mendoza Gonzáles
DNI: 72205015

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
2.1. Lugar de ejecución.....	14
2.2. Población y muestra.....	14
2.2.1. Población	14
2.2.2. Muestra	14
2.3. Materiales.....	15
2.3.1. Materia prima e insumos	15
2.3.2. Materiales y utensilios	15
2.3.3. Equipos e instrumentos.....	16
2.3.4. Software.....	16
2.4. Variables de estudio.....	16
2.4.1. Variables independientes	16
2.4.2. Variables dependientes	16
2.5. Métodos.....	17
2.5.1. Metodología para la elaboración del chocolate	17
2.5.2. Métodos de análisis	23
2.6. Diseño experimental	28
2.7. Análisis de datos	30
III. RESULTADOS	31
3.1. Descripción de los atributos sensoriales	31

3.1.1.	Napping Ultra Flash Profile.....	31
3.1.2.	Free Sorting Task.....	36
3.2.	Determinación de la preferencia	38
3.2.1.	Prueba de normalidad	39
3.2.2.	Prueba de varianza constante.....	40
3.2.3.	Determinación del uso de pruebas paramétricas (ANVA) o no paramétricas (prueba de Friedman)	41
3.2.4.	Prueba de Friedman.....	42
3.2.5.	Análisis de los efectos de concentración y granulometría.....	43
3.3.	Diferencias de los atributos sensoriales	44
IV.	DISCUSIÓN.....	46
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5.1.	Conclusiones.....	50
5.2.	Recomendaciones	51
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
	AGRADECIMIENTO	61
	DEDICATORIA.....	62
	ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Calidad del grano recepcionado.....	19
Tabla 2 Tiempo de agregación de cada insumo en el refinado	20
Tabla 3 Formulación del tratamiento control (sin adición de harina de tocosh).....	20
Tabla 4 Formulaciones para la elaboración de chocolate 55% cacao con adición de harina de tocosh de papa.....	21
Tabla 5 Etapas en el templado del chocolate 55% cacao con leche con adición de harina de tocosh.....	22
Tabla 6 Codificación aleatoria para muestras de cada tratamiento.....	25
Tabla 7 Descriptores de los atributos sensoriales	26
Tabla 8 Codificación para prueba Triangular	27
Tabla 9 Formulación de tratamientos.....	29
Tabla 10 Atributos sensoriales de los tratamientos	32
Tabla 11 Varianza explicada por los componentes principales	33
Tabla 12 Varianza explicada por los componentes principales a partir del comportamiento de los panelistas	34
Tabla 13 Correlación entre las diferentes muestras de chocolate	36
Tabla 14 Estadística descriptiva de los tratamientos	39
Tabla 15 Normalidad por Anderson-Darling	40
Tabla 16 Prueba de Levene.....	40
Tabla 17 Normalidad por Anderson-Darling	41
Tabla 18 Prueba de Friedman	42
Tabla 19 Resultados de la prueba Ranking analizados mediante el método Nemenyi.	43
Tabla 20 Respuestas de los panelistas en la prueba triangular	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Flujograma de elaboración de chocolate con harina de tocosh.....	18
Figura 2	Esquema experimental de la investigación	28
Figura 3	Análisis de Componentes Principales de los tratamientos (ACP).....	31
Figura 4	Gráfico de sedimentación de los atributos sensoriales.....	33
Figura 5	Comportamiento de los panelistas en el Napping-Ultra Flash Profile.....	35
Figura 6	Gráfico de sedimentación de los panelistas	36
Figura 7	Escalamiento multidimensional con Stress de Kruskal	37
Figura 8	Dendograma de los tratamientos.....	38
Figura 9	Comparaciones múltiples mediante el procedimiento de Nemenyi.....	43
Figura 10	Interacción entre concentración y granulometría.....	44
Figura 11	Proceso de acondicionamiento de la harina de tocosh de papa.....	80
Figura 12	Recepción, pesado y clasificación del cacao seco-fermentado.....	80
Figura 13	Determinación de humedad, índice de grano y prueba de corte	81
Figura 14	Tostado y descascarillado de los granos de cacao.....	81
Figura 15	Etapas de refinado del chocolate	82
Figura 16	Temperado, moldeado y enfriado del chocolate	82
Figura 17	Desmolde, envasado y sellado de las tabletas de chocolate.....	83
Figura 18	Tabletas de chocolate por tratamiento	83
Figura 19	Preparación de las muestras para los análisis sensoriales	84
Figura 20	Ejecución de la prueba Napping-Ultra Flash Profile (UFP)	84
Figura 21	Ejecución de la prueba Free Sorting Task.....	84
Figura 22	Ejecución de la prueba Ranking.....	85
Figura 23	Ejecución de la prueba Triangular	85
Figura 24	Estudiantes realizando las pruebas sensoriales	85

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Constancia de aprobación de ejecución de pruebas sensoriales emitido por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Nacional de Jaén.....	63
Anexos 2. Consentimiento libre e informado aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Nacional de Jaén	64
Anexos 3. Prueba de corte de granos de cacao Nacional	65
Anexos 4. Cuadro resumido de la Norma para el Chocolate y los Productos del Chocolate (CODEX STAN 87-1981, Rev.1-2003).....	66
Anexos 5. Formato de indicaciones para evaluación sensorial por Napping-Ultra Flash Profile (UFP)	67
Anexos 6. Formato de evaluación sensorial por Free Sorting Task (FST).....	68
Anexos 7. Formato de preferencia sensorial por la Prueba Ranking	69
Anexos 8. Formato de discriminación sensorial por la Prueba Triangular	70
Anexos 9. Cálculo del mínimo de respuestas en la prueba Triangular, según la ISO 4120:2004.....	71
Anexos 10. Resultados de la Prueba Ranking	72
Anexos 11. Resultados de la prueba Triangular	76
Anexos 12. Fotografías del proceso de elaboración de chocolate 55% cacao con leche con adición de harina de tocosh de papa	80
Anexos 13. Fotografías de la aplicación de las pruebas sensoriales	84

RESUMEN

La aceptabilidad de los alimentos está determinada por las percepciones sensoriales del consumidor. En el caso del tocosh, sus características organolépticas representan una barrera para su consumo fuera de su lugar de origen; por ello, su incorporación al chocolate le brindaría mayor visibilidad. Se evaluó el efecto de diferentes concentraciones y granulometrías de harina de tocosh de papa sobre los atributos sensoriales del chocolate. Se elaboraron seis tratamientos con concentraciones de 2%, 4% y 6% y granulometrías de 75 μm y 300 μm y un tratamiento control (T1). La evaluación sensorial fue realizada por 112 panelistas, a través de cuatro pruebas: *Napping-Ultra Flash Profile* y *Free Sorting Task*, prueba *Ranking* y la prueba Triangular. Se describieron y agruparon los tratamientos, identificándose al tratamiento T3 (2%, 300 μm) con mayor preferencia, caracterizado por dureza y aroma a bayas rojas, mientras el tratamiento T7 (6%, 300 μm) fue el menos aceptado por sus atributos de textura granulosa y sabor poco agradable. La prueba de Friedman (valor-p = 0.012) confirmó diferencias significativas entre tratamientos, especialmente entre el T3 y T7. Se evidencia que la concentración y granulometría de la harina de tocosh influyen en la aceptabilidad sensorial del chocolate.

Palabras clave: Aceptabilidad, *Napping-Ultra Flash Profile*, *Free Sorting Task*, descriptores sensoriales.

ABSTRACT

The acceptability of food is determined by the sensory perceptions of consumers. In the case of tocosh, its organoleptic characteristics represent a barrier to its consumption outside its place of origin; therefore, its incorporation into chocolate would provide greater visibility. The effect of different concentrations and particle sizes of potato tocosh flour on the sensory attributes of chocolate was evaluated. Six treatments were prepared with concentrations of 2%, 4%, and 6% and particle sizes of 75 μm and 300 μm , along with a control treatment (T1). Sensory evaluation was conducted by 112 panelists through four tests: *Napping-Ultra Flash Profile* and *Free Sorting Task*, *Ranking test*, and *Triangle test*. Treatments were described and grouped, identifying treatment T3 (2%, 300 μm) as the most preferred, characterized by hardness and red berry aroma, while treatment T7 (6%, 300 μm) was the least accepted due to grainy texture and unpleasant flavor. The Friedman test ($p\text{-value} = 0.012$) confirmed significant differences among treatments, especially between T3 and T7. It is evident that the concentration and particle size of tocosh flour influence the sensory acceptability of the chocolate.

Keywords: Acceptability, *Napping-Ultra Flash Profile*, *Free Sorting Task*, sensory descriptors.

I. INTRODUCCIÓN

La aceptación de productos alimenticios en el mercado está fuertemente influenciada por las preferencias sensoriales de los consumidores, quienes tienden a priorizar el sabor y la palatabilidad lo que condiciona su disposición al consumo (Rai et al., 2023; Torrico et al., 2019). Sin embargo, en el caso del tocosh de papa (*Solanum tuberosum* L.) el intenso olor y sabor derivados del proceso de fermentación bacteriana (Ccapa, 2017; Huayhua-Mamani et al., 2022) constituyen una de las principales barreras para su aceptación fuera de las zonas donde su consumo es tradicional (Huayhua-Mamani et al., 2022).

El tocosh de papa es elaborado a partir de variedades como Huayro, Iskupuru, Blanca y predominantemente Hualash (Medina y Tarazona, 2017). En una entrevista para la revista Leisa en el año 2017, se comentó “...*fermentamos la papa hualash, que es una papa nativa para hacer tokosh y eso nos sirve para combatir el cansancio...*” (Fernández, 2017). Este producto presenta un contenido proteico del 3.91%, un valor calórico de 343.4 Kcal (Ambrosio y Ramos, 2018) y compuestos bioactivos como fenoles, alcaloides, saponinas y esteroides, por lo que se considera una fuente significativa de probióticos (Jiménez et al., 2018).

La comercialización del tocosh comúnmente se ofrece como mazamorra (Velasco-Chong et al., 2020). No obstante, diversas investigaciones han explorado su incorporación como harina en productos de confitería, tales como gomitas (Ambrosio y Ramos, 2018) y compota (Aldave y Minayo, 2024); en productos de panificación, como galletas (Oyola-Coral et al., 2023); así como en una bebida láctea tipo yogurt (Castillejo y Ruiz, 2021) y en una bebida instantánea (Moreno y Zarate, 2023).

El cacao peruano es reconocido a nivel mundial por sus características naturales, fino sabor y aroma, se cuenta con amplia variedad genética, destacando a cacas nativos como el Cacao

Blanco de Piura, el Cacao Nacional Puro de San Ignacio, el Cacao Marañón de Jaén, el cacao Chunchu de Cusco y el cacao Montaña de Junín (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2023). El cacao Nacional o Fino de Aroma, es una variedad reconocida como de excelencia en cuestión a calidad sensorial debido a su inigualable sabor, fragancia y propiedades nutricionales (Pesantez y Avila, 2021). Así mismo, el cacao proveniente Jaén y San Ignacio captó la atención Internacional tras ser presentado por el Gobierno Regional de Cajamarca en el Foro Mundial de la Alimentación realizado en Roma, Italia en el año 2022, posicionándose como un producto de gran valor en el mercado global (AgroPerú, 2022).

El chocolate debido a sus diversas presentaciones se considera uno de los productos más apreciados y consumidos a nivel mundial (Ditchfield et al., 2023) destacándose por los aportes energéticos que brinda al consumidor (Saritaş et al., 2024). Dependiendo del porcentaje de cada ingrediente se elaboran distintos tipos entre los que se destacan el chocolate negro, con leche y blanco. El chocolate con leche se compone de licor de cacao, azúcar, manteca de cacao y sólidos lácteos (Bianchi et al., 2021). Según la Norma para el Chocolate y los Productos del Chocolate (CODEX STAN 87-1981, Rev.1-2003) el chocolate con leche debe contener no menos del 25% de cacao y un mínimo entre 12% y el 14% de extracto seco de leche.

En la investigación realizada por Madrid y Negrete (2023), se evidenció que el rango de concentración de cacao en chocolates con mejor preferencia entre consumidores peruanos oscila entre 36% y 50%, siendo aceptables incluso hasta un 72%. Por su parte, Davida (2025) señala que un chocolate con un contenido de cacao entre 50% y 60% resulta ideal para quienes buscan un equilibrio entre la presencia del cacao y un dulzor agradable, destacando en estos productos notas a caramelo o frutos secos.

Los antecedentes que refuerzan la presente investigación:

Stefani et al. (2019) evaluó la fortificación de barras de chocolate con leche mediante la incorporación de harina de algas en diferentes porcentajes: 0%, 5%, 10% y 15%. Se trabajó con 20 panelistas entrenados que evaluaron los atributos sensoriales como apariencia, aroma, textura y sabor. Los resultados mostraron que la barra de chocolate con leche con un 5% de adición de harina de algas fue la más preferida, presentando mejores puntajes promedio en todos los atributos sensoriales evaluados. Además, esta formulación presentó un contenido de fibra dietética significativa, aportando beneficios nutricionales al producto.

Quispe-Sanchez et al. (2022) evaluó la formulación de chocolate negro (65% cacao) enriquecidos con harinas de alto valor nutricional: ajonjolí, cañihua, kiwicha, maca y chía. Estas incorporadas en porcentajes del 1%, 2%, 3% y 4% a una granulometría de 850 μm . Los resultados de aceptabilidad sensorial mostraron que las formulaciones con los niveles más bajo de incorporación (1% y 2%) recibieron mayor preferencia, manteniendo atributos sensoriales favorables como sabor, textura y aroma, sin afectar negativamente la aceptación general del producto, sugiriendo buena aceptación por parte del consumidor y potencial para mejorar el perfil nutricional del chocolate.

Borges et al. (2024) elaboró chocolates de 55% cacao con adición de harina de cáscara de café a una granulometría de 250 μm y en concentraciones de 0%, 2.5%, 5%, 7.5% y 10%. Evaluaron propiedades físicas, fisicoquímicas, texturales y reológicas, observando que la adición de harina hasta un 10% modificó sus propiedades sin afectar su composición ni calidad. Las diferencias significativas entre formulaciones se observaron únicamente en la dureza y cohesividad, evaluadas en el perfil textural. La dureza aumentó conforme se incrementó la cantidad de harina añadida.

Al fin de caracterizar sensorialmente el producto, se aplicaron los métodos sensoriales de *Napping - Ultra Flash Profile (UFP)* y *Free Sorting Task* (Tarea de Clasificación Libre), Escala de *Ranking* y la prueba Triangular, los mismos que se utilizan ampliamente en la industria alimentaria.

El método *Napping-Ultra Flash Profile (UFP)* se aplica para describir los atributos sensoriales de diferentes tratamientos mediante su ubicación en un plano cartesiano, donde la proximidad indica similitud y la distancia diferencias entre ellos (Valentin et al., 2012), al mismo tiempo que se proporciona información cualitativa mediante el uso de descriptores sensoriales (Ruiz-Capillas et al., 2021). La aplicación de *Napping-UFP* en evaluación de chocolate es poco para habitual; un ejemplo es Harshitha, B. (2022), quien evaluó distintas formulaciones con polvo de hojas verdes (eneldo, betel, tamarindo y curry) teniendo como resultando que la fórmula con 5% de adición fue la mejor valorada, describiéndose con atributos como dulce, suave, cremoso y sedoso.

El método *Free Sorting Task* solicita que los evaluadores clasifiquen las muestras de acuerdo a las similitudes o diferencias percibidas (Valentin et al., 2012). Aunque es poco aplicado con para la matriz de estudio, Marque et al. (2022) lo empleó para clasificar barras de proteína de chocolate con panelistas entrenados y no entrenados, obteniendo como resultado que ambos grupos clasificaron de manera similar el producto, demostrando que ambos tuvieron la capacidad de discriminar efectivamente en la prueba.

Por otro lado, la prueba Triangular, es una prueba discriminatoria (Cárdenas et al., 2018) utilizada para detectar si un cambio en los ingredientes, el procesamiento, el empaquetado o el almacenamiento provoca una diferencia significativa en un producto (Severiano et al., 2023). La prueba Triangular se aplica cuando los tratamientos exhiben un fuerte remanente y/o flavors persistentes (Torricella-Morales et al., 2020). Mediante esta prueba se determina

si existen diferencias sensoriales perceptibles entre dos tratamientos, comparando tres muestras al mismo tiempo, de las cuales dos son iguales y una es diferente (Ramírez y Onofre, 2020); la probabilidad de respuestas es del 33% (Espinosa et al., 2007). Se ha utilizado en la evaluación de granos de cacao tostado (Prado, 2021) y barras de chocolate (Garcés y Jara, 2023)

En este contexto, el trabajo de investigación propone la adición de harina de tocosh de papa de la variedad Hualash a distintas concentraciones (2%, 4% y 6%) y granulometrías (75 μm y 300 μm) a un chocolate 55% cacao con leche, elaborado a partir cacao de la variedad Nacional. Cabe destacar que, se propuso la granulometría de la harina de tocosh en base a pruebas preliminares.

El objetivo general consistió en evaluar los atributos sensoriales del chocolate con adición parcial de harina de tocosh de papa (*Solanum tuberosum* L.) a diferentes granulometrías y concentraciones. Así mismo, como los objetivos específicos fue: a) analizar los atributos sensoriales (apariencia, sabor, aroma y textura sensorial) del chocolate con adición parcial de harina de tocosh mediante la aplicación del método *Napping-Ultra Flash Profile (UFP)* y el método *Free Sorting Task (FST)*; b) determinar la influencia del tamaño de partícula de 75 μm y 300 μm en los tratamientos, mediante el análisis de preferencia del chocolate con adición parcial de harina de tocosh aplicando la Escala de *Ranking*; c) discriminar el tratamiento que tiene diferencias perceptibles al tratamiento control aplicando la prueba Triangular.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

El procedimiento experimental fue realizado en el centro de producción de la empresa "Coyota Corp", entidad dedicada al procesamiento de chocolate localizado en el distrito de Jaén, departamento de Cajamarca.

Las evaluaciones sensoriales fueron desarrolladas en las instalaciones de la Universidad Nacional de Jaén, específicamente en el laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

El cacao en grano fermentado-seco fue adquirido de la variedad cacao Nacional del centro poblado La Mushca, distrito de Huarango, provincia de San Ignacio, de la producción de la cosecha del año 2025. Por otro lado, la harina de tocosh obtenida fue de la variedad Hualash, con fecha de producción de enero del año 2025.

Con respecto a los participantes de los análisis sensoriales, se contó con la participación de estudiantes, docentes y administrativos de la Universidad Nacional de Jaén que no padecían de Diabetes, problemas gastrointestinales o hepáticos. Participaron 112 panelistas no entrenados por cada análisis (Hough et al., 2006).

2.2.2. Muestra

Se utilizaron 7 kg de cacao fermentado-seco de la variedad Nacional provenientes del distrito de Huarango, provincia de San Ignacio, siendo nuestro proveedor el señor Ronald Altamirano Guerrero, gerente general de la empresa Coyota Corp. La cantidad de harina de tocosh de papa utilizada fue de 800 gramos, adquirida de la empresa Nutrimix - Productos Naturales de la tienda "Natural Bien" en la ciudad de Jaén.

Cada uno de los análisis sensoriales contaron con la participación de 112 panelistas con edades entre 17 y 60 años. Cada participante firmó un formulario de consentimiento validado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Nacional de Jaén (ver Anexo1) para formar parte del estudio, este formulario contenía información sobre el título del estudio, justificación, objetivos, metodología, riesgos, declaración de privacidad y los datos de contacto de los investigadores (ver Anexo 2).

2.3. Materiales

2.3.1. *Materia prima e insumos*

El cacao en grano fermentado-seco adquirido fue de la variedad cacao Nacional (Huarango - Perú), el azúcar rubia fue obtenida de la marca “Caña Brava” y la leche en polvo de la marca “Danilac” ambos insumos fueron comprados en la tienda Paravós Biotienda (Jaén - Perú), la manteca de cacao originalmente procesada en el distrito de Pangoa, fue conseguida por medio de la empresa Coyota Corp. (Jaén - Perú), y la harina de tocosh de papa de la marca NutriMix fue obtenida de la tienda Productos Naturales (Jaén, Perú).

2.3.2. *Materiales y utensilios*

Los materiales utilizados fueron tamices de 300 μm y 75 μm (Gran Test, Colombia), platillos de muestra de aluminio, una mesa de porcelanato, tazones de acero inoxidable (capacidad 6 kg), cutter profesional, frascos de vidrio, espátulas de acero con filo rígido y mango, espátulas de silicona antiadherente, moldes de policarbonato para chocolate (tabletas de 40 g), bandejas de plástico con asas, bolsas fabricadas en PET metalizado de 60 g/m^2 en formato de sello “T” para chocolate de 40 g y papel Kraft utilizado para el desmoldado de las tabletas de chocolate.

2.3.3. Equipos e instrumentos

Respecto a los equipos, se emplearon una balanza de plataforma (Patrick's, BR150E, Perú, Cap. 150 kg), un medidor de humedad de granos portátil (Gehaka, G610i, Brasil, Cap. 1 kg), tostador a gas con tambor giratorio (SIPER, M2, EE.UU, Cap. 8 kg, RPM: 44, Tmax. 300°C), descascaradora de cacao (AYCA, AISI204, Perú, Cap. 25 kg/h), molino (Colloid Mill, LIJM-13008-R0, China, Cap. 25 kg/h), refinador de chocolate inclinable (Premier, AC0784, EE.UU, RPM 120, Cap. 4.5 kg), refrigerador (LG, GT37SGP, China), selladora de bolsa a pedal (RYU, PFS-600, Brasil, 1500 W), balanza gramera digital (Coffee Scale, EK6012, China, Cap. 3 kg) y termómetro infrarrojo (Kusitest, GM550E, EE.UU, -50°C a 550°C), analizador de humedad electrónico (Sartorius, MA35, EE.UU, Cap. 35 g).

2.3.4. Software

Se utilizó XLSTAT sensory para analizar el *Napping-Ultra Flash Profile (UFP)*, *Free Sorting Task (FST)*, prueba de *Ranking* y prueba Triangular.

2.4. Variables de estudio

2.4.1. Variables independientes

2.4.1.1. Primera variable independiente

Concentraciones de harina de tocosh de papa: 2%, 4%, 6%.

2.4.1.2. Segunda variable independiente

Granulometría de harina de tocosh de papa: 75 μm y 300 μm .

2.4.2. Variables dependientes

- Descripción de los atributos sensoriales
- Preferencia
- Diferencias de los atributos sensoriales

2.5. Métodos

El proceso de producción de chocolate con harina de tocosh de papa se plasmó en dos etapas:

Etapas 1: Se acondicionó la harina de tocosh de papa en el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional de Jaén. Se realizó la determinación del contenido de humedad usando el analizador de humedad electrónico (Sartorius, MA35, EE.UU, Cap. 35 g), el parámetro de referencia fue tomado por lo establecido en CODEX Alimentarius | CODEX STAN 152-1985 (Rev. 1 - 1995) para la harina de trigo, el cual establece 15% humedad máxima. Posteriormente, se utilizaron tamices con aberturas de 75 μm y 300 μm , para finalizar el producto se envasó en frascos de vidrio.

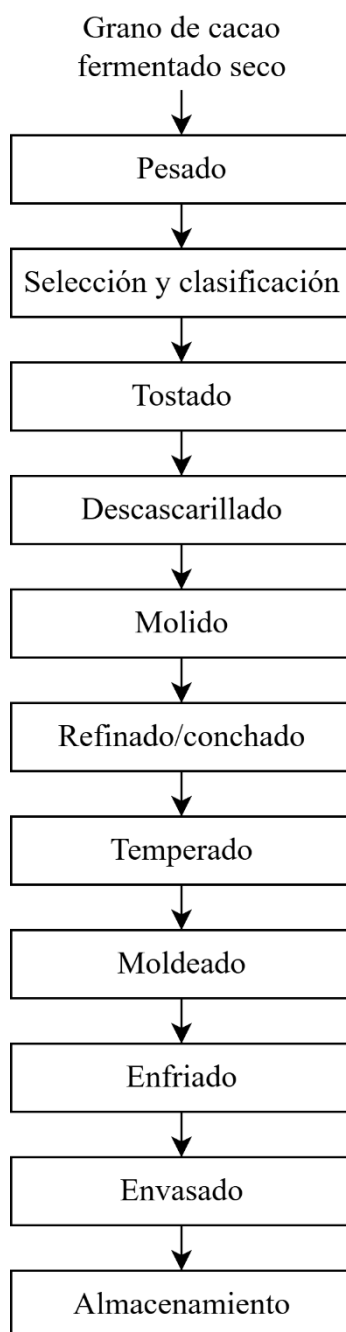
Etapas 2: Consistió en la elaboración del chocolate 55% de cacao con leche y harina de tocosh de papa. Se adquirieron granos de cacao fermentado-seco como materia prima, tal como se muestra en la Figura 1.

2.5.1. Metodología para la elaboración del chocolate

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de la elaboración de chocolate en la Figura 1.

Figura 1

Flujograma de elaboración de chocolate con harina de tocosh



- **Recepción de la materia prima e insumos:** Se recibieron granos de cacao fermentados-secos, pertenecientes a la variedad cacao Nacional, en las instalaciones de la empresa Coyota Corp. y se recepcionó la harina de tocosh previamente acondicionada en la Etapa 1, correspondiente a 4 bolsas de 200 g cada una, provenientes de la tienda “Natural Bien” (Jaén) de la marca Nutrimix.
- **Pesado:** Se utilizó la balanza de plataforma (Patrick’s, BR150E, Perú, 150 kg) para el pesado de la materia prima, registrándose un total de 7 kg. Utilizando la balanza gramera digital (Coffee Scale, EK6012, China, Cap. 3 kg) se corroboró el peso de los insumos: 1.5 kg de manteca de cacao, 4 kg de azúcar y 1.5 kg de leche en polvo.
- **Selección y clasificación:** Se evaluó la calidad del grano recepcionado (ver Tabla 1) y se aplicó la prueba de corte (ver Anexo3). Para determinar la humedad se utilizó un medidor de humedad de granos portátil (Gehaka, G610i, Brasil, Cap. 1 kg) con una muestra de 100 g de cacao.

Tabla 1

Calidad del grano recepcionado

Indicador	Resultado	Parámetro	Referencia
Granos planos defectuosos	0.45 %*	1.5 %	Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2451 Granos de cacao.
Tamaño de grano (n° de granos en 100 g)	82 granos	≤ 100 grano Estándar	
Humedad del grano	6 %	≤ 8%	Especificaciones y requisitos de calidad

Nota. *El resultado del porcentaje de granos planos defectuosos corresponde a 32 g. Los granos planos defectuosos se consideran cuando son demasiado delgados para cortarlos y poder obtener una superficie completa de los cotiledones.

- **Tostado:** Se trabajó con un tostador a gas con tambor giratorio (SIPER, M2, EE.UU, Cap. 8 kg, RPM: 44, Tmax. 300°C) a una temperatura en torno a 100 °C por 25 min.

En esta esta operación ingresó un batch de 6.868 kg de materia prima y se obtuvo 6.593 kg de cacao tostado, lo que representa una reducción del 4% en peso.

- **Descascarillado:** Utilizando la descascaradora de cacao (AYCA, AISI204, Perú, Cap. 25 kg/h) se obtuvieron 5.406 kg de nibs de cacao y 1.186 kg de cascarilla, ésta última representó el 17% de pérdida de la materia ingresada.
- **Molido:** Para obtener la pasta de cacao se utilizó un molino semi-industrial (Colloid Mill, LIJM-13008-R0, China, Cap. 25 kg/h). Se obtuvieron 5.379 kg de pasta de cacao, registrándose una pérdida del 0.5% equivalente a 27 g.
- **Refinado:** Se utilizó una refinadora de chocolate inclinable (Premier, AC0784, EE.UU, RPM 120, Cap. 4.5 kg) en la que ingresaron un total de 7 batch. En la Tabla 2 se detalla el tiempo en el que se incorporaron los distintos insumos, mientras que en la Tabla 3 y 4 se presenta la formulación correspondiente al tratamiento control y a cada uno de los 6 tratamientos con adición harina de tocosh.

Tabla 2

Tiempo de agregación de cada insumo en el refinado

Insumos	Tiempo de adición	Temperatura del refinado
Pasta de cacao y manteca de cacao	Inicio del proceso (min 0)	-
Azúcar rubia ^(a)	20 min	-
Leche en polvo ^(b)	40 min	-
Harina de tocosh ^(c)	60 min	
Refinado total	12 horas	50° C

Nota. Se agregó (a) 20 minutos después del inicio del proceso, el insumo (b) a los 40 minutos y el insumo (c) a los 60 minutos.

Tabla 3

Formulación del tratamiento control (sin adición de harina de tocosh)

Tratamiento 1			
Insumo	%	Cantidad	Unidad
Pasta de cacao	45	756	g
Manteca de cacao	10	168	g
Azúcar rubia	33	554.4	g
Leche en polvo	12	201.6	g
Total	100	1680	g

Tabla 4*Formulaciones para la elaboración de chocolate 55% cacao con adición de harina de tocosh de papa*

Tratamiento 2				Tratamiento 3			
Insumo	%	Cantidad	Unidad	Insumo	%	Cantidad	Unidad
Pasta de cacao	45	756	g	Pasta de cacao	45	756	g
Manteca de cacao	10	168	g	Manteca de cacao	10	168	g
Azúcar rubia	33	554.4	g	Azúcar rubia	33	554.4	g
Leche en polvo	12	201.6	g	Leche en polvo	12	201.6	g
Harina de tocosh a 75 µm	2	33.6	g	Harina de tocosh 300 µm	2	33.6	g
Total	102	1713.6	g	Total	102	1713.6	g

Tratamiento 4				Tratamiento 5			
Insumo	%	Cantidad	Unidad	Insumo	%	Cantidad	Unidad
Pasta de cacao	45	756	g	Pasta de cacao	45	756	g
Manteca de cacao	10	168	g	Manteca de cacao	10	168	g
Azúcar rubia	33	554.4	g	Azúcar rubia	33	554.4	g
Leche en polvo	12	201.6	g	Leche en polvo	12	201.6	g
Harina de tocosh a 75 µm	4	67.2	g	Harina de tocosh 300 µm	4	67.2	g
Total	104	1747.2	g	Total	104	1747.2	g

Tratamiento 6				Tratamiento 7			
Insumo	%	Cantidad	Unidad	Insumo	%	Cantidad	Unidad
Pasta de cacao	45	756	g	Pasta de cacao	45	756	g
Manteca de cacao	10	168	g	Manteca de cacao	10	168	g
Azúcar rubia	33	554.4	g	Azúcar rubia	33	554.4	g
Leche en polvo	12	201.6	g	Leche en polvo	12	201.6	g
Harina de tocosh a 75 µm	6	100.8	g	Harina de tocosh 300 µm	6	100.8	g
Total	106	1780.6	g	Total	106	1780.6	g

- **Temperado:** Se realizó un temperado manual. Parte de la mezcla (2/3) fue vertida sobre la superficie de la mesa, donde se extendió una capa fina aplicando movimientos para distribuirla uniformemente con apoyo de una espátula de acero con filo rígido y mango. Se utilizó un termómetro infrarrojo (Kusitest, GM550E, EE.UU, -50°C a 550°C) para constatar la temperatura. La Tabla 5 muestra la variación de temperaturas en esta etapa.

Tabla 5

Etapas en el templado del chocolate 55% cacao con leche con adición de harina de tocosh

Etapas	Temperatura (°C)	Detalles
Fusión	50	Se funden todos los cristales
Cristalización	27	Formación de cristales estables e inestables
Conversión de cualquier cristal inestable	35	Se funden los cristales inestables y solo permanecen los cristales estables.

Nota. Tomado y adaptado de Villafuerte Carrillo et al. (2024)

- **Moldeado:** Se colocó el chocolate acondicionado en moldes de policarbonato de 40 g y se realizó el tableteado mediante vibraciones manuales con el fin de eliminar pequeños espacios y burbujas en el interior del chocolate.
- **Enfriado:** Los moldes con el chocolate se colocaron en un refrigerador (LG, GT37SGP, China) a una temperatura de 8 °C para solidificarse y facilitar el desmolde. Este proceso tuvo una duración de 20 minutos.
- **Envasado:** Se realizó el desmolde en papel Kraft y se empacó en bolsas fabricadas en PET metalizado en presentaciones de 40 g, culminando con el sellado donde se utilizó una selladora de bolsa a pedal (RYU, PFS-600, Brasil, 1500 W).

- **Almacenamiento:** El producto final se almacenó a una temperatura de 8 °C para preservar sus propiedades sensoriales. Según Ditchfield et al. (2023) la temperatura de almacenamiento debe ser $< 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

El chocolate 55% de cacao con leche con adición de harina de tocosh de papa (*Solanum tuberosum* L.) se elaboró bajo la NTP-CODEX STAN 87:2017 | Norma para el Chocolate y Productos del Chocolate para denominarse de tipo 2.1.4. Chocolate con leche, cumpliendo con el porcentaje de pasta de cacao (no menos del 25%) y de leche (12-14%) (Ver Anexo 4).

2.5.2. *Métodos de análisis*

Cada análisis sensorial se realizó en el laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Nacional de Jaén a horas no muy cercanas a las de las comidas (9:00 - 12:00 h y 15:00 – 18:00), pues la sensación de apetito o satisfacción puede afectar a los resultados de las pruebas (Ureña et al., 1999). Se realizaron en tres días:

- Día 1: *Napping-Ultra Flash Profile* y *Free Sorting Task*
- Día 2: Prueba *Ranking*
- Día 3: Prueba Triangular

Se presentó una muestra de 5 g de cada tratamiento (De Pelsmaeker et al., 2019) acompañados de un vaso con agua y una galleta de agua (sin sabor, sin sal ni levadura) en cada método, conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 107.311:2021. CHOCOLATE | Lineamientos para la evaluación sensorial de chocolate. Las tres pruebas sensoriales fueron realizadas por 112 panelistas en cada caso.

2.5.2.1. Atributos sensoriales

Para la descripción de los atributos sensoriales se empleó el método *Napping-Ultra Flash Profile* y *Free Sorting Task (FST)*. En el primer método, los panelistas tuvieron que ubicar los tratamientos en una hoja A3, de acuerdo con los atributos sensoriales percibidos. Se les indicó que la proximidad espacial entre los tratamientos reflejaba un mayor grado de similitud, mientras que las distancias mayores indicaban diferencias significativas (Valentin et al., 2012). Posteriormente, los panelistas asignaron descriptores a cada tratamiento, registrando con “1” su presencia y con un “0” su ausencia (Liñan, 2021; Perrin et al., 2008). En la Tabla 7 se presenta la lista de descriptores utilizados como referencia. Además, los tratamientos se codificaron con números aleatorios de tres dígitos (como se muestra en la Tabla 6 y el formato utilizado se visualiza en el Anexo 5).

Para el método *Free Sorting Task* los panelistas observaron, olieron y degustaron cada muestra, para luego clasificarlas en grupos mutuamente excluyentes según una propiedad sensorial similar (sabor, aroma, apariencia y textura sensorial). La elección de los criterios de clasificación, así como la cantidad de grupos y el número de muestras en cada uno, fueron determinadas de manera independiente por cada panelista (Varela y Ares, 2014). Los tratamientos se presentaron de forma simultánea, codificados aleatoriamente (ver Tabla 6) y el formato de evaluación se visualiza en el Anexo 6, este presentó instrucciones claras y precisas para evitar cualquier error (Silva et al., 2019).

Tabla 6*Codificación aleatoria para muestras de cada tratamiento*

Tratamientos	Codificación	Concentración y granulometría de harina de tocosh de papa
T1	123	-
T2	313	2% a 75 μm
T3	321	2% a 300 μm
T4	112	4% a 75 μm
T5	133	4% a 300 μm
T6	213	6% a 75 μm
T7	231	6% a 300 μm

Tabla 7*Descriptores de los atributos sensoriales*

Apariencia		Aroma		Textura (en boca)		Sabor	
Positivo (+)	Negativo (-)	Positivo (+)	Negativo (-)	Positivo (+)	Negativo (-)	Positivo (+)	Negativo (-)
- Brillante	- Floración	- Bayas rojas	- Regaliz	- Cremoso	- Pegajoso	- Coco	- Madera
- Lisa	- Rugoso	- Coco	- Madera	- Dureza	- Granuloso	- Caramelo	- Postgusto
- Superficie uniforme		- Caramelo	- Vainilla	- Quebradizo	- Fusión rápida	- Cocoa	- Vainilla
		- Cocoa				- Leche	
		- Crema/leche				- Nueces	

Nota. Adaptado de De Pelsmaeker et al. (2019)

2.5.2.2. Preferencia

Se utilizó el método de Prueba *Ranking*. Los panelistas ordenaron los tratamientos de acuerdo a su preferencia (Ureña et al., 1999). Todos los tratamientos fueron codificados con números aleatorios de tres dígitos (ver Tabla 6), incluyendo el tratamiento control (García et al., 2017; Ramírez-Navas, 2012). El formato de evaluación se presenta en el Anexo 7.

2.5.2.3. Diferencias de los atributos sensoriales

Se aplicó la Prueba Triangular, en la que se comparó el tratamiento con mayor preferencia en la Prueba *Ranking* (T3) frente al tratamiento control (T1). Se presentaron tres muestras codificadas: dos idénticas y una diferente; y los panelistas identificaron la que consideraban distinta (Severiano et al., 2023). Los tratamientos fueron presentados simultáneamente en recipientes idénticos, codificados con 3 números aleatorios (ver Tabla 8). El formato de evaluación se muestra en el Anexo 8.

Tabla 8

Codificación para prueba Triangular

Tratamiento	Codificación	Concentración y granulometría de harina de tocosh de papa
T1	921	—
	534	—
T3	781	2% y 300 μm
	629	2% y 300 μm

Nota. T1 (sin adición de harina de tocosh de papa) fue codificado con 921 y 534 y el T3 (con adición de 2% de harina de tocosh de papa a 300 μm) tiene una codificación de 781 y 629.

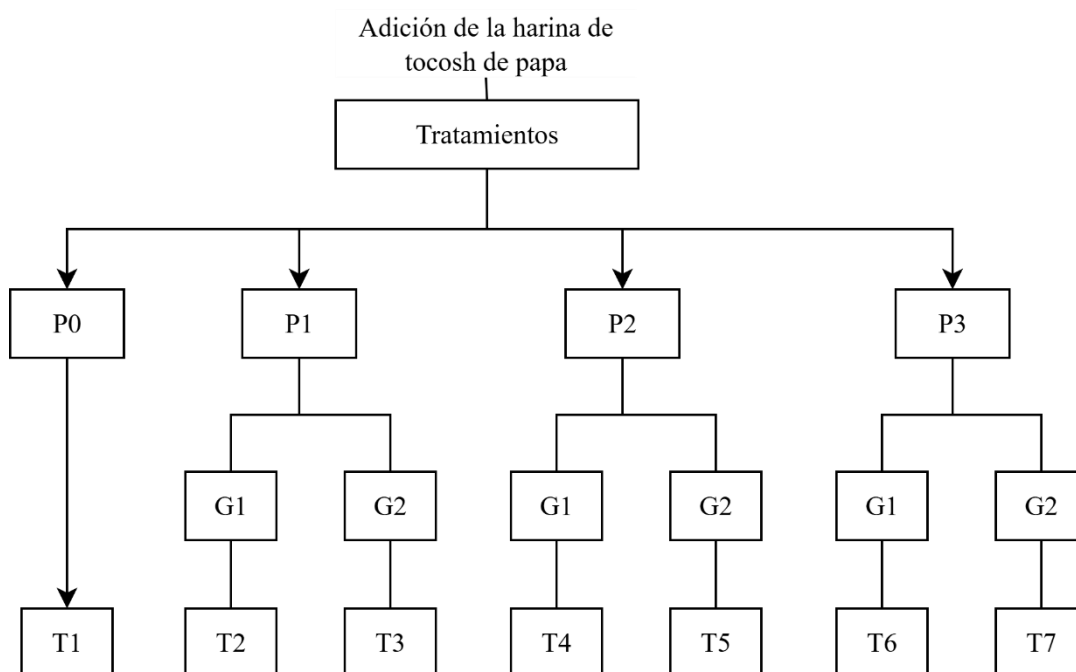
2.6. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3×2 (tres concentraciones $\times$ dos granulometrías de harina de tocosh de papa, resultando en seis tratamientos.

La primera variable independiente es la concentración de harina de tocosh (P) con tres niveles (P1: 2%, P2: 4% y P3: 6%), y la segunda corresponde a la granulometría de la harina de tocosh de papa (G) con dos niveles (G1: 75 μm y G2: 300 μm), además se contó con un tratamiento control (P0: 0% de harina de tocosh de papa); siendo un total de 7 tratamientos, cuya composición se detalla en la Tabla 9 y se ilustra en la Figura 2.

Figura 2

Esquema experimental de la investigación



Nota. P0: sin adición de harina de tocosh de papa; P1: 2% de adición de harina de tocosh de papa; P2: 4% de adición de harina de tocosh de papa; P3: 6% de adición de harina de tocosh de papa; G1: tamaño de partícula de 75 μm ; G2: tamaño de partícula de 300 μm

Tabla 9*Formulación de tratamientos*

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Pasta de cacao	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%
Manteca de cacao	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Azúcar rubia	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%
Leche en polvo	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
Subtotal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Harina de tocosh de papa	-	2% a 75 μm	2% a 300 μm	4% a 75 μm	4% a 300 μm	6% a 75 μm	6% a 300 μm
Total	100%	102%	102%	104%	104%	106%	106%

Nota. Se mantuvo el equilibrio considerando el 100% de la formulación base de un chocolate con leche, y la harina de tocosh de papa fue añadida en proporción a este total, sin alterar las proporciones de los demás ingredientes.

Por lo tanto:

- T1: Tratamiento control sin presencia de harina de tocosh de papa (P0)
- T2: Adición de 2% (P1) de harina de tocosh de papa a un tamaño de 75 μm (G1).
- T3: Adición de 2% (P1) de harina de tocosh de papa a un tamaño de 300 μm (G2).
- T4: Adición de 4% (P2) de harina de tocosh de papa a un tamaño de 75 μm (G1).
- T5: Adición de 4% (P2) de harina de tocosh de papa a un tamaño de 300 μm (G2).
- T6: Adición de 6% (P3) de harina de tocosh de papa a un tamaño de 75 μm (G1).
- T7: Adición de 6% (P3) de harina de tocosh de papa a un tamaño de 300 μm (G2).

2.7. Análisis de datos

Los resultados de la evaluación de similitudes y diferencias de atributos sensoriales mediante Free Sorting Task (FST) fueron analizados mediante una Escala Multidimensional (MDS), utilizando el software estadístico XLSTAT Sensory para visualizar las relaciones entre los tratamientos en un espacio bidimensional (Valentin et al., 2012). Así mismo, las respuestas obtenidas de la evaluación de atributos sensoriales mediante *Napping-Ultra Flash Profile (UFP)* fueron analizadas a través del Análisis de Componentes Principales (ACP).

Además, los datos obtenidos de la evaluación de preferencia por escala de *Ranking* fueron sometidos a la prueba de Normalidad por el método de Anderson-Darling y a la prueba de homogeneidad de varianzas mediante el método de Levene (Ureña et al., 1999). Dado que los no cumplieron con los supuestos necesarios para el desarrollo de un Análisis de Varianza, donde no se cumple con la estadística paramétrica; se aplicó la prueba de Friedman (García et al., 2017; Ramírez-Navas, 2012), donde al rechazarse la hipótesis nula, se realizó el test de Nemenyi, para identificar qué tratamientos son diferentes entre sí (Moreno et al., 2007).

Por último, respecto a la prueba Triangular, se evaluó la significancia de los resultados mediante la ISO 4120:2004 (Watts et al., 1992).

III. RESULTADOS

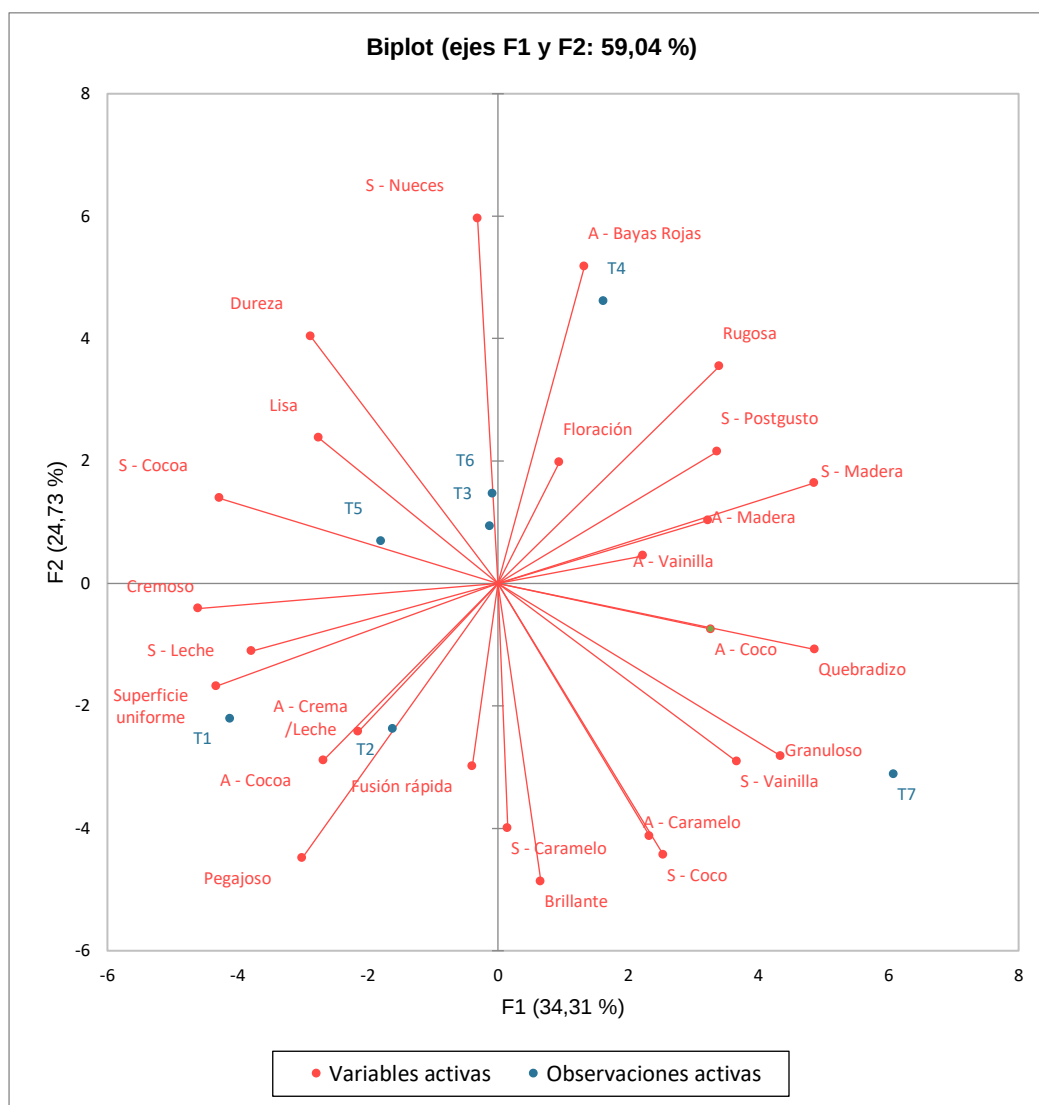
3.1. Descripción de los atributos sensoriales

3.1.1. *Napping Ultra Flash Profile*

En la Figura 3 se muestran los descriptores sensoriales que caracterizan a cada tratamiento.

Figura 3

Análisis de Componentes Principales de los tratamientos (ACP)



Nota. S-descriptor indica el atributo sensorial del sabor y A-descriptor representa el atributo sensorial del aroma.

La Figura 3 muestra los atributos sensoriales (positivos y negativos) percibidos en cada tratamiento por los panelistas, lo que sugiere que los atributos más cercanos a cada tratamiento son aquellos que los panelistas utilizaron para describirlo, como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10

Atributos sensoriales de los tratamientos

Tratamiento	C	G	Atributos	
			Positivos	Negativos
T1	-	-	Cremoso, sabor a leche, Aroma a crema/leche Aroma a cocoa y superficie uniforme.	Ligeramente pegajoso.
T2	2%	75 μm	Brillante y Sabor a caramelo	Pegajoso y fusión rápida
T3	2%	300 μm	Liso, duro, con ligero sabor a cocoa y a nueces.	Presencia de floración
T4	4%	75 μm	Aroma a bayas rojas	Rugoso, con presencia de floración y sabor a madera.
T5	4%	300 μm	Sabor a cocoa	-
T6	6%	75 μm	Sabor a nueces	Presencia de floración y sabor a madera
T7	6%	300 μm	Medianamente quebradizo, con aroma a coco, sabor a coco y aroma a caramelo	Ligera presencia de postgusto de la harina de tocosh, aroma a vainilla, granulosidad, sabor a vainilla y coco

Nota. C: Concentraciones, G: Granulometría.

Los dos primeros componentes principales representan el 59.035% del análisis, representando F1 el 34.31% y F2 el 24.73% (Figura 3). A su vez, existen otros componentes que capturan la mayor variabilidad restante como se observa en la Tabla 11.

Tabla 11

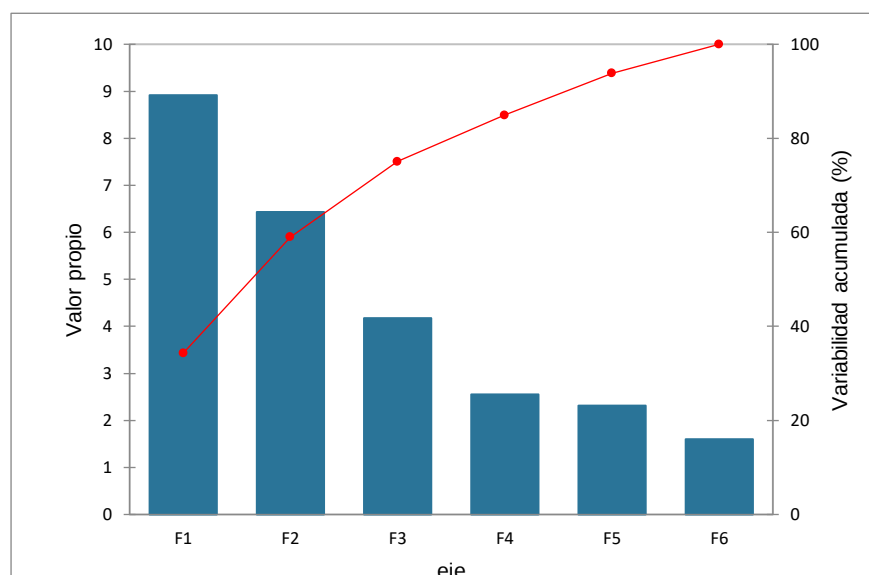
Varianza explicada por los componentes principales

Análisis de Componentes Principales						
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Valor propio	8.92	6.43	4.18	2.56	2.32	1.60
Variabilidad (%)	34.31	24.73	16.05	9.84	8.91	6.16
% acumulado	34.31	59.04	75.09	84.93	93.84	100.00

La Figura 4 esquematizada con mayor claridad la influencia de cada componente principal (también llamado factor) a lo largo del análisis, donde se observa que el F1 y F2 (factor 1 y 2 o componente 1 y 2) concentran la mayor parte de la información del conjunto de datos.

Figura 4

Gráfico de sedimentación de los atributos sensoriales



En la Figura 5 se evidencia el comportamiento de los 112 panelistas en la prueba *Napping Ultra Flash Profile*, en donde las hojas de datos en las cuales se ubicó los siete tratamientos dieron origen a una interpretación de un nuevo ACP, en el cual la mayor parte de los panelistas se agrupan alrededor del consenso, lo que indica coherencia global en las agrupaciones (homogeneidad de las respuestas) de los evaluadores. A su vez existen algunos panelistas (P110, P25, P34, P10) que muestran percepciones distintas, por tanto, se ubican más alejados del consenso. El F1 (factor principal) divide a los panelistas en quienes evalúan más parecido al consenso y quienes se apartan; por otro lado, el F2 (complementa la variabilidad) distingue subgrupos de panelistas con percepciones distintas, pero no tan marcadas como F1. La información del comportamiento de los panelistas se divide en estos 2 factores (denominados componentes) como se detalla en la Tabla 12.

Tabla 12

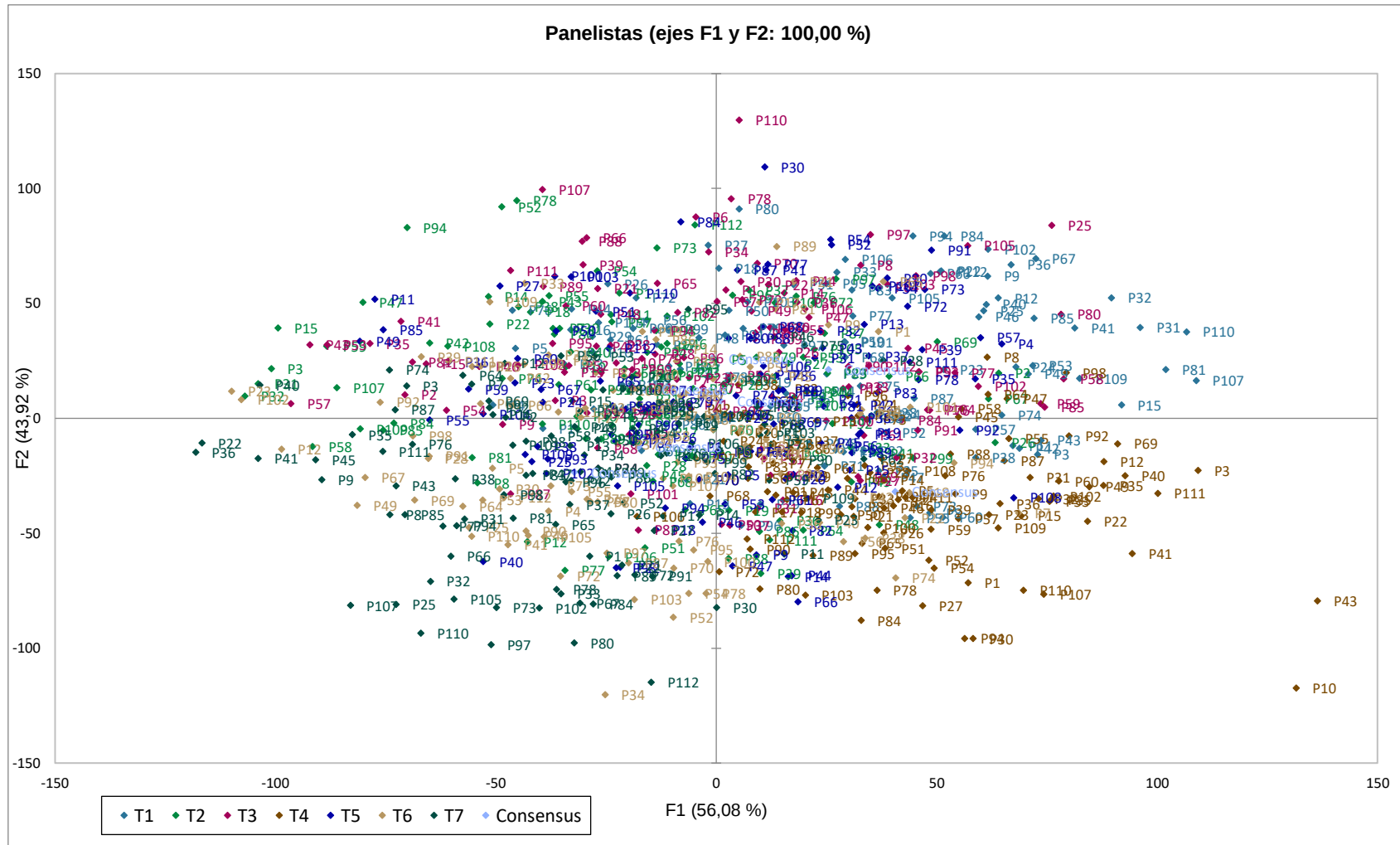
Varianza explicada por los componentes principales a partir del comportamiento de los panelistas

Análisis de Componentes principales		
	F1	F2
Valor propio	558.11	437.11
Variabilidad	56.08	43.92
% acumulado	56.08	100.00

La Figura 6 evidencia que el F1 y F2 (factor 1 y 2 o componente 1 y 2) concentran el total de la información del conjunto de datos, siendo un total de 100%.

Figura 5

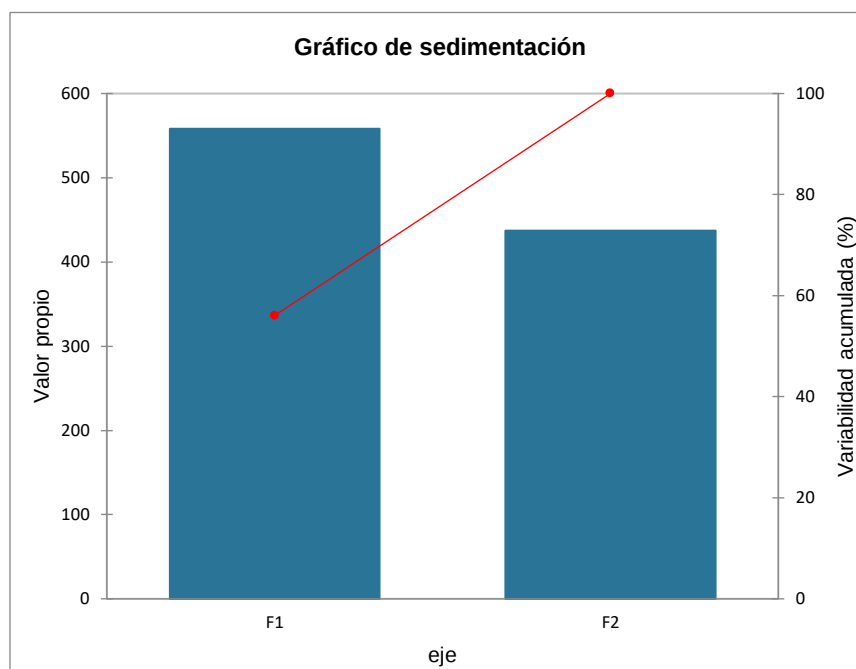
Comportamiento de los panelistas en el Napping-Ultra Flash Profile



Nota. El consenso (consensus) es el punto de referencia promedio de todo el panel

Figura 6

Gráfico de sedimentación de los panelistas



3.1.2. Free Sorting Task

En la Tabla 13 se observa la correlación que existe entre los tratamientos, donde los 112 panelistas los relacionaron de acuerdo con sus similitudes.

Tabla 13

Correlación entre las diferentes muestras de chocolate

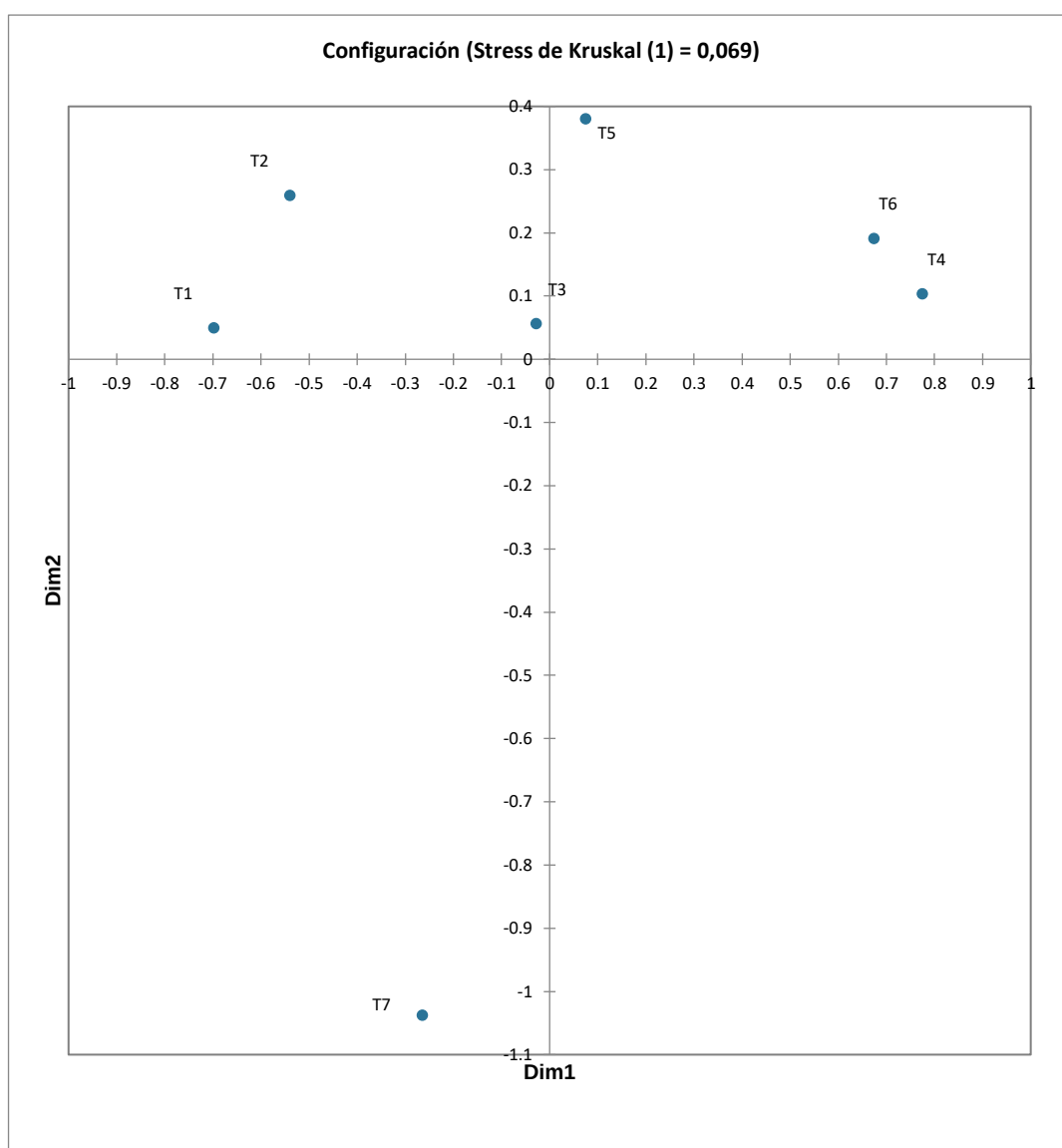
Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
T1	112	35	32	20	27	26	24
T2	35	112	28	27	33	22	19
T3	32	28	112	32	35	27	24
T4	20	27	32	112	32	35	21
T5	27	33	35	32	112	32	19
T6	26	22	27	35	32	112	19
T7	24	19	24	21	19	19	112

Nota. El número en cada celda indica la cantidad de veces que los panelistas agruparon los tratamientos. Los valores de 112 indica el número total de panelistas en la prueba.

En la Figura 7 se muestra la ubicación de los tratamientos en una escala multidimensional, mediante el método Free Sorting Task (FST).

Figura 7

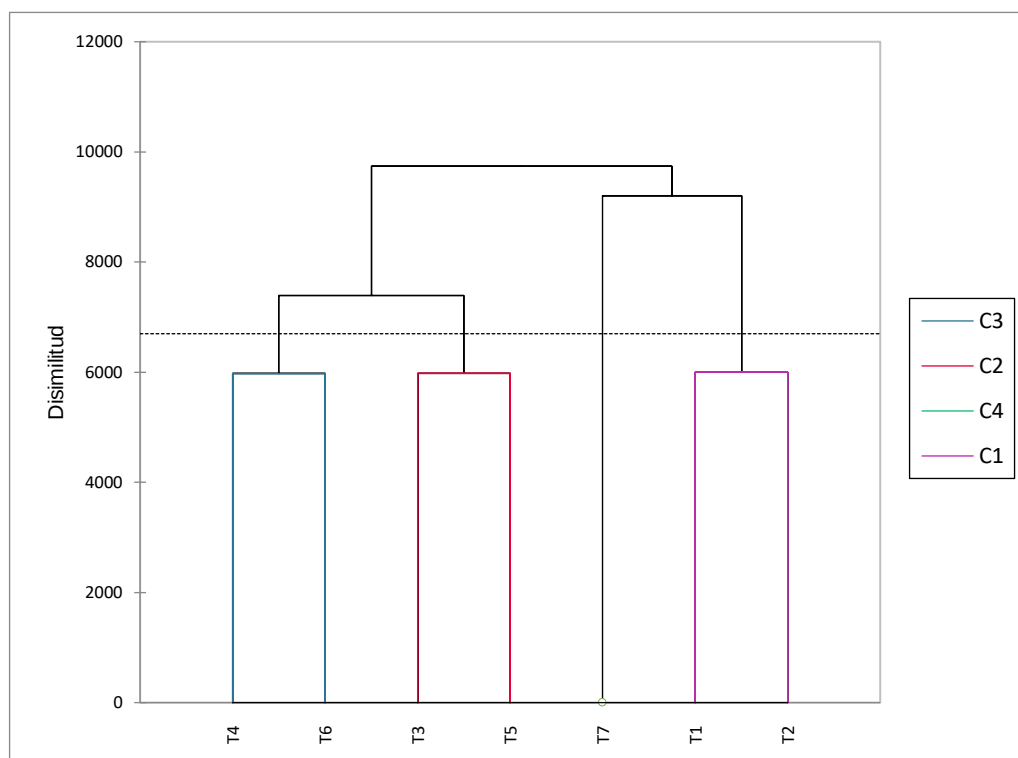
Escalamiento multidimensional con Stress de Kruskal



Nota. El gráfico representa la configuración sensorial de los tratamientos en un espacio bidimensional. El valor del Stress de Kruskal (1) fue de 0.069, lo que indica un buen ajuste (Keklik y Sahin, 2022)

En la Figura 8 se muestra las agrupaciones de los tratamientos, a partir de sus similitudes.

Figura 8
Dendograma de los tratamientos



Nota. El gráfico representa la configuración sensorial de los tratamientos. Eje x: representa los tratamientos individuales y su agrupación progresiva. Eje y: muestra la distancia o disimilitud entre grupos. La línea horizontal punteada marca el nivel de corte para definir los conglomerados.

Se observa las siguientes agrupaciones, teniendo en cuenta la asociación entre los resultados del *Napping-Ultra Flash Profile* y *Free Sorting Task*:

- **T1 y T2:** Presentaron sabor a leche, superficie uniforme y cremosidad
- **T4 y T6:** Descritos con aroma a bayas rojas y sabor a nueces.
- **T7:** Caracterizado como granuloso, quebradizo, con sabor a vainilla, aroma a coco, caramelo y sabor a coco.
- **T3 y T5:** Presentaron textura dura, lisa y sabor a cocoa.

3.2. Determinación de la preferencia

En la Tabla 14 se describen los resultados obtenidos mediante la calificación de 1 a 7, donde la calificación de 1 indica una mayor preferencia.

Tabla 14*Estadística descriptiva de los tratamientos*

Tratamiento	C	G	Media $\pm$ DE	Orden de preferencia
T1	-	-	4.054 $\pm$ 2.2372	4°
T2	2%	75 μ m	4.063 $\pm$ 1.8471	5°
T3	2%	300 μ m	3.339 $\pm$ 1.9101	1°
T4	4%	75 μ m	4.027 $\pm$ 1.788	3°
T5	4%	300 μ m	4.089 $\pm$ 1.882	6°
T6	6%	75 μ m	3.955 $\pm$ 1.997	2°
T7	6%	300 μ m	4.473 $\pm$ 2.185	7°

Nota. C: Concentraciones, G: Granulometría, DE: Desviación estándar.

La Tabla 14 indica que la media menor señala una mayor preferencia (T3) a comparación del tratamiento que presenta una menor preferencia correspondida a una media mayor (T7), por tanto, esto quiere decir que concentraciones mayores como 6% de harina de tocosh de papa influye negativamente en la aceptabilidad sensorial de los panelistas.

3.2.1. Prueba de normalidad

En la Tabla 15 se indica el análisis de la prueba de normalidad por el método de Anderson-Darling.

Tabla 15*Normalidad por Anderson-Darling*

Tratamientos	Coefficiente de Anderson-Darling (A ²)	Valor-p	α
T1	4.233	<0.0001	0.05
T2	2.154		
T3	4.183		
T4	2.102		
T5	2.979		
T6	2.633		
T7	4.666		

Nota. Valor-p ≥ 0.05 : se rechaza la H_a (los datos no siguen una distribución normal). Valor-p ≤ 0.05 : se rechaza la H_o (los datos siguen una distribución normal). El valor-p es <0.0001 para todos los tratamientos (T1-T7)

El método de Anderson-Darling indica que Valor-p es menor a la significancia (0.05), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_o) y se acepta la hipótesis alternante (H_a), lo que indica que los datos obtenidos en la prueba *Ranking* no siguen una distribución normal.

3.2.2. Prueba de varianza constante

En la Tabla 16 se señalan los resultados de la prueba de varianza constante por el método de Levene.

Tabla 16*Prueba de Levene*

Resultados de la prueba de Levene	
F (valor observado)	3.694
F (valor crítico)	2.110
Grados de Libertad del numerador	6
Grados de Libertad del denominador	7
Valor-p	0.001
α	0.05

Nota. Valor-p ≥ 0.05 : se rechaza la H_a (al menos una de las varianzas es diferente de la otra). Valor-p < 0.05 : se rechaza la H_o (las varianzas son idénticas).

Se rechaza la hipótesis nula debido a que el valor-p (0.002) es menor que el nivel de significancia (0.05), lo que indica que las varianzas no son iguales.

3.2.3. *Determinación del uso de pruebas paramétricas (ANVA) o no paramétricas (prueba de Friedman)*

Se determinó la normalidad de los datos mediante la prueba de Anderson-Darling y la varianza constante de datos mediante la prueba de Levene (ver Tabla 17).

Tabla 17

Normalidad por Anderson-Darling

Tratamientos	Normalidad por Anderson-Darling ($\alpha = 0.05$)		Prueba de Levene ($\alpha = 0.05$)	Desviación estándar
	(A ²)	Valor-p	Valor-p	
T1	4.233	<0.0001	0.001	2.237
T2	2.154	<0.0001	0.001	1.847
T3	4.183	<0.0001	0.001	1.910
T4	2.102	<0.0001	0.001	1.788
T5	2.979	<0.0001	0.001	1.882
T6	2.633	<0.0001	0.001	1.992
T7	4.666	<0.0001	0.001	2.185

Nota. A² representa el coeficiente de Anderson-Darling. Valor-p indica la probabilidad estadística de rechazar o aceptar la hipótesis nula.

La normalidad por Anderson-Darling indica que los datos se alejan más de la normalidad, ya que se cuentan con valores grandes en su coeficiente (A²), a su vez el valor-p (<0.0001) es mucho menor a 0.05, lo que indica que existe evidencia muy fuerte para determinar que los datos no son normales.

En la homogeneidad de varianzas por la prueba de Levene se obtuvo un valor-p = 0.001, un valor mucho menor a $\alpha = 0.05$, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula y se afirma la dispersión de los datos entre tratamientos, es decir que no siguen una varianza constante.

3.2.4. Prueba de Friedman

Se aplicó la prueba de Friedman al determinar que los datos de la prueba de *Ranking* no cumplen con las pruebas de normalidad, ni varianzas constantes. Por lo que en este caso la aplicación de una prueba no paramétrica es lo más adecuado.

Tabla 18

Prueba de Friedman

Resultados de la prueba de Friedman	
Q (valor observado)	16.270
Q (valor crítico)	12.592
Grados de Libertad	6
Valor-p	0.012
α	0.05

Nota. Si $p \geq 0.05$ no se rechaza la H_0 (los datos provienen de la misma población). Si $p < 0.05$: se rechaza la H_0 (los datos no provienen de la misma población).

Los resultados (ver Tabla 18) indican que los datos no provienen de la misma población (se rechaza la hipótesis nula), es decir existen diferencias significativas entre tratamientos.

Se realizó el método Nemenyi para determinar qué pares de medias de grupos son significativamente diferentes entre sí (Núñez, 2018). En la Tabla 19 se observó que el grupo A con menor media de rangos (T3) tuvo mayor aceptación, a comparación del grupo B que presentó una media de rangos más alta, es decir una menor aceptación. Por otro lado, los tratamientos que pertenecen al grupo AB no fueron estadísticamente diferentes de ninguno de los extremos, lo que sugiere que no se perciben diferencias significativas y son similares tanto al tratamiento con mayor aceptación (T3) como al tratamiento con menor aceptación (T7).

Tabla 19

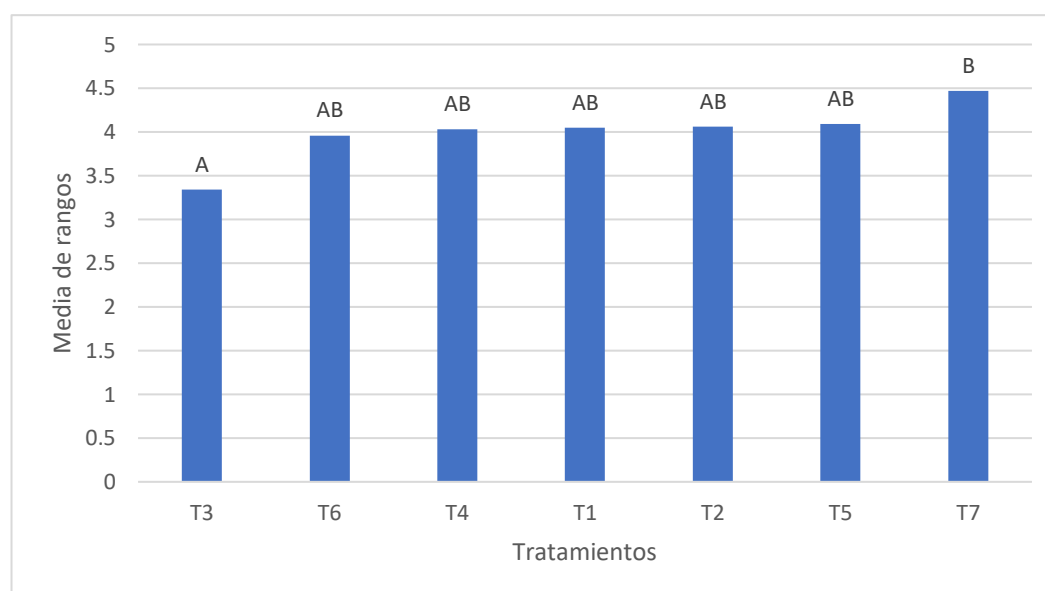
Resultados de la prueba Ranking analizados mediante el método Nemenyi.

Tratamientos	Concentración y granulometría de la harina de tocosh	Media de rangos	Grupos	
T3	2% a 300 μm	3.34	A	
T6	6% a 75 μm	3.96	A	B
T4	4% a 75 μm	4.03	A	B
T1	-	4.05	A	B
T2	2% a 75 μm	4.06	A	B
T5	4% a 300 μm	4.09	A	B
T7	6% a 300 μm	4.47		B

La Figura 9 representa una comparación de medias de rango, donde los tratamientos con las mismas letras no difieren entre sí.

Figura 9

Comparaciones múltiples mediante el procedimiento de Nemenyi

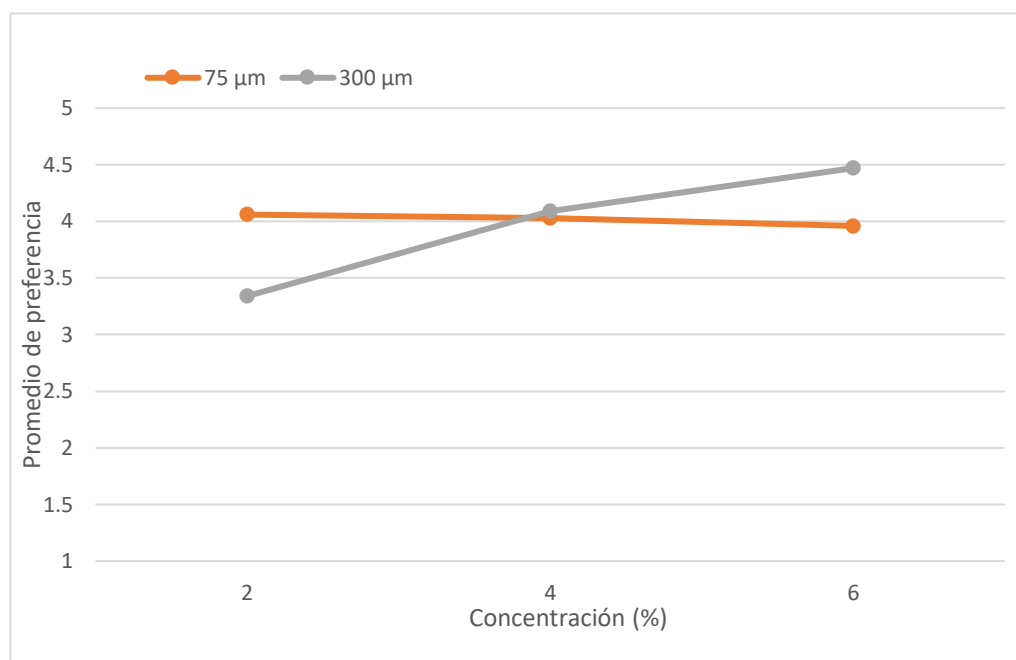


3.2.5. Análisis de los efectos de concentración y granulometría

Se analizaron los efectos principales de la concentración (2%, 4% y 6%) y granulometría (75 μm y 300 μm) sobre la preferencia sensorial, así como la posible interacción entre ambos factores, ver Figura 10.

Figura 10

Interacción entre concentración y granulometría



Los resultados indicaron que la concentración presentó una influencia significativa sobre la preferencia sensorial que la granulometría, observándose una disminución en la aceptación a medida que la proporción de harina de tocosh de papa aumentó. La granulometría de 300 μm fue menos aceptada en concentraciones altas como es el caso del tratamiento T7.

3.3. Diferencias de los atributos sensoriales

A partir de la aplicación de la prueba Triangular a 112 panelistas, en la cual se compararon T1 (control) y T3 (mayor preferencia), se evaluó la capacidad de los participantes para discriminar según las diferencias sensoriales entre ambas muestras. En la Tabla 20 se evidencia que 54 panelistas acertaron en la prueba y 58 de ellos no lo lograron.

Tabla 20*Respuestas de los panelistas en la prueba triangular*

Resultados de la prueba triangular	
Respuestas correctas	54
Respuestas incorrectas	58
Mínimo de respuestas correctas	46

Nota. Se requiere un mínimo de 46 respuestas correctas para determinar que existen diferencias significativas entre tratamientos (ISO 4120:2004)

IV. DISCUSIÓN

La concentración de harina de tocosh de papa en los tratamientos (T2-T7) se encuentra dentro de la dosis de consumo de harina de tocosh de papa, dado que la dosis máxima de seguridad alimentaria in vitro corresponde a 1000 mg de harina de tocosh de papa por Kg de peso corporal (Velasco-Chong et al., 2020); siendo que para el peso promedio de un peruano adulto es 67 kg (Sanchez-Matos et al., 2024) se obtendría 67 g por ingesta, comparando con la concentración máxima del 6% (T6 y T7) para una tableta de 40 g corresponde 2.4 g por ingesta.

La evaluación por medio de *Napping Ultra Flash Profile* permitió analizar el comportamiento de los atributos sensoriales de cada tratamiento. Respecto a la apariencia, el tratamiento T2 (2%, 75 μm) presentó mayor relación con el descriptor “brillante”, a su vez, los tratamientos T3 (2%, 300 μm), T4 (4%, 75 μm) y T6 (6%, 75 μm) afirmaron presencia de “floración”. Los resultados obtenidos confirman lo evidenciado por Lapčíková et al. (2022), manifestó que las harinas incorporadas en el chocolate afectan su microestructura interfiriendo en el proceso de cristalización de la grasa. Un proceso esencial en la producción de chocolate que determina la textura, el brillo y la estructura final del producto (Villafuerte-Carrillo et al., 2024)

Por otro lado, la evaluación de los panelistas sobre el aroma para los tratamientos T1 y T2 (2%, 75 μm), se relacionaron directamente al descriptor “crema/leche” y “cocoa”, por el contrario, el aroma del tratamiento T6 (75 μm) y T7 (300 μm) guardan poca relación entre sí, pese a contar con el mismo porcentaje de adición de harina de tocosh de papa (6%); además, los panelistas no manifestaron rechazo a ese porcentaje de incorporación, por lo que el posible aroma penetrante de la harina de tocosh fue atenuado por el aroma del cacao. De la misma manera, Stefani et al. (2019) incorporó

harina de algas a un chocolate con leche, evidenciando que el aroma característico a pescado de la harina de algas fue atenuado por el aroma del cacao, sin embargo, este efecto depende directamente al incremento de la proporción añadida de 5%, 10% y 15%, concluyendo que la concentración óptima de harina de algas fue del 5%; por lo que en relación a nuestro producto que contiene harina de tocosh de papa a semejanza en su concentración del 2 al 6%, sus aromas aparentemente pronunciados fueron opacados por la concentración de cacao.

Con respecto al atributo del sabor, los tratamientos T6 y T7, con un mismo porcentaje de adición (6%) presentaron asociaciones sensoriales distintas: T6 se relaciona con los descriptores “nueces”, “postgusto”, “madera”; mientras que T7 se vinculó con “vainilla”, “coco”, “postgusto”. A pesar de diferir únicamente en la granulometría de la harina de tocosh, se ubicaron en cuadrantes distintos dentro de la Figura 3. En relación con la textura sensorial, específicamente el descriptor “dureza”, el tratamiento T7 mostró una relación poco significativa con dicho atributo, ubicándose en el IV cuadrante (siendo el I cuadrante el ubicado entre los dos factores positivos, la numeración ascendente es en sentido antihorario) opuesto al II cuadrante donde este descriptor presenta mayor influencia; este comportamiento concuerda con lo reportado por Quispe-Sanchez et al. (2022) señalando que a mayor grado de incorporación (3 y 4%) de harinas de cañihua, ajonjolí, kiwicha, chia y maca se obtienen chocolates con menor dureza. A su vez, el tratamiento T6 (ubicado en el II cuadrante) con la misma proporción de harina de tocosh, pero con una granulometría de 75 μm , presentó una relación más cercana con el descriptor dureza, confirmando lo afirmado por Ruiz-Calero (2020), que a medida que disminuye la granulometría de la harina, aumenta la dureza. Este comportamiento también fue observado en los tratamientos T5 y T3, respectivamente.

El método de agrupación libre (FST) indica que existe influencia entre el atributo sensorial del aroma sobre la percepción de la textura en boca (Saint-Eve et al., 2004), esta asociación se observa en los cuatro grupos: el primer grupo (T1 y T2) que fue asociado con el aroma a crema/leche y cocoa, fue descrito como cremoso y pegajoso; a su vez, el segundo grupo (T4 y T6) presentó aroma a bayas rojas y madera, caracterizado como rugoso y duro; así mismo, el tercer grupo (T7) que presentó aroma a coco y caramelo, fue percibido como quebradizo y granuloso; y por último el cuarto grupo (T3 y T5) fue reportado como duro, asociándose al aroma a bayas rojas.

La prueba *Ranking* demostró que el tratamiento T3 (2% a 300 μm) fue el más preferido por los panelistas, mientras que el T7 (6% a 300 μm) resultó ser el menos aceptado; esto sugiere que la incorporación de un 2% de harina de tocosh es mejor valorada y se asocia a características frutales, en contraste con proporciones mayores (6%), que pueden afectar negativamente la textura del chocolate, volviéndolo más granuloso; mostrándose que proporciones menores no afectan negativamente la aceptación sensorial del consumidor (Ma et al., 2024), aunque los resultados difieren de acuerdo a la harina utilizada (Quispe-Sanchez et al., 2022).

En la prueba triangular se evidenció la capacidad de discriminar de los panelistas, siendo 54 quienes identificaron con acierto al tratamiento diferente, superando el mínimo requerido de 46 (Watts et al., 1992), lo que confirma la existencia de diferencias sensoriales perceptibles entre los tratamientos; a su vez, se respalda con la prueba de Friedman de la metodología *Ranking* que concuerda que existen diferencias estadísticamente significativas (García et al., 2017; Ramírez, 2012) entre tratamientos en la preferencia de los consumidores (T3 y T7), lo que indica que las variaciones no sólo son detectables, sino que también influyen en la aceptabilidad del producto; estos

resultados coinciden con Sheng, M. (2024), señala que la utilidad de combinar pruebas discriminativas y afectivas en el desarrollo de alimentos permite verificar diferencias sensoriales y evaluar su relevancia desde la perspectiva del consumidor.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El tratamiento T1 fue agrupado con el tratamiento T2 (2% a 75 μm); según la prueba *Napping - Ultra Flash Profile* sus descriptores sensoriales fueron sabor a leche, superficie uniforme y cremosidad. El tratamiento T4 (4% a 75 μm) fue agrupado con el tratamiento T6 (6% a 75 μm); según la prueba *Napping - Ultra Flash Profile* sus descriptores sensoriales fueron aroma a bayas rojas y sabor a nueces. El tratamiento T7 (6% a 300 μm) no fue asociado a ningún tratamiento; según la prueba *Napping - Ultra Flash Profile* fue caracterizado como granuloso, quebradizo, con sabor a vainilla, aroma a coco, caramelo y sabor a coco. El tratamiento T3 (2% a 300 μm) fue agrupado con el tratamiento T5 (4% a 300 μm); según la prueba *Napping - Ultra Flash Profile* presentaron textura dura, lisa y sabor a cocoa.

El análisis empleando Escala *Ranking* mostró que, aunque se evaluó la influencia del tamaño de partícula (75 μm y 300 μm), la concentración de harina de tocosh tuvo mayor efecto significativo en la preferencia sensorial del chocolate. El T3 (concentración: 2%, tamaño de partícula: 300 μm) obtuvo mayor aceptación, mientras que el T7 (concentración: 6%, tamaño de partícula: 300 μm) fue el que obtuvo menor grado de aceptación, destacando así el impacto predominante de la concentración sobre la granulometría en la preferencia del producto.

La prueba Triangular evidenció diferencias perceptibles entre los tratamientos evaluados (tratamiento T1 y T3); cincuenta y cuatro (54) de los panelistas lograron acertar en la prueba, siendo lo requerido con mínimo de respuestas correctas (según la ISO 4120:2004) de cuarenta y seis (46) personas; por lo que, al sobrepasar el mínimo de aciertos se concluyó que los tratamientos son estadísticamente diferentes entre sí.

5.2. Recomendaciones

Para futuras investigaciones, sería relevante evaluar la estabilidad fisicoquímica del chocolate con harina de tocosh, para determinar cómo la incorporación de harina de tocosh afecta la vida útil, humedad, pH y actividad de agua. A su vez, realizar un análisis del contenido de compuestos funcionales como los compuestos fenólicos (antioxidantes) y metilxantinas (teobromina y cafeína) sería crucial para respaldar el valor nutricional de la harina de tocosh. Además, un análisis comparativo del mercado permitiría explorar las posibilidades de comercialización del producto.

Por último, se sugiere llevar a cabo estudios sensoriales con un panel entrenado, a fin de obtener una caracterización más precisa y detallada de los atributos sensoriales del producto. Esto se debe a que un panel entrenado permitiría optimizar los tiempos de evaluación para cada método sensorial. Así mismo, es importante considerar que metodologías como *Napping-Ultra Flash Profile (UFP)* y *Free Sorting Task* son técnicas poco desarrolladas en nuestra casa de estudios, por lo que los panelistas no se encontraban familiarizados con ellas.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AgroPerú. (2022, octubre 20). Cacao de San Ignacio y Jaén fue presentado en el Foro Mundial de la Alimentación. *AGROPERÚ Informa*. <https://www.agroperu.pe/cacao-de-san-ignacio-y-jaen-fue-presentado-en-el-foro-mundial-de-la-alimentacion/>
- Aldave, G., y Minayo, C. (2024). Análisis químico proximal y sensorial de una compota a base de tocosh de oca (*Oxalis tuberosa* Mol), quinua (*Chenopodium quinoa*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), guanabana (*Annona muricata*). *Revista de Investigación Hatun Yachay Wasi*, 3(1), 25-34. <https://doi.org/10.57107/hyw.v3i1.54>
- Ambrosio, J. M., y Ramos, A. E. (2018). *Uso de diferentes proposiciones de harina de tocosh de papa (solanum tuberosum L.) y edulcorantes en la obtención de gomitas comestibles*.
- Bianchi, F. R., Moreschi, L., Gallo, M., Vesce, E., y Del Borghi, A. (2021). *Environmental analysis along the supply chain of dark, milk and white chocolate: A life cycle comparison*. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01817-6>
- Borges, M., Leite, C., Alves, I., Junqueira, D., Barbosa, S., Soares, L., Sales, A., Wobeto, C., da Silva, S., y Viana, M. (2024). Technological and nutritional aspects of dark chocolate with added coffee husk flour. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 59, e03484. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2024.v59.03484>
- Cárdenas, N., Cevallos, C., Salazar, J., Romero, E., Gallegos, P., y Cáceres, M. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de

- evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Dominio de las Ciencias*, 4(3), 253-263.
- Castillejo, E., y Ruiz, E. (2021). *Yogurt con harina de tocosh y hojuelas deshidratadas de anchoveta y miel como complemento nutricional para la anemia y mal nutrición*. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/5809>
- Ccapa Pila, E. (2018). *Estudio del mercado del tocosh (tuquish) (solanum andigenum fermentado – putrefacto) y comercialización en la ciudad de Arequipa*.
- Davida. (2025). *Como elegir el mejor chocolate según su porcentaje de cacao*. Davida. <https://davida.com.co/en/blog/como-elegir-el-mejor-chocolate-segun-su-porce.html>
- De Pelsmaeker, S., De Clercq, G., Gellynck, X., y Schouteten, J. J. (2019). Development of a sensory wheel and lexicon for chocolate. *Food Research International*, 116, 1183-1191. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.063>
- Ditchfield, C., Kushida, M., Mazalli, M. R., y Sobral, P. J. A. (2023). Can Chocolate Be Classified as an Ultra-Processed Food? A Short Review on Processing and Health Aspects to Help Answer This Question. *Foods (Basel, Switzerland)*, 12(16), 3070. <https://doi.org/10.3390/foods12163070>
- Espinosa, J., Torricella, R., y Rodríguez, L. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. La Habana: Editorial Universitaria. https://fama.us.es/discovery/fulldisplay/alma991013274254104987/34CBUA_US:VU1

- Fernández, V. (2017). *III Encuentro de Guardianes de Papa Nativa del Centro del Perú “Intercambio de saberes en agricultura de la papa nativa. Retos frente al cambio climático y la seguridad alimentaria”*—Leisa [Revista leisa, revista de Agroecología]. <https://leisa-al.org/web/revista/volumen-33-numero-02/iii-encuentro-de-guardianes-de-papa-nativa-del-centro-del-peru-intercambio-de-saberes-en-agricultura-de-la-papa-nativa-retos-frente-al-cambio-climatico-y-la-seguridad-alimentaria/>
- Garcés, A., y Jara, V. (2023). *Evaluación de las características organolépticas de chocolates obtenidos de granos de cacao CCN-51 fermentados con adición de pulpas de frutas en condiciones controladas y granja* [Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12940>
- García, J., Mina, J., Torres, F., Burbano, M., y Yambay, W. (2017). *Evaluación sensorial y metodologías para su análisis*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- Harshitha, B. (2022). *“DEVELOPMENT OF GREEN LEAFY VEGETABLE BASED CHOCOLATE ”*. <https://krishikosh.egranth.ac.in/items/b3597adb-675e-4d27-9f1e-b561946d3c75>
- Hough, G., Wakeling, I., Mucci, A., Chambers, E., Gallardo, I. M., y Alves, L. R. (2006). Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference*, 17(6), 522-526. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.07.002>
- Huayhua-Mamani, H. J., García-Castro, R. A., & Llapa-Medina, M. P. (2022). Efecto antibacteriano del tocosh de papa (*Solanum tuberosum* Var. Hualash) sobre *Salmonella* entérica subespecie entérica serovar Typhimurium ATCC

13311. *Revista Lasallista de Investigación*, 19(2), 49-62.
<https://doi.org/10.22507/rli.v19n2a4>
- Jiménez, E., Yépez, A., Pérez-Cataluña, A., Ramos Vásquez, E., Zúñiga Dávila, D., Vignolo, G., y Aznar, R. (2018). Explorando la diversidad y el potencial biotecnológico de las bacterias del ácido láctico del *tocosh* (papa fermentada tradicional peruana) mediante secuenciación de alto rendimiento (HTS) y cultivo. *LWT*, 87, 567-574. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.09.033>
- Lapčíková, B., Lapčík, L., Salek, R., Valenta, T., Lorencová, E., y Vašina, M. (2022). Physical characterization of the milk chocolate using whey powder. *LWT*, 154, 112669. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112669>
- Liñan, J. (2021). *Caracterización sensorial de seis cervezas artesanales peruanas empleando NAPPING®-ULTRA FLASH PROFILE y mapeo de preferencia externo* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/4243194c-adc9-40eb-b8b3-50f1acd36ef8>
- Ma, K., Ziegler, G. y Hayes, J. (2024). Sugar reduction in chocolate compound by replacement with flours containing small insoluble starch granules. *Journal of Food Science*, 89(3), 1701-1710. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16923>
- Madrid, B. y Negrete, G. (2023). *Comportamiento de compra de consumidores finales de chocolates que residen en la zona 1 de Lima Metropolitana utilizando el modelo de Kotler y Armstrong – Lineamientos para la elaboración de una propuesta comercial para la empresa de Chocolates Linaje*. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/25604>

- Marque, C., Motta, C., y Thibaud, R. (2022). *Free sorting task of chocolate proteins bars: Pilot study and comparison between trained and untrained panelists—Marque—2022—Journal of Sensory Studies—Wiley Online Library*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joss.12744>
- Medina, A. y Tarazona, H. (2017). *Aceptabilidad y efecto de la jalea de harina de tocosh, aloe gel y papaya en adultos con gastritis*. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/2100>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023). *Perú, centro de origen y productor mundial de cacao orgánico*. Gob.pe. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/841797-peru-centro-de-origen-y-productor-mundial-de-cacao-organico>
- Moreno, E., y Zarate, C. (2023). *Bebida Instantánea de harina de tocosh, garbanzo, y cacao como lactoreemplazante en niños con bajo peso*. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/9354>
- Núñez, C. (2018). Análisis de varianza no paramétrica: Un punto de vista a favor para utilizarla. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 4(3), 69-79.
- Oyola-Coral, M., Padilla-Fabian, R., y Jamanca-Gonzales, N. (2023). Optimización por diseño de mezcla D-optimal de la aceptabilidad general de una galleta enriquecida con harina de tocosh (*Solanum tuberosum* L.) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *QuantUNAB*, 2(1), e71-e71. <https://doi.org/10.52807/qunab.v2i1.71>
- Perrin, L., Symoneaux, R., Maître, I., Asselin, C., Jourjon, F., y Pagès, J. (2008). Comparación de tres métodos sensoriales para su uso con el procedimiento Napping®: Caso de diez vinos del Valle del Loira. *Food Quality and Preference*, 19(1), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.06.005>

- Pesantez, Z., y Avila, E. (2021). Análisis del plan estratégico del cacao fino y de aroma ecuatoriano, periodo 2013-2017. *ECA Sinergia*, 12(3), 135-147. https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v12i3.3207
- Quispe-Sanchez, L., Mestanza, M., Goñas, M., Gill, E., Oliva-Cruz, M., y Chavez, S. G. (2022). Physical, functional and sensory properties of bitter chocolates with incorporation of high nutritional value flours. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.990887>
- Rai, S., Wai, P., Koirala, P., Bromage, S., Nirmal, N. P., Pandiselvam, R., Nor-Khaizura, M., y Mehta, N. K. (2023). Food product quality, environmental and personal characteristics affecting consumer perception toward food. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1222760>
- Ramírez, J., y Onofre, J. (2020). Aplicación de una prueba triangular en muestras de alimentos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 9(17), 15-17. <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.5842>
- Ramírez-Navas, J. (2012). *Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor* (2012.^a ed., Vol. 12). Revista ReCiTeIA. https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=4_TNm-72U7MC&oi=fnd&pg=PA85&dq=info:36tSbUQH2n8J:scholar.google.com&ots=Id5PXMMIyv&sig=DBVdp_ewMvgDwxX1XeSXQVHPbHM
- Ruiz-Calero, G. (2020). *Estudio de la influencia de las harinas de pan duro y su granulometría en la elaboración de galletas*. 30.
- Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., Pintado, T., y Delgado-Pando, G. (2021). Sensory Analysis and Consumer Research in New Meat Products Development. *Foods*, 10(2), 429. <https://doi.org/10.3390/foods10020429>

- Saint-Eve, A., Paçi Kora, E., y Martin, N. (2004). Impact of the olfactory quality and chemical complexity of the flavouring agent on the texture of low fat stirred yogurts assessed by three different sensory methodologies. *Food Quality and Preference*, 15(7), 655-668. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2003.09.002>
- Sanchez-Matos, J., Vázquez-Rowe, I., y Kahhat, R. (2024). Are Peruvians moving toward healthier diets with lower environmental burden? Household consumption trends for the period 2008–2021. *Journal of Industrial Ecology*, 28(5), 1147-1164. <https://doi.org/10.1111/jiec.13526>
- Sarıtaş, S., Duman, H., Pekdemir, B., Rocha, J., Oz, F., y Karav, S. (2024). Functional chocolate: Exploring advances in production and health benefits. *International Journal of Food Science & Technology*, 59(8), 5303-5325. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17312>
- Severiano, P., Gómez, D., Méndez, C., Pedrero, D., Gómez, C., Ríos, S., Escamilla, A., y Utrera, M. (2023). *MANUAL DE EVALUACIÓN SENSORIAL* (1.^a ed.). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sheng, M. (2024). *The Role of Sensory Evaluation in Developing Novel Food Products*. 10(05), 2.
- Silva, R., Rivera, M., y Della, P. (2019). *Evaluación de marcas comerciales de yogur mediante el método free sorting task*. <http://hdl.handle.net/20.500.12272/5431>
- Stefani, S., Pratama, I., Rostini, I., y Afrianto, E. (2019). Seaweed Flour Fortification to the Preference Level of Milk Chocolate Bar. *Asian Food Science Journal*, 1-10. <https://doi.org/10.9734/afsj/2019/v12i130076>

- Torricella-Morales, G., Pulido-Álvarez, H., y Zamora-Utset, E. (2020). *Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria*. Editorial Universitaria (Cuba).
- Torrico, D., Fuentes, S., Gonzalez Viejo, C., Ashman, H., y Dunshea, F. R. (2019). Cross-cultural effects of food product familiarity on sensory acceptability and non-invasive physiological responses of consumers. *Food Research International*, 115, 439-450. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.054>
- Ureña, M., D'Arrigo, M., y Girón, O. (1999). *Evaluación sensorial de los alimentos: Aplicación didáctica* (Vol. 1). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Valentin, D., Chollet, S., Lelièvre, M., y Abdi, H. (2012). Quick and dirty but still pretty good: A review of new descriptive methods in food science. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(8), 1563-1578. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03022.x>
- Varela, P., y Ares, G. (2014). *Nuevas técnicas en caracterización sensorial y elaboración de perfiles de consumidores* (1.^a ed.). <https://doi.org/10.1201/b16853>
- Velasco-Chong, J., Herrera-Calderón, O., Rojas-Armas, J., Hañari-Quispe, R., Figueroa-Salvador, L., Peña-Rojas, G., Andía-Ayme, V., Yuli-Posadas, R., Yepes-Perez, A., y Aguilar, C. (2020). TOCOSH FLOUR (*Solanum tuberosum* L.): A Toxicological Assessment of Traditional Peruvian Fermented Potatoes. *Foods*, 9(6), 719. <https://doi.org/10.3390/foods9060719>
- Villafuerte-Carrillo, F., Sancho, D., Enriquez-Estrella, M., Basantes-Basantes, E., y Ruíz-Marmol, H. (2024). Operaciones unitarias para la producción de

chocolate negro, con leche y blanco. Una revisión sistemática. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 11(2), 64-86.

Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L. y Elías, L. G. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. CIID, Ottawa, ON, CA.
<http://hdl.handle.net/10625/12666>

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios en primer lugar y a nuestros padres por habernos brindaron su apoyo incondicional a lo largo de nuestra formación pregrado.

En segundo lugar, agradecemos a la Universidad Nacional de Jaén y a todos los docentes que fueron parte de nuestra formación profesional; y habernos brindado el uso de sus instalaciones para realizar la investigación. Al Dr. Ernesto Hernández Martínez, nuestro asesor de tesis, por su paciencia, apoyo y por compartir sus conocimientos orientándonos en el transcurso de la investigación. A todos los participantes de las pruebas sensoriales, cuyo valioso aporte hizo posible el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, agradecer a la empresa Coyota Corp. por brindarnos el apoyo con su respectivo espacio de producción y por hacer uso de sus equipos para obtener el producto final

DEDICATORIA

A Dios, por darme fuerza, salud y sabiduría para culminar esta etapa de mi vida. A mis padres: María Elena Altamirano Olano y José Clodohualdo Ayala Vergaray, y a mi hermano, por su amor incondicional y su inmensurable apoyo en cada paso de mi formación académica. A mis abuelos, Sara y Roberto, por creer en mí y estar siempre presentes. A mis amigos y profesores, por su aliento, sus enseñanzas y por acompañarme en este camino. Y a mí misma, por no rendirme, por levantarme en cada caída y por perseguir este sueño con esfuerzo y dedicación.

Alejandra Nicole Ayala Altamirano

A mis padres: Yolanda Gonzales Vasquez y José Emilio Mendoza Azañero, por su amor, apoyo incondicional y por motivarme siempre a alcanzar mis metas. A mi hermano, por su paciencia y comprensión en el principio de mi formación universitaria. A mis amigos y educadores, cada enseñanza recibida hizo posible la culminación de este logro.

Alejandra Lisbeth Mendoza Gonzales

ANEXOS

Anexos 1. Constancia de aprobación de ejecución de pruebas sensoriales emitido por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Nacional de Jaén

 UNJ UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN LEY DE CREACIÓN 29304. RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N°002-2018-SUNEDU/CD	VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN COMITÉ DE ÉTICA
---	---

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

Jaén, 09 de julio del 2025

OFICIO N° 004-2025 / VPI-UNJ/ CE

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE PROYECTO
COMITÉ DE ÉTICA-UNJ

El presidente del comité institucional de ética en investigación de la Universidad Nacional de Jaén hace constar que el proyecto titulado:

"EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE CHOCOLATE CON ADICIÓN PARCIAL DE HARINA DE TOCOSH DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) A DIFERENTES GRANULOMETRÍAS Y CONCENTRACIONES"

Presentado por los estudiantes Alejandra Nicole Ayala Altamirano y Alejandra Lisbeth Mendoza Gonzales, ha sido analizado y aprobado en base al código de ética en investigación científica de la Universidad Nacional de Jaén que cuenta con resolución RCO N°065-2025 CCO-UNJ.



Dr. Nicanor Alvarado Carrasco
Presidente del Comité de Ética en investigación
Universidad Nacional de Jaén

SOLIDARIA • SALUDABLE • SOSTENIBLE www.unj.edu.pe	CONTACTO	EMAIL comite.etica@unj.edu.pe	DIRECCIÓN Carretera Jaén San Ignacio km 24 Sector Yanayacu
--	----------	----------------------------------	--

Anexos 2. Consentimiento libre e informado aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Nacional de Jaén



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

CONSENTIMIENTO E INFORMADO DE APLICACIÓN DE ANÁLISIS SENSORIAL

Fecha:/...../.....

Yo, identificado con documento de identidad N° , edad....., ciclo....., he sido informado plenamente sobre los objetivos del proyecto, los insumos empleados en el producto a degustar (pasta de cacao, manteca de cacao, azúcar rubia, leche en polvo y harina de tocosh) y los protocolos de higiene que se han considerado en la elaboración del producto final, en ese contexto y por voluntad propia doy mi consentimiento para la aplicación del análisis sensorial de chocolate, que se lleva a cabo bajo la supervisión de las tesisistas Alejandra Nicole Ayala Altamirano y Alejandra Lisbeth Mendoza Gonzáles con la asesoría del Dr. Ernesto Hernández Martínez (Docente EP IIA).

La evaluación sensorial del chocolate será realizada utilizando la prueba:

- ☐ Método Napping - Ultra flash profile (UFP)
- ☐ Método Free Sorting Task (agrupación libre)
- ☐ Escala Ranking
- ☐ Prueba Triangular

Asimismo, manifiesto pleno conocimiento de que no podrán participar como panelistas aquellas personas que padezcan de Diabetes, problemas gastrointestinales o hepáticos.

Además, se manifiesta que los **insumos utilizados** son los siguientes: **pasta de cacao, manteca de cacao, azúcar rubia, leche en polvo y harina de tocosh**. Los materiales utilizados para la elaboración del chocolate fueron de acero inoxidable. Todos los procedimientos llevados a cabo se elaboraron microplanta procesadora de chocolate.

Por lo antes mencionado, hago constar que he leído y entendido en su totalidad este documento, por lo que en constancia firmo y acepto su contenido.

Firma del panelista

Anexos 3. Prueba de corte de granos de cacao Nacional

Prueba de corte (%)		
Tamaño de la muestra		82 granos de cacao
Granos con defectos físicos		
Tipo de granos	Cantidad de granos	Porcentaje (Cantidad/82 x 100)
Granos germinados	0	-
Granos planos	0	-
Granos partidos	0	-
Granos múltiples	0	-
Total		-
Grado de fermentación		
Categoría	Cantidad de granos	Porcentaje (Cantidad/82 x 100)
Marrón claro	15	18.3 %
Parcialmente morado o violeta	-	-
Totalmente morado o violeta	-	-
Marrón oscuro	67	81.72. %
Total		100%

Anexos 4. Cuadro resumido de la Norma para el Chocolate y los Productos del Chocolate (CODEX STAN 87-1981, Rev.1-2003)

Productos		Componentes (%)			
Tipos de chocolate	Manteca de cacao	Extracto seco magro de cacao	Total de extracto seco de cacao	Materia grasa de la leche	Total de extracto seco magro de la leche
2.1. Tipos de chocolate (composición)					
2.1.1. Chocolate	≥18	≥14	≥35		
2.1.1.1. Chocolate a la taza	≥18	≥14	≥35		<8
2.1.2. Chocolate dulce / familiar	≥18	≥12	≥30		
2.1.2.1 Chocolate familiar a la taza	≥18	≥12	≥30		<18
2.1.3 Chocolate de cobertura	≥31	≥2,5	≥35		
2.1.4 Chocolate con leche		≥2,5	≥25	≥2,5-3,5	≥12-14
2.1.5 Chocolate con leche familiar		≥2,5	≥20	≥5	≥20
2.1.6 Chocolate de cobertura con leche		≥2,5	≥25	≥3,5	≥14

Nota. FAO y OMS. (1981). *Norma para el chocolate y los productos de chocolate: CXS 87-1981. Codex Alimentarius.*

Anexos 5. Formato de indicaciones para evaluación sensorial por *Napping-Ultra Flash Profile (UFP)*

INSTRUMENTO DE ANÁLISIS - *Napping Ultra Flash Profile (UFP)*

N° de panelista: _____

Instrucciones:

1. Ud. recibe 7 tratamientos de chocolate codificados, acompañados de un vaso con agua y una hoja A3.
2. Por favor, sírvase a probar cada tratamiento en el orden que desee, asegurándose de recordar las características de cada uno. Enjuague su paladar entre tratamientos (beba agua).
3. Ubique los tratamientos a lo largo de la hoja, teniendo en cuenta la distancia entre ellos (los tratamientos que se encuentran cercanos entre sí indican que existe similitud y los que se encuentran a mayor distancia nos indican la existencia de características diferentes).
4. Coloque el código de cada tratamiento donde ud ha dispuesto a colocar y describa cada uno utilizando los descriptores brindados.

Codificación de los Tratamientos						
123	313	321	112	133	213	231

Apariencia	Aroma	Textura	Sabor
- Brillante	- Bayas rojas	- Pegajoso	- Coco
- Floración	- Coco	- Granuloso	- Caramelo
- Rugosa	- Vainilla	- Cremoso	- Vainilla
- Lisa	- Caramelo	- Dureza	- Cocoa
- Superficie uniforme	- Regaliz	- Quebradizo	- Nueces
	- Cocoa	- Fusión rápida	- Madera
	- Madera		- Leche
	- Crema/leche		- Postgusto

Nota. Adaptado de De Pelsmacker et al. (2019)

Anexos 6. Formato de evaluación sensorial por *Free Sorting Task* (FST)

INSTRUMENTO DE ANÁLISIS – *Free Sorting Task* (FST)

N° de panelista: _____

Instrucciones:

1. Ud. recibe 7 tratamientos codificados de chocolate acompañados de un vaso con agua.
2. Por favor, pruebe los tratamientos en el orden que usted desee, intentando recordar las características de cada tratamiento. Enjuagarse la boca entre tratamientos.
3. Agrupe los tratamientos considerando las similitudes o diferencias que usted percibió entre los tratamientos tenga en cuenta que tratamientos muy similares deben pertenecer al mismo grupo y tratamientos muy diferentes deben pertenecer a grupos distintos.
4. Puede agrupar los tratamientos utilizando el número de grupos que usted desee (desde 1, si todos los tratamientos parecen iguales; hasta 7 si todos los tratamientos les parecen muy distintos).
5. Anote en la casilla correspondiente los tratamientos que pertenecen a cada uno de los grupos que usted identificó.
6. Una vez identificados los grupos, escriba 3 o 4 palabras para describir las características de cada uno de los grupos que usted identificó.

CODIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS						
123	313	321	112	133	213	231
Grupo	Tratamientos de chocolate			Atributos Sensoriales		
N°1						
N°2						
N°3						
N°4						
N°5						
N°6						
N°7						

Anexos 7. Formato de preferencia sensorial por la Prueba *Ranking*

INSTRUMENTO DE ANÁLISIS - PRUEBA RANKING

N° de panelista: _____

Usted ha recibido 7 tratamientos de chocolate. Pruébelas e indique el orden de preferencia, siendo 1 el que más prefiere y 7 el que menos prefiere.

CODIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS						
123	313	321	112	133	213	231

Orden de Preferencia

1°
2°
3°
4°
5°
6°
7°

Anexos 8. Formato de discriminación sensorial por la Prueba Triangular

INSTRUMENTO DE ANÁLISIS - PRUEBA TRIANGULAR

N° de panelista: _____

Usted ha recibido 3 tratamientos de chocolate, dos son iguales y una diferente, pruebe cada uno con cuidado y marque (x) el tratamiento diferente.

CODIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS		

Comentarios:

Anexos 9. Cálculo del mínimo de respuestas en la prueba Triangular, según la ISO 4120:2004

$$x = \left(\frac{n}{3}\right) + z \sqrt{\frac{2n}{9}}$$

donde:

x = Mínimo de número de respuestas acertadas.

n = Número de panelistas (112)

z = relacionado con el valor de significancia: para 0.05 = 1.64

Entonces:

$$x = \left(\frac{112}{3}\right) + 1.64 \sqrt{\left(\frac{2(112)}{9}\right)}$$

$$x = 45.5 \approx 46$$

Anexos 10. Resultados de la Prueba *Ranking*

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
C1	7	5	1	2	3	6	4
C2	5	7	4	2	3	1	6
C3	7	2	3	4	5	6	1
C4	6	3	4	7	2	5	1
C5	7	6	5	2	3	4	1
C6	7	6	1	5	2	4	3
C7	4	1	5	6	2	3	7
C8	2	7	1	4	3	5	6
C9	2	6	4	5	7	3	1
C10	2	4	3	5	1	6	7
C11	2	3	1	7	6	4	5
C12	3	5	1	4	7	2	6
C13	6	7	4	3	5	1	2
C14	7	2	5	3	6	4	1
C15	1	3	2	5	6	7	4
C16	3	5	6	7	2	1	4
C17	7	2	3	4	5	6	1
C18	3	7	6	5	2	4	1
C19	3	4	1	2	7	5	6
C20	2	5	3	6	7	4	1
C21	7	1	6	5	4	3	2
C22	5	4	6	3	7	2	1
C23	4	6	2	7	3	5	1
C24	4	1	6	2	3	5	7
C25	7	6	2	3	5	1	4
C26	2	4	1	3	5	6	7
C27	1	4	5	6	3	2	7
C28	7	4	2	6	1	5	3
C29	7	4	1	3	6	2	5
C30	2	1	4	3	6	5	7
C31	1	4	3	5	7	2	6

C32	6	4	2	7	3	1	5
C33	1	3	4	6	5	7	2
C34	4	6	3	2	5	1	7
C35	4	5	1	2	7	3	6
C36	5	2	1	3	4	6	7
C37	4	6	3	1	7	2	5
C38	1	6	2	7	5	3	4
C39	5	3	1	6	2	4	7
C40	6	7	1	3	2	4	5
C41	1	5	4	3	2	6	7
C42	4	2	7	1	3	5	6
C43	6	3	2	4	5	7	1
C44	2	3	5	7	1	4	6
C45	7	3	5	6	2	4	1
C46	2	3	4	6	5	1	7
C47	2	6	1	4	3	7	5
C48	5	4	1	3	2	7	6
C49	7	2	1	4	5	3	6
C50	7	5	6	4	3	1	2
C51	7	5	6	4	2	3	1
C52	6	4	1	2	7	5	3
C53	4	7	1	3	2	5	6
C54	7	2	4	5	1	3	6
C55	5	2	1	7	4	6	3
C56	6	2	1	3	4	5	7
C57	1	5	3	7	6	4	2
C58	1	4	3	5	6	2	7
C59	1	2	6	3	5	4	7
C60	6	3	5	4	1	7	2
C61	4	5	6	3	2	1	7
C62	4	7	6	3	1	5	2
C63	4	2	1	6	7	3	5

C64	1	5	3	4	2	6	7
C65	7	5	6	1	2	3	4
C66	4	2	1	5	3	6	7
C67	4	7	6	1	2	5	3
C68	2	5	1	3	4	7	6
C69	7	2	5	1	4	3	6
C70	6	1	4	2	7	3	5
C71	5	1	4	3	2	6	7
C72	1	6	2	3	4	5	7
C73	1	5	6	4	2	7	3
C74	2	7	6	5	3	4	1
C75	2	4	3	6	5	1	7
C76	4	3	6	1	5	2	7
C77	2	1	3	6	4	7	5
C78	4	1	3	6	7	2	5
C79	6	4	5	7	2	1	3
C80	1	5	4	3	7	2	6
C81	7	5	4	1	3	2	6
C82	6	4	5	3	2	1	7
C83	4	2	6	1	7	3	5
C84	7	4	3	5	6	1	2
C85	3	7	2	6	5	1	4
C86	1	5	3	6	2	7	4
C87	1	7	6	3	5	2	4
C88	1	4	5	7	2	3	6
C89	6	7	5	1	4	2	3
C90	3	7	2	5	1	6	4
C91	1	5	3	2	7	6	4
C92	2	5	7	4	3	6	1
C93	3	1	2	5	4	7	6
C94	1	2	5	4	6	3	7
C95	7	1	5	4	3	6	2

C96	5	7	1	3	4	2	6
C97	1	3	4	7	5	2	6
C98	6	5	1	2	3	4	7
C99	7	3	2	1	5	4	6
C100	1	3	6	2	5	7	4
C101	6	2	1	4	5	7	3
C102	4	5	6	3	7	2	1
C103	1	2	4	5	6	3	7
C104	2	3	6	4	5	1	7
C105	5	6	1	4	2	3	7
C106	5	2	4	6	3	7	1
C107	6	3	1	2	4	7	5
C108	7	4	1	3	5	2	6
C109	1	5	2	6	3	7	4
C110	3	6	1	5	7	4	2
C111	7	3	2	4	6	5	1
C112	7	6	1	4	5	2	3
Promedio	4.05	4.06	3.34	4.03	4.09	3.96	4.47

Anexos 11. Resultados de la prueba Triangular

Evaluador	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Respuesta del evaluador	Respuesta correcta	Correcto / Incorrecto
C1	629	534	781	629	534	-
C2	921	781	534	534	781	-
C3	629	534	921	921	629	-
C4	534	921	629	629	629	+
C5	534	629	781	534	534	+
C6	921	629	534	629	629	+
C7	534	781	629	781	534	-
C8	629	921	534	534	629	-
C9	781	921	629	921	921	+
C10	781	534	921	781	781	+
C11	921	534	781	781	781	+
C12	534	629	921	629	629	+
C13	921	629	781	921	921	+
C14	534	781	921	781	781	+
C15	781	629	534	534	534	+
C16	921	534	629	629	629	+
C17	781	534	629	534	534	+
C18	781	629	921	921	921	+
C19	781	921	534	921	781	-
C20	629	781	921	781	921	-
C21	534	921	781	781	781	+
C22	629	781	534	781	534	-
C23	629	921	781	781	921	-
C24	921	781	629	921	921	+
C25	629	534	781	534	534	+
C26	921	781	534	781	781	+
C27	629	534	921	629	629	+

C28	534	921	629	534	629	-
C29	534	629	781	781	534	-
C30	921	629	534	629	629	+
C31	534	781	629	534	534	+
C32	629	921	534	921	629	-
C33	781	921	629	629	921	-
C34	781	534	921	781	781	+
C35	921	534	781	781	781	+
C36	534	629	921	534	629	-
C37	921	329	781	921	921	+
C38	534	781	921	781	781	+
C39	781	629	534	534	534	+
C40	921	534	629	921	629	-
C41	781	534	629	534	534	+
C42	781	629	921	921	921	+
C43	781	921	534	921	781	-
C44	629	781	921	921	921	+
C45	534	921	781	781	781	+
C46	629	781	534	781	534	-
C47	629	921	781	629	921	-
C48	921	781	629	781	921	-
C49	629	534	781	534	534	+
C50	921	781	534	781	781	+
C51	629	534	921	921	629	-
C52	534	921	629	921	629	-
C53	534	629	781	629	534	-
C54	921	629	534	534	629	-
C55	534	781	629	781	534	-
C56	629	921	534	921	629	-
C57	781	921	629	921	921	+
C58	781	534	921	921	781	-
C59	921	534	781	534	781	-

C60	534	629	921	534	629	-
C61	921	629	781	921	921	+
C62	534	781	921	921	781	-
C63	781	629	534	534	534	+
C64	921	534	629	921	629	-
C65	781	534	629	629	534	-
C66	781	629	921	629	921	-
C67	781	921	534	534	781	-
C68	629	781	921	781	921	-
C69	534	921	781	781	781	+
C70	629	781	534	534	534	+
C71	629	921	781	921	921	+
C72	921	781	629	781	921	-
C73	629	534	781	534	534	+
C74	921	781	534	781	781	+
C75	629	534	921	921	629	-
C76	534	921	629	534	629	-
C77	534	629	781	534	534	+
C78	921	629	534	629	629	+
C79	534	781	629	534	534	+
C80	629	921	534	629	629	+
C81	781	921	629	921	921	+
C82	781	534	921	781	781	+
C83	921	534	781	921	781	-
C84	534	629	921	629	629	+
C85	921	629	781	629	921	-
C86	534	781	921	921	781	-
C87	781	629	534	629	534	-
C88	921	534	629	921	629	-
C89	781	534	629	781	534	-
C90	781	629	921	629	921	-
C91	781	921	534	921	781	-

C92	629	781	921	781	921	-
C93	534	921	781	534	781	-
C94	629	781	534	534	534	+
C95	629	921	781	781	921	-
C96	921	781	629	629	921	-
C97	629	534	781	534	534	+
C98	921	781	534	781	781	+
C99	629	534	921	629	629	+
C100	534	921	629	534	629	-
C101	534	629	781	629	534	-
C102	921	629	534	534	629	-
C103	534	781	629	534	534	+
C104	629	921	534	629	629	+
C105	781	921	534	781	921	-
C106	781	534	921	534	781	-
C107	921	534	629	629	629	+
C108	534	629	921	921	629	-
C109	921	629	534	629	921	-
C110	534	781	921	781	781	+
C111	781	629	534	629	534	-
C112	921	534	629	534	629	-

Anexos 12. Fotografías del proceso de elaboración de chocolate 55% cacao con leche con adición de harina de tocosh de papa

Figura 11

Proceso de acondicionamiento de la harina de tocosh de papa



Figura 12

Recepción, pesado y clasificación del cacao seco-fermentado



Figura 13

Determinación de humedad, índice de grano y prueba de corte



Figura 14

Tostado y descascarillado de los granos de cacao



Figura 15
Etapas de refinado del chocolate



Figura 16
Temperado, moldeado y enfriado del chocolate



Figura 17

Desmolde, envasado y sellado de las tabletas de chocolate



Figura 18

Tabletas se chocolate por tratamiento



Anexos 13. Fotografías de la aplicación de las pruebas sensoriales

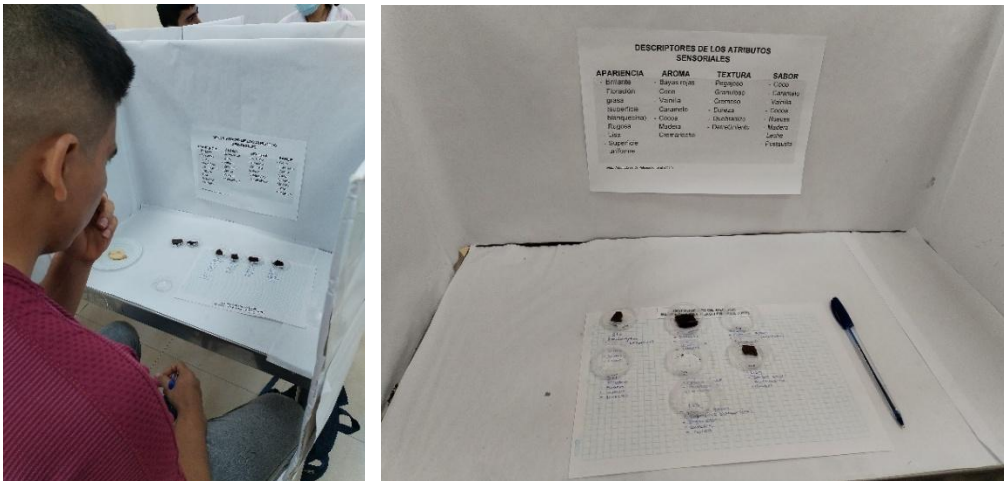
Figura 19

Preparación de las muestras para los análisis sensoriales



Figura 20

Ejecución de la prueba Napping-Ultra Flash Profile (UFP)

**Figura 21**

Ejecución de la prueba Free Sorting Task



Figura 22
Ejecución de la prueba Ranking



Figura 23
Ejecución de la prueba Triangular

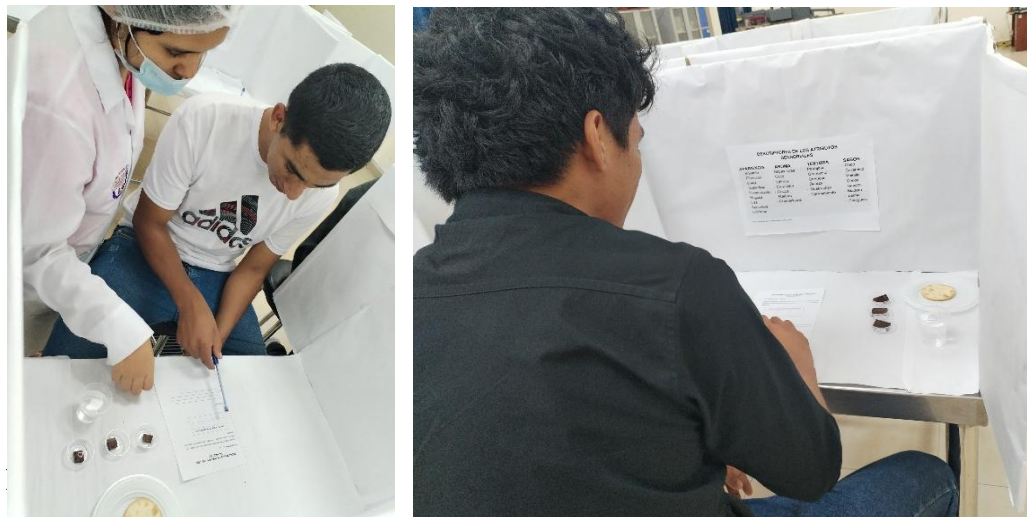


Figura 24
Estudiantes realizando las pruebas sensoriales

