

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POS GRADO
MAESTRIA EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS
MENCIÓN INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y FISICOQUÍMICAS DE LAS ALMENDRAS
DE SACHA INCHI TOSTADO RECUBIERTAS CON COBERTURA DE
CHOCOLATE A DIFERENTES NIVELES DE PASTA Y MANTECA DE CACAO**

Tesis

Para optar el grado académico de:

**MAESTRO EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS,
MENCIÓN: INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:

LEOCADIA FLOR PEREZ ROMERO

Tingo María – Perú.

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO
MAESTRIA EN INGENIERIA DE ALIMENTOS, MENCION:
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



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

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
UPG-IA N° 002-2025

En la ciudad universitaria, siendo las 11:00 am. del jueves 06 de noviembre del 2025, reunidos en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se instaló el Jurado calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

"CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y FISICOQUÍMICAS DE LAS ALMENDRAS DE SACHA INCHI TOSTADO RECUBIERTAS CON COBERTURA DE CHOCOLATE A DIFERENTES NIVELES DE PASTA Y MANTECA DE CACAO"

A cargo de la candidata a Grado de Maestro en Ingeniería de Alimentos, mención: Ingeniería Agroindustrial: **Leocadia Flor PEREZ ROMERO**.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el jurado calificador procedió a emitir su fallo declarando aprobado..... con el calificativo de excelente..

Acto seguido, a horas 12:30 pm.. el presidente del jurado dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

Dr. Alfredo Abelardo Carmona Ruiz
Presidente

Dra. Yolanda Jesús Ramírez Trujillo
Miembro

Dra. Luz Milagros Follegatti Romero
Miembro

Dr. Jaime Eduardo Basilio Atencio
Asesor



UNAS

VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE
INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE SOPORTE
CIENTÍFICO
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 397 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

Programa de Estudio:

Maestría en Ingeniería de Alimentos Mención: Ingeniería Agroindustrial

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y FÍSICOQUÍMICAS DE LAS ALMENDRAS DE SACHA INCHI TOSTADO RECUBIERTAS CON COBERTURA DE CHOCOLATE A DIFERENTES NIVELES DE PASTA Y MANTECA DE CACAO	LEOCADIA FLOR PEREZ ROMERO	14 % Catorce	0 % Cero

Tingo María, 27 de noviembre de 2025.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POS GRADO
MAESTRIA EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS
MENCIÓN EN INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y FISICOQUÍMICAS DE ALMENDRAS DE SACHA INCHI TOSTADAS RECUBIERTAS CON COBERTURA DE CHOCOLATE A DIFERENTES NIVELES DE PASTA Y MANTECA DE CACAO

Autora : Leocadia Flor Pérez Romero

Asesor : Dr. Jaime Eduardo Basilio Atencio

Área de investigación : Ciencias de Alimentos

Grupo de Investigación : Ciencia y Tecnología de Alimentos - CTA

Línea de investigación : Ciencia y Tecnología de Alimentos

Lugar de ejecución : Satipo, Junín

Duración : 1 año y 5 meses

Financiamiento : S/. 6 413,00

Propio : Si

Tingo María – Perú. 2025

A mi hija, Ariadna Nayeli, con todo mi amor, por inspirarme a ser mejor y darme la fuerza necesaria para alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Unidad de Posgrado de la Facultad de Industrias Alimentarias, quien me abrió las puertas y me permitió adquirir los conocimientos, valores y competencias necesarios para mi desempeño profesional. Reconozco el esfuerzo de sus autoridades, docentes y colaboradores por mantener un ambiente académico de excelencia.

A los distinguidos docentes de la Maestría en Ingeniería de Alimentos mención Ingeniería Agroindustrial, por compartir sus conocimientos, experiencia y dedicación en cada clase. Su orientación académica ha sido fundamental para fortalecer mis competencias profesionales y enriquecer mi proceso de investigación.

A mi asesor, Dr. Jaime Eduardo Basilio Atencio, por creer en mí, por su apoyo constante y por brindarme la confianza necesaria para desarrollar este estudio. Gracias por su paciencia y por ser un pilar importante en este logro.

A los miembros del jurado de tesis, Dr. Alfredo Carmona Ruiz, Dra. Yolanda Ramírez Trujillo y Dra. Milagros Follegatti Romero, por su tiempo, dedicación y rigurosa evaluación de este trabajo. Agradezco sus valiosos aportes, observaciones y recomendaciones, que contribuyeron a mejorar la calidad de esta investigación.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
2.1. Antecedentes	3
2.2. Generalidades del sachá inchi	5
2.2.1. Definición	5
2.2.2. Taxonomía.....	5
2.2.3. Ecotipos.....	6
2.2.4. Perfil de ácidos grasos de ecotipos de sachá inchi	6
2.2.5. Composición química.....	7
2.2.6. Tostado del sachá inchi	7
2.3. Generalidades del cacao.....	8
2.3.1. Definición	8
2.3.2. Taxonomía.....	9
2.3.3. Variedades	9
2.4. Generalidades del chocolate	10
2.4.1. Definición.....	10
2.4.2. Clasificación de chocolates	10
2.4.3. Composición química.....	11
2.5. Pasta de cacao	12
2.7. Proceso de elaboración de coberturas de chocolate	12
2.7.1. Limpieza del cacao.....	12
2.7.2. Tostado	12
2.7.3. Descascarillado.....	13
2.7.4. Molienda.....	13
2.7.5. Mezclado	13
2.7.6. Refinado	13
2.7.7. Conchado.....	14
2.7.8. Templado.....	14
2.7.9. Enfriado	14
2.7.10. Almacenado.....	14
2.8. Almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate.....	15

2.8.1. Definición.....	15
2.8.2. Insumos	15
2.8.3. Proceso de elaboración.....	15
2.8.4. Control de calidad	16
2.9. Proceso de evaluación sensorial	16
2.9.1. Preparación de muestras.....	17
2.9.2. Evaluación sensorial.....	17
2.10. Características fisicoquímicas.....	18
3.1. Lugar de ejecución.....	19
3.2. Materia prima.....	19
3.3. Equipos, materiales y reactivos	19
3.3.1. Equipos.....	19
3.3.2. Materiales	20
3.3.3. Reactivos	20
3.3.4. Insumos	20
3.4. Métodos de análisis.....	20
3.4.1. Características fisicoquímicas	20
3.4.2. Análisis sensorial.....	21
3.5. Metodología experimental	21
3.5.1. Evaluación de las características físicas y químico proximal de las almendras de sachá inchi	21
3.5.2. Tostado de las almendras de sachá inchi.....	21
3.5.3. Elaboración de la cobertura de chocolate.....	22
3.5.4. Elaboración de almendras de sachá inchi tostada recubierta con cobertura de chocolate.....	23
3.5.5. Evaluación de las características sensoriales de la almendra de sachá inchi tostada recubierta con cobertura de chocolate más aceptada	24
3.5.6. Evaluación fisicoquímica al producto con mayor aceptación sensorial.....	25
3.5.7. Almacenamiento de la almendra de sachá inchi tostada recubierta con cobertura de chocolate.....	25
3.5.8. Evaluación Sensorial y Fisicoquímica tras almacenamiento	26
3.6. Diseño experimental	26
3.7. Diseño estadístico	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28

4.1. Características físicas y químico proximal de las almendras de sachá inchi.....	28
4.1.1. Características físicas	28
4.1.2. Características químico proximal.....	29
4.2. Características sensoriales de las almendras de sachá inchi tostadas recubiertas con cobertura de chocolate	30
4.2.1. Tostado de almendras de sachá inchi	30
4.2.2. Características sensoriales de las almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate.....	32
4.3. Características fisicoquímicas de las almendras de sachá inchi tostadas recubiertas con cobertura de chocolate	43
4.4 Características sensoriales y fisicoquímicas del mejor tratamiento almacenado por dos meses.....	44
4.4.1. Características sensoriales.....	44
4.4.2. Características fisicoquímicas	45
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	49
VII. REFERENCIAS.....	50
ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Composición química de las almendras de sachá inchi.....	7
2. Composición promedio del chocolate en 100 gramos.....	11
3. Requisitos fisicoquímicos.....	16
4. Formulaciones de la cobertura de chocolate.....	22
5. Características físicas de la semilla y almendra de sachá inchi.....	28
6. Característica químico proximal de almendras de sachá inchi.....	29
7. Parámetros de tostado de almendras de sachá inchi.....	30
8. Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis para el atributo apariencia.....	33
9. Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis para el atributo olor.....	34
10. Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis para el atributo textura/fluidez	36
11. Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis para el atributo sabor nota cacao.....	37
12. Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis para el atributo sabor nota frutal.....	38
13. Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis para el atributo sabor nota nuez.....	39
14. Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis para el atributo sabor nota dulzor.....	41
15. Características fisicoquímicas de almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate de la mejor formulación (F11).....	43
16. Resultados de la evaluación de los atributos apariencia, olor, textura/fluidez y sabor por evaluadores tras dos meses de almacenamiento.....	44
17. Características fisicoquímicas de almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate tras 2 meses de almacenamiento.....	45
18. Características fisicoquímicas de las almendras tostadas de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate antes y después de 2 meses de almacenamiento.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la cobertura de chocolate.....	23
2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de almendras de sachá inchi tostado recubierto con cobertura de chocolate.....	24
3. Carta de color para chocolate en el sistema PANTONE®.....	42
4. Gráfico de comparación de resultados del análisis fisicoquímico del producto y producto almacenado por dos meses.....	47

RESUMEN

La investigación consistió en evaluar las características sensoriales y fisicoquímicas de almendras de sachá inchi tostadas recubiertas con cobertura de chocolate a diferentes niveles de pasta y manteca de cacao (F1: 37% pasta cacao + 23% manteca cacao + 40% panela, F2: 40% pasta cacao + 20% manteca cacao + 40% panela, F3: 43% pasta cacao + 17% manteca cacao + 40% panela). Se determinaron las características físicas y químico proximal de las almendras de sachá inchi (humedad, ceniza, grasa, proteína, fibra y carbohidratos). Se seleccionó y descascarilló manualmente las almendras y se tostaron a 135 y 150 °C por 5 y 10 min y se almacenó por 24 h. Se elaboró cobertura de chocolate, con tostado (115 °C a 26,5 min), triturado y descascarillado, molienda, mezclado, refinado, templado, enfriado, empaclado y almacenado. Las almendras de sachá inchi tostadas fueron recubiertas con cobertura de chocolate previamente calentada, se realizó el grajeado, abrillantado, reposo y envasado. Se realizó la evaluación sensorial a cargo de 25 panelistas semi entrenados, en los atributos: apariencia, olor, textura/fluidez y sabor (cacao, frutal, nuez y dulzor). El tratamiento más aceptado sensorialmente (T11= tostado 150 °C x 10 min y formulación 2) fue almacenado por dos meses a 24 - 26 °C y se comprobó que las características sensoriales se mantuvieron aceptables en apariencia, olor, textura/fluidez y sabor con nota a cacao, frutal, nuez y dulzor. Respecto al análisis fisicoquímico, se incrementó el índice de peróxido de 0,75 a 1,49 meq O₂/Kg grasa.

Palabras clave: cacao, cobertura de chocolate, almacenamiento, evaluación sensorial

ABSTRACT

The research consisted of evaluating the sensory and physicochemical characteristics of roasted sacha inchi almonds coated with chocolate at different levels of cocoa paste and cocoa butter (F1: 37% cocoa paste + 23% cocoa butter + 40% panela, F2: 40% cocoa paste + 20% cocoa butter + 40% panela, F3: 43% cocoa paste + 17% cocoa butter + 40% panela). The physical and proximate chemical characteristics of the sacha inchi almonds (moisture, ash, fat, protein, fiber, and carbohydrates) were determined. The almonds were selected and shelled manually, roasted at 135 and 150 °C for 5 and 10 minutes, and stored for 24 hours. Chocolate coating was prepared, with roasting (115 °C at 26.5 min), crushing and shelling, grinding, mixing, refining, tempering, cooling, packing and storing. Roasted sacha inchi almonds were coated with preheated chocolate, then coated, polished, rested, and packaged. A sensory evaluation was conducted by 25 semi-trained panelists, assessing the following attributes: appearance, aroma, texture/flowability, and flavor (cocoa, fruit, nut, and sweetness). The most sensory-accepted treatment (T11= toasting 150 °C x 10 min and formulation) was stored for two months at 24–26 °C, and the sensory characteristics remained acceptable in terms of appearance, aroma, texture/flowability, and flavor, with notes of cocoa, fruit, nut, and sweetness. Regarding the physicochemical analysis, the peroxide value increased from 0.75 to 1.49 meq O₂/kg fat.

Keywords: cocoa, chocolate coating, storage, sensory evaluation

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el sacha inchi constituye una de las especies silvestres propias de la Amazonía, siendo la provincia de Satipo una de las principales zonas productoras donde esta oleaginosa ha sido cultivada por largos periodos. De manera tradicional, tanto el aceite como la torta de sacha inchi han sido empleados con fines alimentarios por diferentes comunidades y etnias del país.

Se ha observado que los usos más comunes de la semilla de sacha inchi incluyen la producción de aceite, el consumo de sacha inchi tostado y la utilización de la torta residual como alimento para animales. No obstante, son escasas las investigaciones sobre la aplicación de estas semillas en la elaboración de grageas recubiertas de chocolate, una alternativa que podría incrementar la aceptabilidad del consumo de sacha inchi y contribuir a la mejora de la nutrición de las personas, esta situación justifica la realización de la presente investigación.

La elaboración de chocolate es una práctica milenaria que se remonta al siglo XVI y que ha experimentado múltiples etapas de perfeccionamiento en sus procesos de preparación, consolidándose como un producto de alta demanda a nivel mundial (Oliveras, 2007). Actualmente, la producción se realiza de manera industrial y a gran escala. Entre los distintos tipos de chocolate, se encuentra la cobertura, la cual se distingue por contener al menos un 35 % de extracto seco total de cacao (31 % de manteca de cacao y 2,5 % de extracto seco magro de cacao).

En la actualidad, los consumidores evidencian una mayor demanda por alimentos que, además de cumplir con sus requerimientos nutricionales y sensoriales, contribuyan a la mejora de la salud. En este sentido, la almendra de sacha inchi resalta por su alto contenido de ácidos grasos, especialmente omega-3 (más del 48 %), omega-6 (36 %) y omega-9 (8 %), así como por su aporte relevante de proteínas.

La investigación se realizó porque se considera importante evidenciar la formulación con mayor aceptación sensorial de las almendras de sacha inchi tostadas recubiertas con cobertura de chocolate, asimismo evidenciar las características fisicoquímicas del producto de mayor aceptación.

El objetivo general de la investigación fue evaluar las características sensoriales y fisicoquímicas de las almendras de sacha inchi tostado recubiertas con cobertura de chocolate a diferentes niveles de pasta y manteca de cacao. Los objetivos específicos fueron:

- Determinar las características físicas y químico proximal de las almendras de sachá inchi,
- Evaluar las características sensoriales de las almendras tostadas a temperaturas de 135°C y 150°C y a tiempos de 5 min y 10 min recubiertas con cobertura de chocolate.
- Determinar las características fisicoquímicas de las almendras recubiertas con cobertura de chocolate más aceptable sensorialmente.
- Evaluar las características sensoriales y fisicoquímicas del mejor tratamiento almacenado durante dos meses.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Medina-Mendoza et al. (2023) en su estudio identificaron el tiempo de conchado, concentración de subproductos de sauco, y niveles de aceite de sachá inchi para producir chocolates oscuros enriquecidos. Se utilizaron subproductos de sauco en porcentajes de 2, 6 y 10 %, aceite de sachá inchi en niveles de 1, 3 y 5 %, y tres chocolates amargos al 75 % se les agregaron tiempos de conchado de 16, 20 y 24 h, se optimizaron las condiciones del proceso mediante la Metodología de Superficie de Respuesta. En las propiedades fisicoquímicas se estudiaron las propiedades de los chocolates negros, observándose que el subproducto sauco, sachá inchi aceite y tiempo de conchado afectaron significativamente ($p < 0,05$) las variables de actividad antioxidante, total contenido de fenol, reología, dureza y tamaño de partícula. Los resultados sugieren que la incorporación de subproductos del sauco permite obtener chocolates con buenas propiedades químicas; sin embargo, altos porcentajes de aceite de sachá inchi y un menor tiempo de conchado causan un efecto negativo en el chocolate afecta las propiedades físicas.

Duque (2022) desarrolló un prototipo de grajeo elaborado a partir de semillas de girasol recubiertas con chocolate oscuro, evaluando formulaciones distintas: F1 (20 % semilla de girasol y 79 % chocolate oscuro), F2 (30 % semilla de girasol y 69 % chocolate oscuro) y F3 (25 % semilla de girasol y 74 % chocolate oscuro). La selección de la formulación óptima se basó en su adecuación a las capacidades operativas de la empresa, resultando elegido la F2. Posteriormente, a esta formulación se le incorporaron dos sabores adicionales al natural: frutos rojos y limón. Se llevaron a cabo análisis fisicoquímicos (peso, humedad y contenido de grasa total), microbiológicos y sensoriales, estos últimos utilizando una escala hedónica de nueve puntos. Con base en los resultados obtenidos, se elaboró la ficha técnica del producto conforme al formato exigido por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA).

Medina-Mendoza et al. (2021) en su estudio concluyen que la sustitución parcial de la manteca de cacao por aceite de sachá inchi (SIO) aumentó la capacidad antioxidante de los chocolates, aunque los niveles añadidos no influyeron en la cantidad de contenido fenólico total respecto al control. Sin embargo, el comportamiento reológico y la textura de los chocolates SIO fueron menores en comparación con el control, estaban dentro de los parámetros aceptables para los chocolates oscuros. Finalmente, la sustitución parcial de manteca de cacao por SIO en chocolates mejoró las preferencias de los consumidores hacia la evaluación

sensorial. Los chocolates que contienen 4,5% de SIO obtuvieron las puntuaciones más altas en color, consistencia, brillo y aceptabilidad; por lo tanto, se puede decir que SIO puede considerarse un equivalente de manteca de cacao aceptable.

Maza y Carhuamanta (2019) llevaron a cabo un estudio en la que dichos autores concluyeron que dicho snack presenta un contenido nutricional destacable, con $23,13 \pm 0,859$ g% de proteínas, $8,72 \pm 0,346$ mg% de hierro y $16,26 \pm 0,478$ g% de grasas poliinsaturadas. En términos de aceptabilidad sensorial, el 70 % de los evaluadores indicó “me gusta mucho” y el 30 % “me gusta moderadamente”. Adicionalmente, los recuentos microbiológicos de *E. coli*, *Salmonella* y mohos se encontraron dentro de los límites establecidos por las normas sanitarias aplicables a productos tipo snack, lo que evidencia una adecuada calidad microbiológica y la aplicación de buenas prácticas de manufactura durante su elaboración.

Wang (2018) refiere que existen muchos compuestos químicos valiosos distribuidos en las distintas zonas del sachá inchi. Las semillas de sachá inchi contienen ácidos grasos poliinsaturados, tocoferoles y fitoesteroles. Los principales compuestos que se encuentran en estas tres categorías químicas son el ácido α -linolénico, el β -sitosterol y los γ y δ -tocoferoles, respectivamente. Los taninos, lignanos, flavonoides y ácidos fenólicos condensados e hidrolizables son los bioactivos de las semillas y la cáscara de sachá inchi.

Sánchez (2013) evaluó el análisis de varianza a un nivel de confianza del 95 %, se determinó que la temperatura del proceso es el factor que ejerce mayor influencia en la oxidación de las semillas, mientras que la duración del tratamiento presenta un efecto comparativamente menor. Los resultados indicaron que el tratamiento T2 (130 °C durante 25 minutos) proporcionó la mejor calidad fisicoquímica y obtuvo la puntuación más alta en el atributo “crocantez”. Por su parte, el tratamiento T1 (130 °C durante 20 minutos) fue el más valorado en términos de “aceptación general” y alcanzó las puntuaciones más elevadas en los atributos “apariencia” y “sabor”. Adicionalmente, se observó que el índice de acidez del producto mostró un comportamiento inestable; no obstante, permaneció por debajo del 1 % expresado como ácido oleico, valor que corresponde al límite establecido para aceites de sachá inchi extra vírgenes.

Hernández (2008) desarrolló un producto a base de frutas deshidratadas (piña y banano) recubiertas con dos tipos de chocolate: Chocomehler y Fin Carré. Se aplicó una prueba sensorial de aceptación en la que se evaluaron aroma, color, textura, sabor y aceptación general. Además, se realizaron análisis físicos —incluyendo actividad de agua, textura y color— en todos los tratamientos evaluados. Para el tratamiento que obtuvo la mayor aceptación sensorial,

se efectuaron análisis químicos proximales y microbiológicos de aerobios mesófilos totales. Los resultados del panel sensorial indicaron que no existieron diferencias estadísticamente significativas en los atributos de aroma y color; sin embargo, sí se observaron diferencias significativas en textura, sabor y aceptación general. En particular, el tratamiento 1 (piña recubierta con chocolate Fin Carré) fue el mejor valorado en términos de aceptación general.

2.2. Generalidades del sachá inchi

2.2.1. Definición

El sachá inchi es una planta oleaginosa perenne de la familia de las Euforbiáceas, que crece en la selva amazónica, es ampliamente cultivada en Perú y el noroeste de Brasil, ha perdurado una larga historia entre varios grupos tribales nativos de la región (Del Castillo et al., 2019). El cultivo de sachá inchi requiere un clima cálido (10 - 36 °C) y precipitaciones anuales considerables que oscilan entre 850 y 1000 mm, con suelo ácido bien drenado (arenoso o franco arcilloso) entre una altitud de 200 y 1500 m aclimatado para condiciones de crecimiento con mucha iluminación (Cai, 2011). Tiene una cápsula de fruta en forma de estrella, que mide aproximadamente de 3 a 5 cm. A medida que la fruta madura, el color cambia de verde a marrón negruzco. La cápsula de la fruta contiene de 4 a 6 semillas comestibles ovaladas de color marrón intenso que varían de 1,5 a 2 cm (Wang, 2018).

2.2.2. Taxonomía

Según MacBride (1951), la clasificación botánica del sachá inchi, es como se menciona a continuación:

Reino	: Vegetal
División	: Spermatophyta
Sub división	: Angiospermae
Clase	: Dicotiledonea
Orden	: Euphorbiales
Familia	: Euphorbiaceae
Género	: <i>Plukenetia</i>
Especie	: <i>volubilis</i>
Nombre científico	: <i>Plukenetia volubilis</i> Linneo

2.2.3. Ecotipos

La Estación Experimental Agraria “El Porvenir”, perteneciente al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en Tarapoto, conserva un germoplasma básico de sachá inchi compuesto por 72 accesiones recolectadas en diversas zonas agroecológicas de los departamentos de San Martín y Amazonas, así como Trapecio Amazónico y áreas fronterizas con Brasil y Colombia. Esta especie exhibe una amplia variabilidad fenotípica, evidenciada en diferencias marcadas entre cultivos respecto al área foliar, tamaño y forma de hojas y semillas, así como en la productividad por planta y en los contenidos de aceite (Programa de Desarrollo Rural, 2010).

Según el Centro de Investigación, Educación y Desarrollo (CIED, 2008), se han identificado aproximadamente 52 ecotipos de sachá inchi, clasificados principalmente según su lugar de procedencia. Entre los más reconocidos y relevantes se encuentran los ecotipos San Juan y Aguaytía, originarios de Pucallpa; Pinto Recodo y Cumbaza, de Tarapoto; y Ashaninka y Oxapampa, procedentes de Chanchamayo. Por otro lado, Bussmann et al. (2013) señalan la existencia de *Plukenetia huayllabambana*, una especie cultivada principalmente en la región Amazonas. De manera similar, Téllez (2011) reporta que *P. huayllabambana* también se cultiva en la provincia de Rodríguez de Mendoza (Amazonas), donde prospera a mayores altitudes (1 300–2 200 m s.n.m.) y presenta semillas de mayor tamaño en comparación con *Plukenetia volubilis*. Adicionalmente, un estudio técnico citado en la literatura indica que *P. huayllabambana* podría poseer un contenido superior de ácidos grasos monoinsaturados respecto a *P. volubilis*.

2.2.4. Perfil de ácidos grasos de ecotipos de sachá inchi

Pastuña-Pullutasig et al. (2016) refiere que el perfil de ácidos grasos en *P. volubilis*, el cual contiene $3,93 \pm 0,23$ de ácido palmítico, $2,67 \pm 0,06$ de ácido esteárico, $8,93 \pm 0,12$ de ácido oleico, $35,47 \pm 0,56$ de ácido linoleico y $45,87 \pm 0,67$ de ácido linolénico. Por otro lado, Paucar-Menacho et al. (2015), refiere que el *P. volubilis* contiene el $10,83 \pm 0,02$ de ácido palmítico, $4,16 \pm 0,13$ de ácido esteárico, $22,43 \pm 0,05$ de ácido oleico, $11,17 \pm 0,05$ de ácido linolénico.

Las semillas de sachá inchi son de notable interés debido a su elevado contenido de aceite, que puede alcanzar hasta el 54,3 %, así como a su riqueza en ácidos grasos esenciales, particularmente ácido alfa-linolénico (ω -3) y ácido linoleico (ω -6), cuya proporción combinada llega al 58,7 % en *P. huayllabambana* (Bardales et al., 2019). Por otro lado, Téllez (2011) indica que *P. huayllabambana* presenta un perfil lipídico compuesto por 59,67 % de

ácidos grasos omega-3, 26,13 % de omega-6 y 7,48 % de omega-9. Por su parte, Ruiz (2013) señala que las semillas de *P. huayllabambana* poseen un mayor contenido graso en comparación con las de *P. volubilis* (54 % frente a 49 %, respectivamente); sin embargo, *P. volubilis* muestra un contenido proteico superior (29 % versus 25 %).

Según Soria-Serrano (2018), el tostado de las semillas de *P. volubilis* provoca una disminución en el contenido de ácidos grasos poliinsaturados, especialmente del ácido linoleico (ω -6) y del ácido alfa-linolénico (ω -3). Al someter las semillas al tratamiento T4 (140 °C durante 30 minutos), el contenido de ácido linoleico (ω -6) disminuyó de 35,59 g/100 g a 30,28 g/100 g, y el de ácido alfa-linolénico (ω -3) pasó de 44,74 g/100 g a 38,34 g/100 g en comparación con la muestra control (sin tostar). Estos cambios representan una degradación del 14,9 % para el ácido linoleico (ω -6) y del 14,28 % para el ácido alfa-linolénico (ω -3).

2.2.5. Composición química

La composición química proximal en base seca de las semillas de sachá inchi contienen aproximadamente 29,6% \pm 0,5 de proteínas, mientras que la torta prensada contiene 59,0% \pm 0,7 de proteína. El contenido de carbohidratos en la semilla de sachá inchi es de 12,1% \pm 1,3. La fibra es de 6,6% \pm 0,7 en la semilla y 4,5% \pm 0,6 en la torta (Ruiz et al., 2013). En la **Tabla 1**, se muestra la composición química de las almendras de sachá inchi según Adriazén et al. (2011).

Tabla 1. Composición química de las almendras de sachá inchi

Componentes	Sachá inchi (% bh*)
Humedad	6,90
Proteínas	25,07
Grasa	45,00
Carbohidratos	6,76
Fibra	13,09
Cenizas	2,85

Fuente: Adriazén et al. (2011) (*) bh = base húmeda.

2.2.6. Tostado del sachá inchi

El proceso de secado constituye una etapa fundamental y ampliamente utilizada en la transformación de semillas oleaginosas, dado que contribuye a mejorar la

palatabilidad del producto. Por su parte, el tostado permite eliminar microorganismos indeseables y desactivar la mayoría de enzimas responsables del deterioro durante el almacenamiento (Burcham & Kuhan, 1996). El tostado constituye un proceso de tratamiento térmico con aplicación de calor seco, durante el cual los compuestos fenólicos pueden degradarse y asociarse a estructuras poliméricas, en función de las condiciones empleadas en dicho proceso (Oliviero et al., 2009). Se dispone de tostadoras tanto tradicionales como eléctricas, y durante el proceso de tostado de semillas oleaginosas la temperatura supera los 100 °C, lo que favorece la aceleración de las reacciones de autooxidación. En el caso específico de la semilla de *sacha inchi*, el tostado promueve el inicio y el incremento de la oxidación lipídica, además de la generación de compuestos carbonilados (Bett & Bobylston, 1992).

La temperatura de tostado se considera el factor determinante en la oxidación de los lípidos presentes en las semillas de *sacha inchi*, dado que el incremento térmico del proceso eleva significativamente las tasas de oxidación en semillas oleaginosas. En contraste, la duración del tostado ejerce un efecto menor sobre el grado de oxidación y la vida útil posterior del producto; por ello, se recomienda aplicar tiempos prolongados a temperaturas moderadas (130–150 °C) con el fin de alcanzar una estabilidad oxidativa adecuada (Perren & Escher, 2007).

El tostado contribuye al desarrollo de características sensoriales (sabor, textura, color, y apariencia de nueces). Asimismo, elimina microorganismos indeseables e inactiva la mayoría de enzimas que promueven el deterioro durante el almacenamiento. No obstante, cuando la temperatura supera los 100 °C, se intensifican las reacciones de autooxidación, ya que la ruptura de la integridad celular facilita la difusión del oxígeno, lo que en contacto con enzimas potencia tanto las reacciones oxidativas enzimáticas como las no enzimáticas (Sánchez, 2013).

2.3. Generalidades del cacao

2.3.1. Definición

El cacao corresponde a una planta de porte mediano, con una altura aproximada de 5 a 8 m, posee raíz pivotante y múltiples raíces secundarias superficiales. Sus hojas son simples, enteras y de tonalidad verde con diversas variaciones. La mazorca se desarrolla en racimos pequeños, con formas que oscilan entre esféricas y elípticas alargadas, una superficie que puede ser rugosa o lisa, y una coloración que, en estado de madurez, varía entre amarillo, naranja y morado. El peso de los frutos fluctúa entre 15 g y 1 000 g. En su interior, las almendras de cacao están recubiertas por una pulpa ácida y azucarada denominada

arilo o mucílago, conocida comúnmente como “baba”. Cada mazorca contiene entre 20 y 50 almendras dispuestas en torno a un eje central denominado placenta. Dichas almendras, cuyo tamaño varía de 15 a 30 mm de longitud y de 5 a 15 mm de diámetro, constituyen la materia prima esencial para la producción de chocolate y sus derivados (INIAP, 1993).

2.3.2. Taxonomía

Según Arca (2000) y Días (2001), la clasificación taxonómica del cacao se detalla a continuación:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Malvales
Familia	: Sterculiaceae
Género	: Theobroma
Especie	: cacao
Nombre científico	: <i>Theobroma cacao</i> L.

2.3.3. Variedades

Inicialmente, el cacao fue clasificado en “cultivares”, distinguiéndose dos grupos principales: Criollo y Forastero (Morris, 1882). Posteriormente, se propuso una tipología más amplia que incluyó a los Criollos, Forasteros amazónicos y Trinitarios (Cheesman, 1944). En la actualidad se reconoce que *Theobroma cacao* presenta una notable diversidad de formas y poblaciones, lo que evidencia que las clasificaciones tradicionales no representan de manera suficiente la variabilidad de la especie (Hall et al., 2010).

Las principales variedades de cacao se describen a continuación:

Criollo: Se caracteriza por presentar árboles de porte delgado, con bajo vigor y reducida productividad, aunque destaca por la alta calidad de sus semillas. Sus cotiledones suelen mostrar tonalidades que van del marfil parduzco al castaño claro, acompañadas de un aroma delicado y un olor dulce característico del cacao. Los frutos presentan generalmente una cáscara delgada con pigmentación rojiza. Este grupo evidencia signos de depresión endogámica y una mayor susceptibilidad a plagas en comparación con otros tipos de cacao (Adriazola, 2003).

Forastero: Se distingue por su mayor resistencia a enfermedades en comparación con el Criollo. Sus frutos presentan una cáscara dura y leñosa, con superficie

relativamente lisa, mientras que sus semillas son pequeñas, aplanadas, de tonalidad morada y con sabor amargo. Dentro de este grupo se reconocen diversas variedades, entre ellas Cundeamor, Amelonado, Zambito, Calabacillo y Angoleta (Hunter, 1990).

Trinitario: Tuvo su origen en Trinidad a mediados del siglo XVIII, como resultado de la hibridación entre remanentes de cacao Criollo y germoplasma Forastero introducido desde Venezuela (Cheesman, 1944; Bartley, 2005). Este grupo combina rasgos morfológicos y genéticos de ambas razas, mostrando mayor resistencia y productividad que el Criollo, aunque con una calidad inferior. Actualmente, su cultivo se concentra en Granada, Jamaica, Trinidad y Tobago, Colombia, Venezuela y países de América Central.

2.4. Generalidades del chocolate

2.4.1. Definición

El término chocolate designa de manera general a los productos elaborados a partir de cacao, a los cuales pueden incorporarse ingredientes adicionales como lácteos, azúcares, edulcorantes u otros aditivos. Dichas adiciones no deben superar el 40% del peso total del producto final, mientras que la inclusión de grasas vegetales diferentes de la manteca de cacao está permitida únicamente hasta un 5%, luego de descontar el peso de otros componentes comestibles añadidos, sin que ello implique la reducción del contenido mínimo de cacao. En los casos que corresponda, la legislación vigente establecerá las grasas vegetales autorizadas. De acuerdo con la norma, el chocolate debe contener al menos un 35% de extracto seco total de cacao, del cual un mínimo de 18% corresponde a manteca de cacao y un 14% a extracto seco magro de cacao (NTP-CODEX STAN 87:2017, 87-1981).

2.4.2. Clasificación de chocolates

Según la NTP-CODEX STAN 87:2017, los tipos de chocolates son:

Chocolate: También denominado en algunos contextos como chocolate amargo, semidulce, oscuro o chocolat fondant, debe contener un mínimo de 35% de extracto seco total de cacao, del cual al menos el 18% corresponde a manteca de cacao y un 14% como mínimo a extracto seco magro de cacao.

Chocolate dulce/familiar: Requiere no menos del 30% de extracto seco total de cacao, con un mínimo del 18% de manteca de cacao y 12% de extracto seco magro

Chocolate de cobertura: Debe incluir al menos un 35% de extracto seco total de cacao, compuesto por un mínimo del 31% de manteca de cacao y un 2,5% de extracto seco magro.

Chocolate con leche: Debe contener, referido al extracto seco, un mínimo del 25% de extracto seco de cacao —incluido al menos un 2,5% de extracto seco magro de cacao—, además de un contenido de extracto seco de leche entre 12% y 14%, dentro del cual se especifica un mínimo de 2,5% a 3,5% de grasa láctea. El término extracto seco de leche corresponde a la adición de ingredientes lácteos en sus proporciones naturales, salvo que la grasa de leche pueda ser incorporada o retirada.

Chocolate familiar con leche: Debe incluir no menos del 20% de extracto seco de cacao —con al menos un 2,5% de extracto magro de cacao— y un mínimo del 20% de extracto seco de leche, que debe aportar al menos un 5% de grasa láctea.

Chocolate de cobertura con leche: Debe contener al menos un 25% de extracto seco de cacao, no menos del 14% de extracto seco de leche, dentro del cual se establece un mínimo del 3,5% de grasa láctea. Además, la suma de grasas no debe ser inferior al 31%. Al igual que en los casos anteriores, el extracto seco de leche corresponde a la adición de ingredientes lácteos en sus proporciones naturales, con la posibilidad de agregar o retirar grasa de leche (NTP-CODEX STAN 87:2017). En este contexto, la cobertura con leche se define como una mezcla que contiene como mínimo un 36% de cacao con leche (Vallego, 2011).

2.4.3. Composición química

Los valores nutricionales para el chocolate se presentan en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Composición promedio del chocolate en 100 gramos

Componente	Contenido	Componente	Contenido
Agua	1,30 g	Cobre	2,1 mg
Calorías	522 kcal	Zinc	4,0 mg
Grasa	55,30 g	Selenio	7,5 mg
Proteínas	10,30 g	Magnesio	1,918 mg
Carbohidratos	28,30 g	Vitamina A	98 UI
Fibra	15,4 g	Vitamina B1	0,080 mg
Potasio	833 mg	Vitamina B2	0,167 mg
Fósforo	417 mg	Vitamina B3	1,114 mg
Hierro	6,32 mg	Vitamina B6	0,095 mg
Magnesio	50 - 90 mg	Vitamina E	1,230 mg
Calcio	80 - 150 mg	Ácido fólico	7 mcg

Fuente: Ramírez (2018).

2.5. Pasta de cacao

La pasta de cacao es el producto que se obtiene al moler las semillas de cacao fermentadas y tostadas, y está compuesta por sólidos de cacao y manteca en su proporción natural (Beckett, 2018). Según la FAO (2003), la pasta o masa de cacao se define como la mezcla homogénea proveniente de la molienda de los granos descascarillados, que sirve de materia prima fundamental para la elaboración de chocolates y derivados.

2.6. Manteca de cacao

Es la fracción grasa natural extraída de la pasta de cacao mediante presión o procesos industriales, caracterizada por su consistencia sólida a temperatura ambiente y por ser el componente lipídico esencial en la fabricación de chocolates (Afoakwa, 2016). De acuerdo con la FAO (2003), la manteca de cacao corresponde a la grasa comestible obtenida de los granos de cacao, de color amarillo pálido, con un sabor y aroma característicos, que constituye aproximadamente la mitad del peso del grano.

2.7. Proceso de elaboración de coberturas de chocolate

2.7.1. Limpieza del cacao

En esta etapa se busca retirar de manera manual cualquier material extraño, residuo o impureza diferente al grano de cacao, con el fin de garantizar que solo este ingrese al proceso productivo, lo que contribuye a preservar la calidad del chocolate y a proteger los equipos utilizados (Condoy & Espín, 2021). La separación de elementos indeseables como metales, polvo, piedras, tachuelas, fragmentos de madera y fibras se lleva a cabo mediante técnicas de separación magnética, corrientes de aire por succión y cribas vibradoras (Schuhmacher et al., 2007).

2.7.2. Tostado

En esta etapa se determina la formación del color, aroma, sabor y textura característicos de los granos de cacao tostados, se utilizan temperaturas de tostado de 120 a 150 °C y tiempos de 5 a 120 min (Krysiak, 2011). Asimismo, Di Mattia et al. (2017) señalan que, durante este proceso, los granos de cacao se exponen en un bombo rotatorio a 120 y 150 °C durante un tiempo aproximado de 5 a 120 min, con el propósito de desarrollar propiedades organolépticas características, tales como color, aroma, textura y el sabor distintivo del

chocolate. Asimismo, el tratamiento térmico ocasiona una degradación de polifenoles de hasta un 20% y una reducción de flavonoles monoméricos que puede variar entre 0 y 95%.

2.7.3. Descascarillado

Consiste en separar la cáscara del grano mediante un molino triturador equipado con un sistema de aireación, obteniéndose así nibs de cacao limpios destinados a la elaboración de licor de cacao (Condoy & Espín, 2021). Este procedimiento implica la trituración de las cáscaras duras a través de rodillos, lo que permite diferenciar los nibs y la cascarilla; dicha separación se facilita gracias a la diferencia en el peso específico de los componentes y al empleo de corrientes de aire (Beckett, 2008).

2.7.4. Molienda

Los nibs de cacao se someten a un molino de piedras encargado de triturarlos hasta obtener licor de cacao, cuya fluidez varía en función de la variedad y del contenido graso presente en los nibs (Palacio-Vásquez et al., 2017). Para este proceso, las habas trituradas deben presentar un contenido superior al 50% de manteca de cacao, menos del 3% de humedad y no más del 2% de impurezas. El material resultante se somete a una molienda en equipos especializados hasta alcanzar una pasta fina con partículas menores a 30 micras. Este procedimiento cumple dos propósitos fundamentales: reducir el tamaño de las partículas de cacao y liberar la mayor cantidad posible de grasa contenida en el cotiledón (Beckett, 2008).

2.7.5. Mezclado

La diversidad de tipos de chocolate determina la mezcla y adición de ingredientes durante su elaboración. En este proceso, es común incorporar leche en polvo, azúcar, frutos secos u otros componentes con el propósito de conferir al producto las características sensoriales deseadas (Palacio-Vásquez et al., 2017).

2.7.6. Refinado

Esta etapa tiene como propósito alcanzar un tamaño de partícula inferior a 20 micras, lo que contribuye a mejorar la textura final del producto (Palacio-Vásquez et al., 2017). La refinación constituye una de las fases más relevantes en la elaboración del chocolate, ya que permite reducir el tamaño de partículas de la mezcla de ingredientes a temperaturas de 40–50 °C. Este proceso se lleva a cabo mediante un sistema de cinco rodillos que disminuyen las dimensiones de 0,2 mm a 0,02 mm, un tamaño imperceptible para la lengua (Schuhmacher et al., 2007).

2.7.7. Conchado

El proceso de conchado comprende varias etapas orientadas a reducir la humedad del producto desde un 1,5% hasta un rango de 0,6–0,8%, mediante agitación constante y manteniendo temperaturas entre 50 y 60 °C. Durante esta operación, la mezcla continúa siendo triturada, lo que facilita la eliminación de ácidos volátiles, como el acético, presentes en el chocolate, disminuyendo así su acidez y favoreciendo la obtención de un producto fluido, homogéneo y con una viscosidad adecuada (Toker et al., 2019). La función principal del conchado es transformar los compuestos de flavor generados en etapas previas, como la fermentación y el tostado, en sabores agradables, además de eliminar notas astringentes o ácidas. Asimismo, contribuye a proporcionar la fluidez óptima del chocolate (Beckett, 2008).

2.7.8. Templado

Es un proceso manual que tiene como finalidad estabilizar la grasa, otorgar brillo y mejorar la textura del producto. Este procedimiento consiste en someter el chocolate a un ciclo de aumento y disminución rápida de la temperatura; comúnmente, se recomienda calentar el producto hasta 50 °C, descenderlo a 29 °C y luego elevarlo nuevamente a 32 °C (López & Oña, 2021). A través de esta técnica, se obtiene chocolates untables, con brillo y estabilidad en los cristales grasos gracias a la variación controlada de la temperatura. De manera práctica, el chocolate que sale del conchado a 40 a 50 °C se enfría inicialmente hasta 28 °C y posteriormente se incrementa a 33 °C. Un chocolate que al partirse resulta crujiente constituye un indicador de un templado correctamente ejecutado (Schuhmacher et al., 2007).

2.7.9. Enfriado

Una vez que el chocolate ha sido vertido en los moldes, se deja reposar a una temperatura ambiente cercana a 20 °C, lo que permite su cristalización y facilita el desmolde (Palacio-Vásquez et al., 2017). Esta fase de solidificación es crucial, ya que garantiza la firmeza necesaria para su adecuada manipulación durante el proceso de envasado, el cual se realiza mediante la aplicación de aire frío en cámaras acondicionadas (Beckett, 2008).

2.7.10. Almacenado

El almacenamiento del chocolate suele efectuarse en empaques de celofán o materiales aluminizados, con el propósito de preservar sus propiedades de calidad (Palacio-Vásquez et al., 2017).

2.8. Almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate

2.8.1. Definición

Es un producto alimentario obtenido por la formación de un núcleo a base de almendras tostadas de sachá inchi, a las que se recubren con una capa de cobertura de chocolate o chocolate con leche utilizando un equipo denominado grageadora. La temperatura de trabajo de la grageadora oscila frecuentemente de 15 a 20°C. Se puede utilizar goma arábica para abrillantar.

Las grageas se definen como confites elaborados a partir de un núcleo compuesto por avellanas, maní, almendras, frutas, chocolate u otros productos similares, o bien por una pasta obtenida de estos ingredientes molidos junto con azúcares. Dicho núcleo se encuentra recubierto por una capa de azúcar o chocolate, con o sin abrillantado, y puede incluir otras sustancias y aditivos alimentarios autorizados (NTE INEN 2217:2012).

2.8.2. Insumos

Los principales insumos utilizados para la elaboración de almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate con leche, se describen a continuación:

Panela: Es un edulcorante natural obtenido a partir de la concentración del jugo de caña de azúcar, sin someterse a procesos de refinamiento ni a tratamientos químicos como la adición de clarificantes o floculantes. Su elaboración consiste únicamente en la deshidratación y cristalización de la sacarosa mediante evaporación. Este producto, también denominado azúcar orgánica, ha adquirido relevancia debido a las ventajas que presenta frente al azúcar refinada, ya que además de su capacidad edulcorante, aporta vitaminas A, B, C, D y E, minerales Fe y P, así como proteínas, glucosa y fructosa (Fiestas et al., 2015).

Cobertura de chocolate: Se define como una suspensión semisólida compuesta por partículas finas de azúcar, cacao y sólidos no grasos de leche, dispersas en una fase lipídica (Quiñones-Muñoz et al., 2011).

2.8.3. Proceso de elaboración

Según Bustamante (2025), la elaboración de almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate consta de las siguientes operaciones:

Recepción: En esta operación se realiza el análisis físico y sensorial de las semillas secas de sachá inchi. **Limpieza:** Se elimina manualmente las partículas extrañas presentes en las semillas, se descartan las semillas defectuosas. **Descacarillado:** Se elimina las cáscaras de

manera manual o mecánica, a fin de obtener las almendras de sachá inchi, para posteriormente pasar al tostado. **Tostado:** Se realiza el tostado de las almendras de sachá inchi, controlando los parámetros de temperatura y tiempo, se utiliza un tostador. **Enfriado:** Las almendras tostadas de sachá inchi se enfrían a temperatura ambiente, evitar cualquier tipo de contaminación durante esta operación. **Acaramelado:** Las almendras tostadas de sachá inchi se recubren con un caramelo elaborado a base de panela y agua. **Calentamiento:** La cobertura de chocolate se calienta haciendo uso del horno microondas o en baño maría a fin de conseguir una consistencia fluida. **Grageado:** Se recubre la almendra tostada de sachá inchi con la cobertura de chocolate, para el cual se hace uso de una grageadora. **Envasado:** Una vez frío, las grageas se envasan en bolsas de papel Kraft. **Etiquetado:** Posteriormente al envasado colocan las etiquetas con la información requerida del producto. **Almacenamiento:** El producto obtenido se almacena a temperatura ambiente.

2.8.4. Control de calidad

De acuerdo a la NTE INEN 2217:2012, las grageas deberán cumplir los requisitos fisicoquímicos tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 3. Requisitos fisicoquímicos

Requisito	Contenido máximo
% Humedad	10
% Sacarosa	50
%Dextrina almidón y/o gomas comestibles	5

2.9. Proceso de evaluación sensorial

La evaluación sensorial constituye una herramienta fundamental para determinar las características organolépticas y la aceptabilidad de los alimentos mediante el uso de los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído, a través de panelistas previamente entrenados con el fin de minimizar errores en sus juicios (Robalino & Velastegui, 2002). En este contexto, Tilgner (1971) describió el análisis sensorial como un conjunto de métodos orientados a evaluar y medir ciertas propiedades de los alimentos a través de uno o varios sentidos humanos. En esta misma línea, Carpenter et al. (2002) lo conceptualizan como el proceso de identificación, medición científica, análisis e interpretación de los atributos percibidos mediante los cinco sentidos.

2.9.1. Preparación de muestras

La preparación del lugar de prueba requiere la limpieza y desinfección de superficies y utensilios con productos sin fragancia, asegurando que se sequen adecuadamente. El ambiente debe mantenerse a una temperatura aproximada de 20 °C. Las muestras a evaluar deben retirarse del almacenamiento con la debida anticipación, permitiendo que se adapten a la temperatura del recinto, sin retirar el empaque hasta el momento de la prueba. Posteriormente, deben codificarse y manipularse evitando el contacto directo con las manos para prevenir contaminación, alteraciones en la apariencia o fusión del chocolate. Además, se recomienda presentarlas en recipientes que no transmitan olores ni sabores ajenos, utilizando utensilios adecuados para cortar y servir las porciones. En cada cubículo de evaluación se debe disponer de servilletas, platos, agua, limpiadores de paladar, formatos de registro y bolígrafos (NTP 107.311:2021).

2.9.2. Evaluación sensorial

De acuerdo con la NTP 107.311:2021 sobre lineamientos para la evaluación sensorial del chocolate, la prueba de perfil sensorial constituye un método que posibilita evaluar de manera reproducible las características sensoriales de un producto, empleando términos seleccionados de un glosario previamente definido a partir de pruebas descriptivas simples.

Evaluación de la apariencia: Comprende atributos sensoriales ampliamente empleados, entre los que destacan el aspecto de la superficie, el color y el brillo.

Evaluación del color: Puede realizarse mediante parámetros sensoriales cuantificables utilizando diversas herramientas, tales como la percepción visual directa, la visión digital, las cartas de color o incluso el análisis mediante imágenes hiperespectrales.

Evaluación del olor: Consiste en acercar la muestra a la nariz para percibir los olores que presenta y registrar en el formato la identificación e intensidad de las características percibidas según la escala.

Evaluación del sabor: La evaluación del sabor consiste en que el panelista tome un fragmento de chocolate de aproximadamente 1 a 2 gramos, lo mastique lentamente con los dientes incisivos hasta fragmentarlo en trozos pequeños y posteriormente lo deje fundir en la boca, permitiendo que se distribuya desde la lengua hasta los pilares del paladar y la garganta. Durante este proceso, se debe prestar atención al orden de aparición de los estímulos sensoriales e identificar los atributos presentes. Entre los parámetros a evaluar se encuentran la presencia e intensidad de notas de cacao, acidez, amargor, astringencia, frutales, florales, madera, especias, nuez, dulzor, caramelo, entre otros.

Evaluación de la fluidez y textura: Se centra en la descripción de su estructura, consistencia y sensaciones en boca, considerando atributos como dureza al morder, suavidad, adhesividad, granulosidad, capacidad de fusión o efecto de recubrimiento, entre otros. Este análisis se realiza en dos fases: primero cuando el producto se encuentra en estado sólido (tableta) y posteriormente cuando, tras fundirse, adquiere una fase líquida en la boca.

2.10. Características fisicoquímicas

Las propiedades fisicoquímicas de las almendras de sachá inchi recubiertas con chocolate corresponden a los parámetros que describen la composición y características tanto de la semilla como de la cobertura. Dichos parámetros incluyen humedad, contenido de grasa, proteínas, carbohidratos, cenizas, acidez, índice de peróxidos y actividad de agua, los cuales son determinantes para la calidad nutricional, la estabilidad en almacenamiento, la textura y la vida útil del producto (Beckett, 2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El proceso tecnológico de elaboración de las almendras de sachá inchi tostadas recubiertas de cobertura de chocolate se realizó en la planta de la Empresa Valle Grande SAC ubicado en el distrito y provincia de Satipo, región Junín, ubicado geográficamente coordenada UTM 18L, a una altitud de 650 m.s.n.m., latitud sur $11^{\circ}12'56''$ de la línea Ecuatorial, latitud oeste $74^{\circ}39'12''$ del Meridiano de Greenwich, con clima tropical húmedo, la precipitación media anual es 459 mm, humedad relativa media de 65 % y temperatura media anual de 26 °C. Los análisis fisicoquímicos de la materia prima y producto terminado se realizaron en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú, ubicado en la ciudad de Huancayo, región Junín. El análisis sensorial se llevó a cabo en la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias Tropical de la Facultad de Ciencias Agrarias filial Satipo de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

3.2. Materia prima

Las muestras de semillas de sachá inchi procedieron del Centro Poblado de Cana Eden, distrito de Río Tambo, provincia de Satipo, departamento de Junín, con altitud 1295 m.s.n.m., latitud sur $11^{\circ}04.9493$, latitud oeste $74^{\circ}16.1085$. Asimismo, los de granos de cacao variedad criollo proceden del Centro Poblado Las Lomas, distrito de Río Negro, provincia de Satipo, departamento de Junín, UTM 18L, altitud promedio 796,70 m.s.n.m.

3.3. Equipos, materiales y reactivos

3.3.1. Equipos

Equipos de laboratorio: Balanza analítica marca Ohaus Pioneer PR224/E, extractor de grasa marca Daihan modelo WHM 12293 plus, destilador marca Rapiastill I modelo 64132, cabina extractor de gases marca Esco modelo EFD-4B8, campana desecadora Norma X, mufla eléctrica marca Proterm Furnaces modelo ECO11013, analizador de proteínas marca Labconco modelo 64132, estufa LBX Instruments ES-01, estufa esterilizadora Ecocell, Eco line marca MMM, bloque de calentamiento para digestión tipo Kjeldahl marca Labconco modelo 64132, campana desecadora Durham, placa calefactora, bomba de vacío marca Buchi modelo Vacuum Pump. **Equipos de proceso tecnológico:** balanza electrónica marca Ferrawyy,

tostadora de granos IMSA ER-TZ, tostadora J&R capacidad 20 kg, molino J&R, refinadora capacidad 5 kg, mesa de acero inoxidable, grageadora B&A, horno microondas marca Samsung, termómetro infrarrojo CDN, micrómetro 25 mm, medidor de humedad Gehaka modelo moisture tester G610i. **Otros equipos:** Equipo de posicionamiento GPS Garmin Oregon 750, regla vernier marca Kamasa 0.05mm, 15cm longitud.

3.3.2. Materiales

Materiales de laboratorio: Placas petri, papel filtro Whatman N° 2, espátula de metal, balón kjeldhal para digestión, pipetas volumétricas de 1, 2, 5 y 10 ml, matraz Erlenmeyer de 250 y 500 ml, bureta de 25 ml, fiola 200 ml, probetas de 10, 50 y 100 ml, pizeta con agua destilada, embudo Buchner, matraz Kitasato, crisoles de porcelana, embudo de vidrio, vasos precipitados de 25 - 500 ml, succionador de goma, cápsulas de porcelana, pinzas metálicas, mortero, pizeta con agua destilada, gotero, cartuchos de extracción de celulasa, papel aluminio. **Otros materiales:** Guantes de latex, cofia, mascarilla, raspa, recipiente de aluminio, rotulador, bandejas de metal, bolsas de polietileno con cierre ziploc, envases doypack bilaminadas blancas con ventana.

3.3.3. Reactivos

Silica gel, agua destilada, H₂SO₄ Concentrado, HCL al 0,1 N, ácido bórico al 4 %, NaOH al 40 %, rojo de metilo 0,5 %, catalizador de oxidación, H₂SO₄ al 1,25 %, NaOH al 1,25 %, acetona.

3.3.4. Insumos

Panela granulada, manteca de cacao.

3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Características fisicoquímicas

Humedad: Según la NTP 205.002:2021 2da ed. Cereales y legumbres. Determinación del contenido de humedad.

Grasa: Según la NTP 205.006: 2011 1ra. ed. Cereales y menestras. Determinación de grasas.

Proteína: Según la NTP 205.005: 2011 2da ed. Cereales y menestras. Cereales. Determinación de proteínas totales (método Kjeldahl).

Fibra: Según la NTP 205.003: 2011 1ra ed. Cereales y menestras. Determinación de fibra cruda.

Ceniza: Según la NTP 205.004: 2011 1ra ed. Cereales y menestras. Determinación de cenizas.

3.4.2. Análisis sensorial

De acuerdo a la NTP 107.311:2021 Chocolate. Lineamientos para la evaluación sensorial del chocolate.

Apariencia: Instrumento de “Escala de evaluación de la apariencia del chocolate”.

Color: Observación visual.

Olor: Instrumento “Escala de evaluación del olor del chocolate”.

Sabor: Se evaluaron atributos de cacao, acidez, amargor, astringencia, frutal, floral, madera, especias, nuez, dulzor, caramelo, otros. Instrumento de “Escala de intensidad de atributos del chocolate”.

Fluidez y textura: Instrumento “Escala de evaluación de la fluidez y textura del chocolate”.

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Evaluación de las características físicas y químico proximal de las almendras de sachá inchi

La evaluación física comprendió la evaluación del peso de la semilla y almendra utilizando una balanza analítica, el diámetro y espesor de la almendra de sachá inchi se realizó utilizando regla vernier. El análisis químico proximal de las almendras de sachá inchi se realizó según los análisis mencionados en el ítem 3.4.1.

3.5.2. Tostado de las almendras de sachá inchi

Antes del tostado de las almendras se realizó las siguientes operaciones: **Selección:** Se seleccionaron manualmente las semillas de sachá inchi en buen estado, que no presenten signos de deterioro físico ni microbiano. **Descascarillado:** Se realizó de manera manual con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable. **Tostado:** Se realizó en un equipo tostador de granos a temperaturas de 135 y 150 °C por tiempo de 5 y 10 min. **Enfriado:** Se enfrió a temperatura ambiente (24 °C). **Almacenado:** En bolsas de polietileno transparente.

3.5.3. Elaboración de la cobertura de chocolate

Recepción: Se recibió 4 kg de cacao criollo con una humedad de 6,15%, el cual se midió con un equipo medidor de humedad.

Selección: Se eliminó impurezas de piedras y hojas secas, así como granos defectuosos de cacao.

Tostado: Los granos de cacao seleccionados se tostaron en un equipo tostador a temperatura de 115 °C por un tiempo de 26,5 min.

Triturado y descascarillado: Después del tostado y enfriado de los granos de cacao se tritura para facilitar el descascarillado manual.

Molienda: Se realizó en un molino para cacao por un tiempo de 3 min.

Mezclado: Se mezcla uniformemente la pasta de cacao, la manteca de cacao y la panela, por tiempo de 10 min. Las formulaciones utilizadas se presentan en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Formulaciones de la cobertura de chocolate.

Formulación	Insumos	Porcentaje (%)	Formulación	
			1 kg	2,2 kg
F1	Pasta de cacao	37	370 g	814 g
	Manteca de cacao	23	230 g	506 g
	Panela	40	400 g	880 g
F2	Pasta de cacao	40	400 g	880 g
	Manteca de cacao	20	200 g	440 g
	Panela	40	400 g	880 g
F3	Pasta de cacao	43	430 g	946 g
	Manteca de cacao	17	170 g	374 g
	Panela	40	400 g	880 g

Fuente: Bustamante (2025).

Refinado: Se realizó en una refinadora por un tiempo de 26 horas.

Templado: A una temperatura de 30 °C, por un tiempo de 5 min.

Enfriado: La cobertura de chocolate se enfrió a 22 °C por 20 min.

Empacado: En bolsas de polietileno de alta densidad a temperatura 20 °C.

Almacenado: El producto se almacenó en ambiente fresco, a temperatura ambiente 24°C.

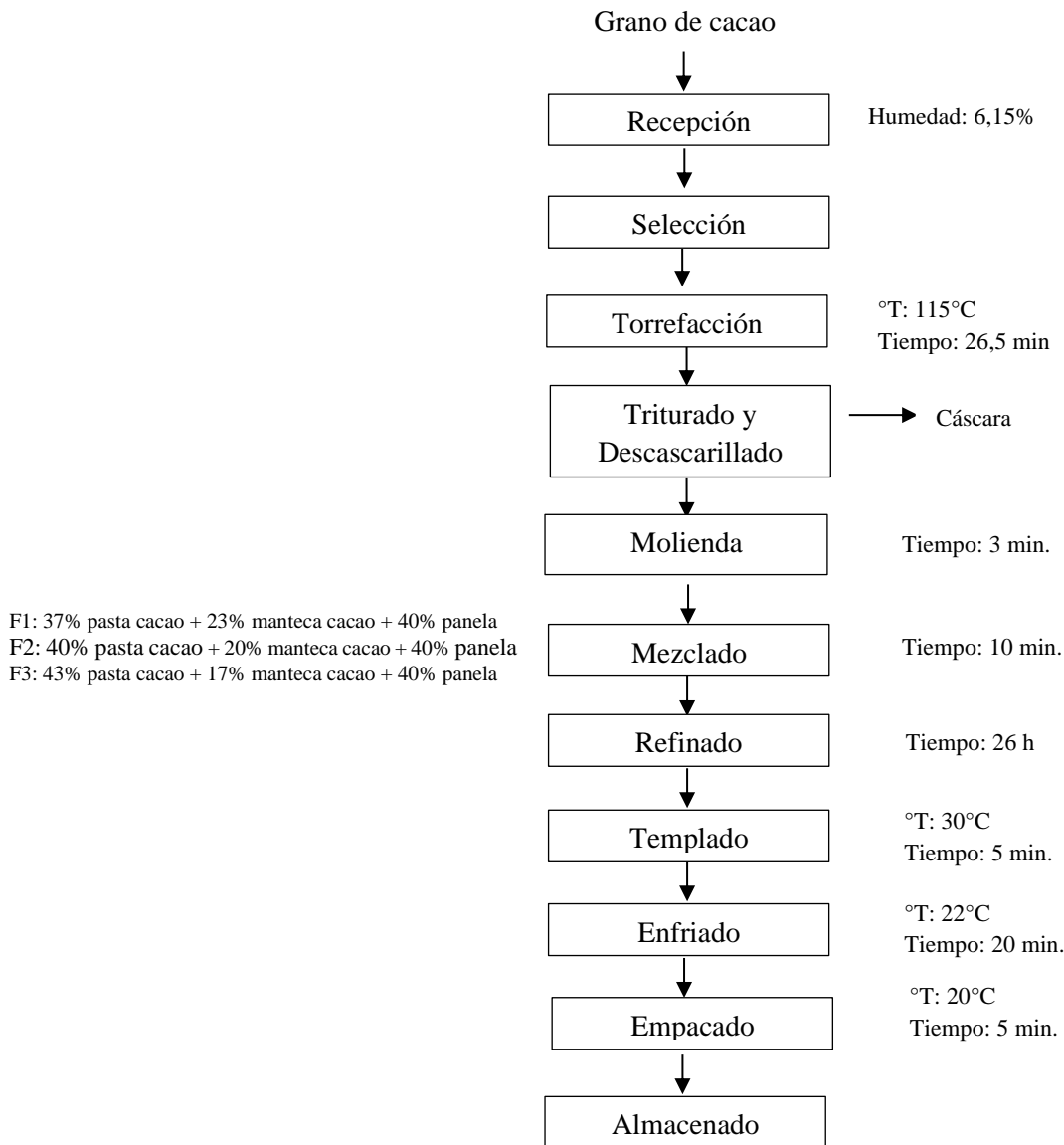


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la cobertura de chocolate.

3.5.4. Elaboración de almendras de sachu inchi tostada recubierta con cobertura de chocolate

Recepción: Se realiza la recepción de las almendras tostadas de sachu inchi.

Selección: Se selecciona manualmente las almendras enteras, eliminando las que se encuentran partidas o quebradas.

Calentamiento: La cobertura de chocolate a diferentes niveles de pasta y manteca de cacao se calienta haciendo uso un horno microondas a 50 °C por 5 min.

Grageado: Se realizó en una grageadora, en el cual se recubre la almendra tostada de sachu inchi con la cobertura de chocolate, a 17-19 °C por 40 min.

Abrillantado: Se utilizó goma arábica (8 ml) el cual se adicionó a las grageas a 17 °C por tiempo de 10 min.

Reposo: Se realizó a temperatura de 21 °C por 5 min.

Envasado: Una vez frío las grageas se envasaron en bolsas transparentes con cierre ziploc.

Almacenado: A temperatura ambiente promedio de 24 °C.

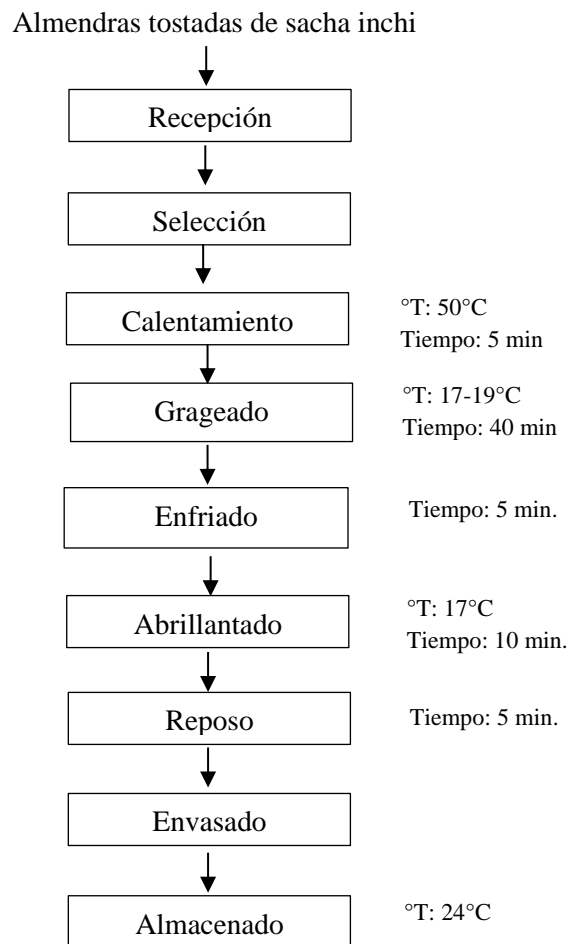


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de almendras de sachá inchi tostado recubierto con cobertura de chocolate.

3.5.5. Evaluación de las características sensoriales de la almendra de sachá inchi tostada recubierta con cobertura de chocolate más aceptada

Se realizó en el aula 202A de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias Tropical de Facultad de Ciencias Agrarias filial Satipo de la Universidad Nacional del Centro del Perú, con 25 panelistas semi entrenados estudiantes de la

carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias Tropical de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú, para lo cual se les proporcionó la ficha de evaluación sensorial elaborada en base a la NTP 107.311:2021 Chocolate. Lineamientos para la evaluación sensorial de chocolate. 1ª Edición (ítem 3.4.2.). Asimismo, se les proporcionó las muestras de almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate en contenedores codificados de material plástico pequeño, vaso descartable con agua, servilleta y lapicero. La evaluación se realizó en cuatro etapas, primera etapa T1, T2 y T3, segunda etapa T4, T5 y T6, tercera etapa T7, T8 y T9 y cuarta etapa T10, T11 y T12.

3.5.6. Evaluación fisicoquímica al producto con mayor aceptación sensorial

Los análisis fisicoquímicos realizados al mejor tratamiento aceptado sensorialmente, fueron:

Humedad: Según el método AOAC 931.04 21st Edition (2019), referencia NTP N° 205.002:2021.

Grasa: Según el método AOAC 945.34 21st Edition (2019), referencia NTP N° 205.006:2017F.

Proteína: Según el método AOAC 960.52 Micro Kjeldahl (2019), referencia NTP N° 205.005:2018.

Fibra: Según el método AOAC 2005.962.09, referencia NTP N° 205.003:2016 CT 2018.

Ceniza: Según el método 7.009 (AOAC, 1984), referencia NTP N° 205.004:2022.

Tamaño de partículas de chocolate: Mediante el método instrumental utilizando el Micrómetro.

Índice de peróxido: Según el método de la ISO 3960:2001.

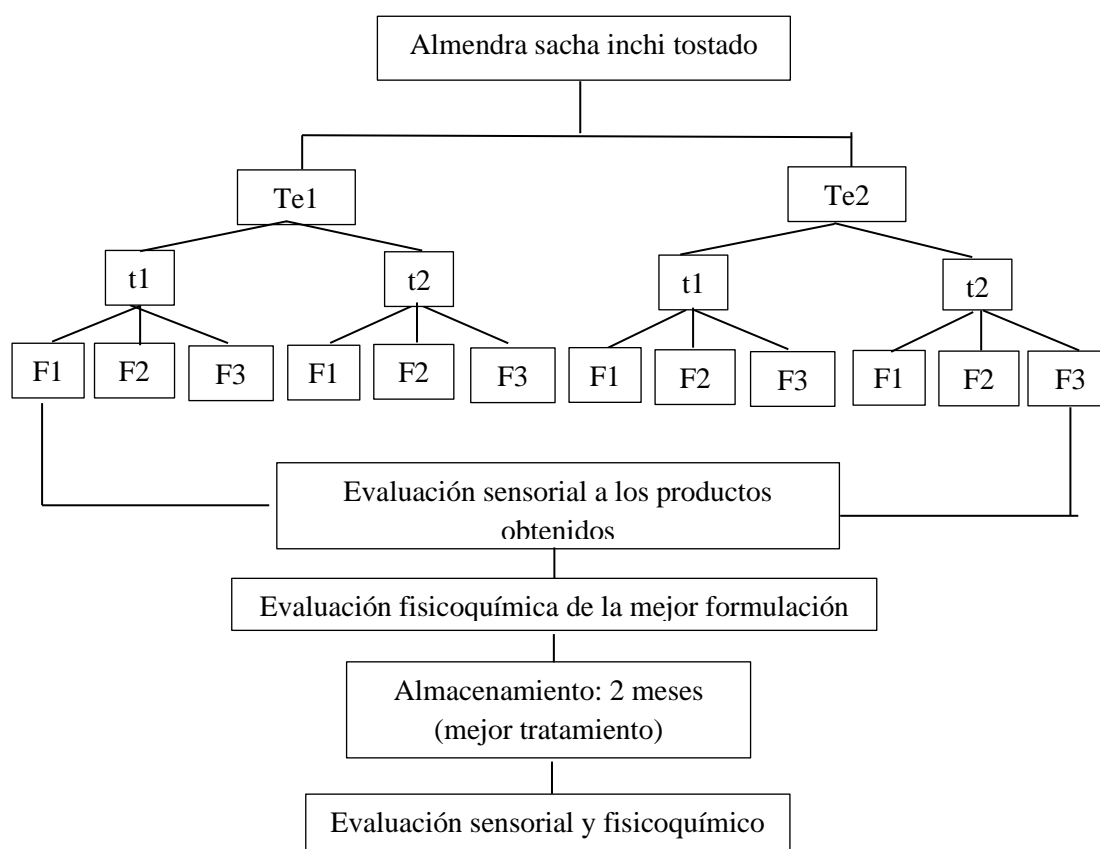
3.5.7. Almacenamiento de la almendra de sachá inchi tostada recubierta con cobertura de chocolate

Las almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate del tratamiento 11, el cual fue almacenada por un tiempo de dos meses en envases doypack bilaminadas blancas con ventana a temperatura ambiente de 24 – 26 °C (11.02.2025-18.02.2025 al 11.04.2025-18.04.2025) en las instalaciones del Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

3.5.8. Evaluación Sensorial y Físicoquímica tras almacenamiento

El 10.04.2025 se realizó la evaluación sensorial tras dos meses de almacenamiento (08.02.2025 al 08.04.2025) del mejor tratamiento (11) obtenido en la anterior evaluación sensorial, estuvo a cargo de 25 panelistas semientrenados (estudiantes de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias Tropical de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú), se llevó a cabo en el aula 203A de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNCP. La evaluación sensorial consistió en la explicación de los atributos de las muestras a evaluar, para lo cual se les proporcionó la ficha de evaluación sensorial elaborada en base a la NTP 107.311:2021 Chocolate. Lineamientos para la evaluación sensorial de chocolate. 1ª Edición. Asimismo, se les proporcionó las muestras de almendras con cobertura de chocolate en platos descartables pequeños, vaso descartable con agua, servilleta, lapicero y el instrumento a rellenar. Asimismo, se realizó el análisis físicoquímico al tratamiento 11, cuya metodología se observa en el ítem 3.4.1. Características físicoquímicas.

3.6. Diseño experimental



Donde: Te1: 135°C y Te2: 150°C, t1: 5 min y t2: 10 min. Formulaciones de cobertura de chocolate:

F1 = 37% pasta de cacao + 23% manteca de cacao + 40% panela, F2 = 40% pasta de cacao + 20% manteca de cacao + 40% panela y F3 = 43% pasta de cacao + 17% manteca de cacao + 40% panela.

3.7. Diseño estadístico

Tras la elaboración de las almendras de sachá inchi tostadas recubiertas con cobertura de chocolate, se realizó la evaluación sensorial en el que se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA) al 0,05% y la prueba de Kruskal-Wallis, cuyos análisis estadísticos se realizaron con el Software Statgraphics INFOSTAT.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características físicas y químico proximal de las almendras de sachá inchi

4.1.1. Características físicas

En la **Tabla 5**, se presenta los resultados de las características físicas realizadas a la semilla y almendra de sachá inchi, se observa el mayor peso de la almendra de 0,990 g y el de menor peso menor 0,504 g, asimismo, el de mayor diámetro fue 14 mm y el de menor 9 mm; el mayor espesor de la almendra fue 4 mm y el menor espesor 2,5 mm.

Tabla 5. Características físicas de la semilla y almendra de sachá inchi

N° de muestra sachá inchi	Peso de Semilla (g)	Peso de almendra (g)	Diámetro de almendra (mm)	Espesor de almendra (mm)
01	1,477	0,990	14,0	3,9
02	1,296	0,879	12,0	4,0
03	0,999	0,578	11,1	2,5
04	1,024	0,634	9,0	3,0
05	1,343	0,900	13,1	3,8
06	1,218	0,833	12,5	3,9
07	1,111	0,757	11,0	3,9
08	1,113	0,751	13,2	2,8
09	1,126	0,756	11,1	3,5
10	1,029	0,706	11,1	3,5
11	1,404	0,962	14,0	3,9
12	1,414	0,943	13,2	4,0
13	1,319	0,874	13,1	4,0
14	1,039	0,682	11,2	3,1
15	1,204	0,786	12,1	3,1
16	0,811	0,504	9,1	3,0
17	1,456	0,976	12,1	4,8
18	1,105	0,721	12,0	3,0
19	1,015	0,653	11,2	3,0
20	1,129	0,775	12,0	3,8
Promedio	1,182	0,783	11,905	3,525

El diámetro de las almendras de sachá inchi evaluadas se encuentran en un valor medio en comparación a Noriega (2011) quien estudió entre otros el diámetro de la semilla 5 ecotipos: Zungarococha 7,3 mm, Shica 17,9 mm, Tununtunumba 18,6 mm, Chirimoto 34,8 mm y Habana 15 mm. Por otro lado, Hurtado (2013) reportó que el espesor de la almendra de sachá inchi es $7,89 \pm 0,34$, diámetro menor $12,9 \pm 0,42$, diámetro mayor $15,8 \pm 0,47$ y peso (g) $0,819 \pm 0,0340$.

4.1.2. Características químico proximal

En la **Tabla 6**, se presentan las características del análisis químico proximal realizado a las almendras de sachá inchi, en el cual se puede apreciar un alto contenido de grasa (48,11 %) seguido de proteínas (14,58 %). Al respecto, Pascual y Mejía (2000) refieren que los valores de proteína y grasa total, en almendras de sachá inchi son elevados diferenciándose marcadamente del resto de componentes.

Tabla 6. Característica químico proximal de almendras de sachá inchi

Análisis	Resultado (%)
Humedad	9,89
Ceniza	9,28
Grasa	48,11
Proteína	14,58
Fibra	9,29
Carbohidratos	8,85

Hurtado (2013) en su investigación halló un contenido de grasa (%) de $42,75 \pm 0,049$, proteínas (%) $29,85 \pm 0,085$, humedad (%) $4,96 \pm 0,022$, cenizas (%) $3,06 \pm 0,011$, fibra bruta (%) $2,91 \pm 0,039$. De manera similar, Sánchez (2013) realizó el análisis proximal de semillas crudas de sachá inchi, encontrando un 43,87 % de grasas, 28,73 % de proteínas, 12,91 % de fibra, 4,95 % de humedad, 2,61 % de cenizas y 6,93 % de carbohidratos. Por otro lado, Guerra (2016) reportó que las almendras de sachá inchi contienen 46,9 % de grasa, 24,69 % de proteínas, 5,6 % de humedad, 2,1 % de cenizas, 5,1 % de fibra y 15,61 % de carbohidratos. Asimismo, Yung-Jia et al (2014) reportó que las semillas de sachá inchi procedentes de Nantou, Taiwán contenían 5,32 g/100 g de humedad, 48,68 g/100 g de grasa, 25,33 g/100 g de proteína, 7,36 g/100 g de fibra total, 9,13 g/100 g de carbohidratos y 4,18 g/100 g de ceniza.

Adrianzén et al. (2011) reportaron en su análisis proximal de la almendra de sachá inchi un contenido de proteínas de 25,07 % y de grasa total de 45,00 %. De manera similar, Ruiz et al. (2013) informaron valores de 29,6 % de proteínas y 49 % de grasa en almendras provenientes de la provincia de San Martín, Perú. Asimismo, Valles (2017) identificó en el ecotipo Apangura de Lamas, San Martín, un contenido de 35,01 % de proteínas y 40,82 % de grasas. Las variaciones encontradas entre los estudios podrían atribuirse a factores agronómicos como la fertilización, el tipo de riego y otras condiciones de cultivo.

4.2. Características sensoriales de las almendras de sachá inchi tostadas recubiertas con cobertura de chocolate

4.2.1. Tostado de almendras de sachá inchi

Las almendras de sachá inchi, tras ser descascaradas se sometieron al tostado a temperaturas de 135 °C y 150 °C y tiempos de 5 minutos y 10 minutos (**Tabla 7**). Arana y Paredes (2008), refieren que al someterse al tostado la almendra pierde su sabor astringente original, el cual es característico en la almendra cruda de sachá inchi.

Tabla 7. Parámetros de tostado de almendras de sachá inchi

Tratamiento	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Masa de almendra tostada (g)
T1	135	5	451,12
T2	135	5	450,05
T3	135	5	451,09
T4	135	10	451,11
T5	135	10	451,03
T6	135	10	450,07
T7	150	5	452,01
T8	150	5	451,21
T9	150	5	451,02
T10	150	10	451,12
T11	150	10	450,05
T12	150	10	451,01

Guerra (2016) evaluó el tostado de almendras de sachá inchi mediante un método convencional a 120 °C durante 10, 15 y 20 minutos, empleando una paila de aluminio con agitación manual. Asimismo, aplicó tostado en horno microondas a 1,2 kW por lapsos de 4, 6 y 8 minutos, utilizando bandejas de aluminio para la elaboración de crema de almendra de sachá inchi. Por su parte, Sánchez (2013) analizó la influencia del tiempo y la temperatura de tostado sobre la calidad sensorial y fisicoquímica de almendras de sachá inchi de Tarapoto, trabajando con temperaturas de 130, 135 y 140 °C y tiempos de 20, 25 y 30 minutos. Entre sus hallazgos, destacó que el tratamiento T1 (130 °C por 20 min) presentó la mayor aceptación general y mejores puntuaciones en los atributos de apariencia y sabor.

Arana y Paredes (2008) trabajaron con almendras de sachá inchi ecotipo Pinto Recodo, las cuales fueron sometidas a tostado en una máquina marca IMSA de la empresa FINCAFE (Cercado de Lima). Se aplicaron tres niveles de tostado: ligero (75–81 °C), intermedio (83–85 °C) e intenso (95–102 °C), con un tiempo de exposición de hasta 10 minutos, con el fin de extraer aceite. De manera complementaria, Soria-Serrano (2018) efectuó el tostado de almendras de sachá inchi provenientes del fundo Carmen Pampa, distrito de Echarati, provincia de La Convención (Cusco), utilizando un horno rotatorio a dos temperaturas (115 °C y 140 °C) y dos tiempos de tratamiento (20 y 30 min). Sus resultados indican que la temperatura es el factor más determinante en la degradación de ácidos grasos linoleico y linolénico, mientras que el tiempo de tostado ejerce un efecto menos significativo.

Yung-Jia et al. (2024) evaluaron diferentes condiciones de tostado, seleccionó temperaturas de tostado de entre 60 °C y 120 °C durante 10, 20 y 30 minutos para evidenciar el efecto en el rendimiento, las características fisicoquímicas y la actividad antioxidante del aceite de sachá inchi prensado en frío. Por su parte, Keawkin & Na (2022) investigaron semillas de sachá inchi procedentes de la ciudad de Kaeng Khro, provincia de Chaiyaphum, Tailandia, en 2020, dichas semillas crudas y germinadas tostaron a 100, 140 y 180 °C durante 15, 30 y 45 minutos con una tostadora de café (1200 W, 220 V, 270 mm de diámetro, antiadherente), mientras que la semilla cruda (sin germinar) se utilizó como control, concluye que las mejores condiciones de tostado para obtener mayores niveles de aminoácidos y capacidad antioxidante son 140 °C durante 45 minutos.

Núñez (2009) evaluó el tostado de almendras escaldadas de sachá inchi empleando una tostadora, a 145 °C durante 20 minutos y a 100 °C por 34 minutos, con el propósito de elaborar un snack tostado. Por su parte, Mesias (2009) determinó que el tratamiento más adecuado para la obtención de crema de sachá inchi destinada al consumo humano correspondió a 123 °C por 62 minutos. De manera complementaria, Zorrilla (2015)

analizó el efecto del tostado de semillas de *P. huayllabambana* en un horno con circulación de aire, utilizando temperaturas de 100, 120, 140, 160 y 180 °C, combinadas con tiempos de 10, 20 y 30 minutos, con el fin de estudiar su influencia sobre el perfil de ácidos grasos y compuestos bioactivos.

Yung-Jia et al. (2024) utilizó semillas de sachá inchi las cuales se dividieron en 13 grupos que comprendían el tratamiento de temperaturas y tiempos de tostado, mientras que las semillas crudas sin tostar actuaron como muestra de control (Con). El tostado se realizó a temperaturas de 60, 80, 100 y 120 °C, con tiempos de tratamiento de 10, 20 y 30 min, a saber, T60:10, T60:20, T60:30, T80:10, T80:20, T80:30, T100:10, T100:20, T100:30, T120:10, T120:20 y T120:30, respectivamente.

Bocanegra y Galeano (2023) señalan que el proceso de tostado de semillas de sachá inchi generó un incremento parcial en los indicadores de oxidación lipídica del aceite extraído, al mismo tiempo que potenció la actividad antioxidante de las semillas. A través de la metodología de superficies de respuesta (RSM) y el diseño central compuesto (CCD), se identificaron condiciones óptimas de tostado equivalentes a 134,28 °C durante 18,84 minutos.

4.2.2. Características sensoriales de las almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate

En el **Anexo 1**, se aprecia los resultados de evaluación sensorial de las almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate, evaluadas por 25 panelistas semi entrenados. Guinard y Mazzucchelli (1999) citado por Oberrauter et al. (2018) indican que debido a los requisitos de composición (ausencia de ingredientes lácteos y menor contenido de azúcar), el perfil sensorial del chocolate negro difiere mucho del chocolate con leche.

Guapi et al. (2022) realizaron la evaluación sensorial de bombones de chocolate rellenos con tamarindo (*Tamarindus indica*), grosella (*Phyllanthus acidus*) y limón sutil (*Citrus aurantifolia*), los de mayor aceptación organoléptica correspondieron al tratamiento a0b1c1, seguido por a1b1c1 (Cacao CCN-51 + 75 % de chocolate + tamarindo), el cual presentó, además, mayor contenido de polifenoles. Díaz et al. (2025) evaluaron sensorialmente chocolates negros endulzados con stevia y enriquecidos con frutos rojos liofilizados, empleando una escala tipo Likert de 9 puntos evaluaron 60 panelistas semi entrenados; calificaron atributos como color, suavidad, sabor y aceptabilidad general; concluye que incorporar frutos mejora el sabor, concentraciones mayores de stevia puede afectar el chocolate haciéndolo más amargo y sólido, respecto a aceptabilidad general mostraron niveles de 7,3 a 7,76, el uso de stevia en el chocolate enmascara su amargor por el aroma del cacao.

Nuriza et al. (2025) refieren que las técnicas sensoriales descriptivas rápidas, como el método de verificación de todo lo que corresponda (CATA), el perfil flash (FP) y el mapeo proyectivo (PM), han cobrado relevancia por su eficiencia y practicidad en la evaluación sensorial. Por su parte, De Souza et al. (2014) en su investigación de influencia de la variedad y la cosecha en las características sensoriales del chocolate elaborado a partir de cacao fermentado con diferentes contenidos de pulpa, concluyen que la evaluación sensorial no reveló diferencias significativas en "aroma" entre las muestras. Sin embargo, "gusto general" y "sabor" tuvieron mayor aceptación con la remoción parcial de pulpa para la variedad PS1319, mientras que la variedad Parazinho no mostró impacto.

Vera et al. (2021) en el análisis sensorial determinó el efecto de la variación de tiempo y temperatura durante el tostado sobre las propiedades del fruto del pan tostado con cobertura de chocolate, utilizó una prueba descriptiva y una escala de intervalos de 5 niveles (1: poco, 2: moderadamente, 3: bastante, 4: mucho y 5: extremadamente) para medir los atributos asignados a cada propiedad.

Apariencia

En la **Tabla 8**, se observa el resultado de la prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis del atributo apariencia de las almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate, cuyos análisis se realizaron con el software INFOSTAT.

Tabla 8. Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis para el atributo apariencia.

Trat.	Medias	Rango					
7	7,20	111,20	A				
3	7,24	115,52	A	B			
1	7,24	115,52	A	B			
2	7,44	128,64	A	B	C		
9	7,48	137,52	A	B	C		
10	7,64	150,96	A	B	C	D	
6	7,68	152,08	A	B	C	D	
12	7,72	154,64	A	B	C	D	
4	7,76	161,84		B	C	D	
8	7,92	174,64			C	D	E
5	8,12	193,28				D	E
11	8,32	210,16					E

El atributo apariencia presenta diferencia altamente significativamente entre tratamientos ($P = <0,0001$) con la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis (Anexo). El tratamiento 11, presenta mayor puntuación en el rango promedio (210,16), por lo que se considera el mejor con respecto al atributo apariencia. Los tratamientos 3, 1, 2, 9, 10, 6 y 12 están en grupos intermedios, sin diferencias significativas entre sí. A mayor rango promedio, mejor fue la apariencia percibida por los evaluadores. El tratamiento 11 obtuvo la mayor media y el mayor rango, por lo tanto, fue el mejor valorado visualmente, en contraste el tratamiento 7 fue el menos valorado en apariencia.

Según la NTP 107.31:2021, la apariencia del chocolate se centra en atributos sensoriales como color y brillo de la superficie. Se emplea una escala de 0 a 10, donde 0 corresponde a muestra completamente opaca, sin brillo y con manchas blancas en la superficie; valores entre 1 y 2 reflejan brillo escaso con manchas predominantes; de 3 a 5, brillo parcial con pocas manchas; entre 6 y 8, brillo pronunciado y uniforme, aunque con posibles variaciones de intensidad, además color homogéneo y sin manchas; puntajes de 9 a 10, brillo intenso y uniforme en toda la superficie junto con un color totalmente homogéneo (NTP 107.31:2021).

Olor

En la **Tabla 9**, se muestra los resultados de la comparación de medias del análisis sensorial del atributo olor de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis.

Tabla 9. Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis para el atributo olor.

Trat.	Medias	Rango				
3	6,44	101,58	A			
6	6,56	105,02	A			
1	6,60	107,30	A			
9	6,84	130,18	A	B		
4	6,88	130,46	A	B		
12	6,96	136,62	A	B		
10	7,04	145,18	A	B	C	
7	7,04	146,78	A	B	C	
2	7,40	175,90		B	C	D
5	7,68	191,62			C	D
8	7,96	214,82				D
11	8,04	220,54				D

La evaluación sensorial del atributo olor en almendras tostadas de sachá inchi con cobertura de chocolate mediante la prueba de Kruskal-Wallis reveló diferencias estadísticamente significativas entre los 12 tratamientos. Los tratamientos 3, 6 y 1 mostraron las menores puntuaciones (grupo A), lo que indica menor aceptación olfativa. Por el contrario, los tratamientos 8 y 11 obtuvieron las puntuaciones más altas (grupo D), destacando por su mayor aceptación en olor. La tendencia general muestra que algunos tratamientos presentan mejoras perceptibles en olor, por lo que se recomienda priorizar formulaciones similares a los tratamientos 8 y 11 para optimizar este atributo sensorial.

De acuerdo con la NTP 107.31:2021, la evaluación se realiza mediante una escala de 0 a 10. En esta, el valor 0 corresponde a ausencia del atributo; 1 indica un matiz apenas perceptible que puede no ser detectado en una segunda evaluación; 2 refleja una percepción débil de baja intensidad; de 3 a 5 representa una presencia básica sin rasgos distintivos; entre 6 y 8 señala una presencia clara con notas identificables, aunque con limitada complejidad; y el nivel máximo describe una percepción penetrante con características distintivas y complejas claramente reconocibles.

Castillo (2015) en su investigación sobre el contenido de polifenoles totales, capacidad antioxidante y evaluación sensorial de chocolates bitter elaborados con piel de camu camu, piel de uva morada y cascarilla de cacao, determinó que los chocolates sin adición de piel ni cascarilla, así como aquellos formulados con 0,5 % y 1 % de piel de uva morada, presentaron los atributos más favorables, destacando especialmente el aroma y el sabor a chocolate de mayor intensidad.

Textura/fluidez

En la **Tabla 10**, se muestra los resultados de la comparación de medias del análisis sensorial del atributo textura/fluidez de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis.

La evaluación sensorial del atributo textura/fluidez indica que existe diferencia altamente significativamente entre los tratamientos con un valor -P de = 0,0002 de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis. El tratamiento 1, fue el más valorado (media = 5,24, grupo D), mientras que los tratamientos 3 y 6 obtuvieron las puntuaciones más bajas (medias = 3,96 y 4,08, grupo A). Estos resultados sugieren que todos los tratamientos a excepción del 1 “se derrite sin problemas o tiene una textura fina”.

De acuerdo a la NTP 107.31:2021, se evalúa con una escala del 0 a 10, en la que 0 No se derrite, 1 Se derrite con presencia de demora o presenta textura granulosa, 2 Se derrite lento, 3 a 5 Se derrite sin problema, 6 a 8 Se derrite rápido o tiene una textura cremosa, 9 a 10 Máximo, se derrite de inmediato y tiene una textura totalmente fluida.

Tabla 10. Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis para el atributo textura/fluidez

Trat.	Medias	Rango			
3	3,96	107,72	A		
6	4,08	109,74	A		
11	4,24	128,06	A	B	
9	4,28	129,10	A	B	
12	4,40	138,56	A	B	C
2	4,48	144,98	A	B	C
5	4,60	150,74	A	B	C
8	4,72	162,62		B	C D
7	4,84	169,58		B	C D
4	4,96	178,78			C D
10	5,00	182,20			C D
1	5,24	203,92			D

Jorge et al. (2021) refieren que para los chocolates amargos las diferencias se presentan en los atributos suavidad y cremosidad, es decir aquellos atributos que están relacionados con la percepción del tamaño de partículas de la pasta. Camelo-Silva et al (2024), refiere que una de las propiedades más importantes del chocolate es la textura, especialmente la dureza, que afecta la calidad y la percepción del consumidor.

Sabor

De acuerdo con Stark y Hoffman (2006) citado por Moreno (2009), el sabor distintivo del chocolate se atribuye a alcaloides como la teobromina y la fenetilamina, los cuales actúan en sinergia con ácidos orgánicos, entre ellos el aspártico y el glutámico, presentes en su matriz. Al combinarse con otros ingredientes de sabor intenso, este efecto puede generar tanto un realce de los compuestos volátiles característicos del chocolate como una disminución de los mismos. En el **Anexo 2**, se presenta los resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor con notas a cacao, frutal, nuez y dulzor.

Cacao

La nota a cacao es típico de granos de cacao tostados que fueron bien fermentados, secados y están libres de defectos (NTP 107.311:2021). En la **Tabla 11**, se presenta los resultados de la comparación de medias del análisis sensorial del atributo sabor con nota cacao de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis, en la que existe diferencia

significativamente con un valor-P de $= <0,0001$, el tratamiento 5 destaca con mayor sabor a cacao respecto a los demás tratamientos.

Tabla 11. Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis para el atributo sabor nota cacao

Trat.	Medias	Rango				
12	6,92	107,12	A			
3	6,96	116,16	A	B		
1	7,04	118,70	A	B		
9	7,24	136,96	A	B		
6	7,28	141,80	A	B		
2	7,28	142,94	A	B		
10	7,36	148,54	A	B		
7	7,36	148,54	A	B		
8	7,52	162,18		B	C	
4	7,52	163,26		B	C	D
11	8,08	208,82			C	D
5	8,08	210,98				D

La evaluación sensorial del atributo "sabor con nota a cacao" en almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate mostró diferencias significativas entre los 12 tratamientos según la prueba de Kruskal-Wallis. El tratamiento 5 obtuvo la mejor calificación (media = 8.08, grupo D), destacando por su sabor intenso y agradable a cacao, seguido por el tratamiento 11 con puntuación equivalente. En contraste, el tratamiento 12 fue el menos valorado (media = 6.92, grupo A). La mayoría de tratamientos se concentraron en un rango medio (grupos A B), sin diferencias significativas entre ellos. Se concluye que los tratamientos 5 y 11 son los más efectivos en resaltar el sabor a cacao y podrían considerarse los más prometedores desde el punto de vista sensorial.

Respecto al sabor chocolate/cacao, Aprotosoia et al. (2016), reportó en su estudio que la muestra con menor puntaje fueron los chocolates con nibs CBP, CCN51 y CCC no fermentado, esto puede deberse a que los granos de cacao sin fermentar tienen un color gris oscuro y son más astringente y amargos y desarrollan poco sabor y aroma a chocolate.

Solórzano et al. (2015) refiere que existe evidencia sobre el efecto que ejerce la fermentación insuficiente de los granos sobre la expresión del sabor del cacao y demás rasgos sensoriales. Asimismo, Oberrauter et al. (2018), indican que el perfil sensorial temporal de los chocolates comerciales oscuros de origen y sin origen difiere sustancialmente, no sólo en función del contenido de cacao (%), sino también de la variedad del grano de cacao y la región de origen del grano.

Frutal

Es el aroma de frutas, incluidas frutas frescas y frutas secas (NTP 107.311:2021). En la **Tabla 12**, se presenta los resultados de la comparación de medias del análisis sensorial del atributo sabor con nota frutal de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis, el tratamiento 11 destaca en el sabor frutal respecto a los demás tratamientos.

Tabla 12. Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis para el atributo sabor nota frutal

Trat.	Medias	Rango					
3	2,80	91,08	A				
9	3,12	122,68	A	B			
6	3,12	125,08	A	B			
7	3,16	125,76	A	B			
4	3,20	130,52	A	B	C		
12	3,28	139,24		B	C	D	
1	3,32	144,80		B	C	D	
10	3,48	162,48		B	C	D	
2	3,68	178,44			C	D	E
5	3,68	180,36				D	E
8	3,72	183,76				D	E
11	4,16	221,80					E

La evaluación del atributo "sabor con nota a frutal" en almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate evidenció diferencias significativas entre los 12 tratamientos, según la prueba de Kruskal-Wallis. El tratamiento 11 fue el mejor valorado (media = 4,16, grupo E), indicando una percepción más agradable y evidente de sabor frutal. En cambio, el tratamiento 3 obtuvo la menor calificación (media = 2,80, grupo A), lo que sugiere una débil presencia de nota frutal. La mayoría de los tratamientos se agruparon en niveles

intermedios, con diferencias estadísticas leves, lo que indica que el sabor frutal estuvo poco desarrollado o fue poco percibido en general.

En relación con el sabor frutal, Machado et al. (2018) señalan que este atributo se percibe con mayor intensidad en el chocolate elaborado con nibs CBP fermentados, donde los compuestos predominantes son el ácido acético, la tetrametilpirazina y el 2,3-butanodiol. De manera complementaria, Michel (2019) destaca que el cacao fino de aroma, a diferencia del cacao ordinario, se caracteriza por ofrecer una amplia diversidad de sabores y un perfil aromático más complejo, con notas florales, frutales, a nueces y almendras.

Hurtado (2023) desarrolló chocolates al 75% empleando granos de cacao tostados bajo condiciones óptimas en estufa y en tambor rotatorio, los cuales alcanzaron una aceptabilidad sensorial general de 78,6 % y 75 %, respectivamente, con niveles de preferencia de 48,39 % y 51,61 %. El análisis CATA identificó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ambos chocolates en los atributos de sabor cacao/chocolate, amargor, dulzor y notas frutales.

Nuez

El sabor que presenta es de aroma a nueces (NTP 107.311:2021). En la **Tabla 13**, se presenta los resultados de la comparación de medias del análisis sensorial del atributo sabor con nota a nuez de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis, el tratamiento 5 presenta mayor sabor a nuez en comparación a los demás tratamientos.

Tabla 13. Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis para el atributo sabor nota nuez

Trat.	Medias	Rango						
12	1,88	103,48	A					
10	1,88	104,78	A					
9	2,00	115,72	A	B				
7	2,12	129,22	A	B	C			
6	2,12	130,54	A	B	C			
4	2,20	137,80	A	B	C	D		
3	2,36	153,70		B	C	D	E	
1	2,56	177,08			C	D	E	F
8	2,56	177,08			C	D	E	F
11	2,56	179,70				D	E	F
2	2,72	192,98					E	F
5	2,84	203,92						F

La evaluación sensorial del atributo “sabor con nota a nuez” en almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate tiene diferencias significativas entre los 12 tratamientos, según la prueba de Kruskal-Wallis. Los tratamientos 12 y 10 (media = 1,88, grupo A) fueron los menos valorados, mientras que el tratamiento 5 (media = 2,84, grupo F) fue el mejor calificado, mostrando una percepción más notable de sabor a nuez. A pesar de las diferencias estadísticas, la mayoría de los tratamientos presentaron puntajes bajos, lo que indica que el sabor a nuez fue poco perceptible en general.

Pallares-Pallares et al. (2016) señalan que durante la fermentación del cacao se generan compuestos deseables que contribuyen con notas sensoriales como caramelo, dulzor, nuez, miel, frutales y florales. De manera complementaria, Vera (2019) aplicó una prueba descriptiva para evaluar atributos como aroma a cacao, floral, frutal y a nuez, así como dulzor, textura, astringencia y sabores característicos (coco, carambola, cacao y nuez) en chocolates negros con frutas deshidratadas, utilizando un panel de 20 jueces semi entrenados.

Ramos et al. (2013) señalan que los evaluadores identificaron descriptores característicos del cacao venezolano, lo que permitió establecer una rueda de olores y sabores por perfiles. Entre los atributos sensoriales más representativos se encuentran notas a nuez, granos verdes, almendra, licor, madera, vitaminas, yogurt, hierba fresca, caramelo, jugo de caña, panela, malta, flores de naranja, canela y chocolate. Esta diversidad aromática se asocia directamente con la variabilidad genética propia de los cacaos cultivados en Venezuela.

Dulzor

Es aquel sabor básico que proceden de soluciones acuosas diluidas de sustancias naturales o sintéticas (NTP 107.311:2021). En la **Tabla 14**, se presenta los resultados de la comparación de medias del análisis sensorial del atributo sabor con nota a dulzor de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis, también se observa que el tratamiento 8 presenta mayor sabor a dulzor en comparación a los demás tratamientos en estudio.

En la evaluación sensorial del atributo “sabor con nota a dulzor” en las almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los 12 tratamientos. El tratamiento 7 (media = 6,44) presentó la menor puntuación en dulzor, diferenciándose significativamente de los tratamientos 11 y 8 (medias = 7,16 y 7,20), que fueron los mejor valorados en este atributo. Sin embargo, la mayoría de tratamientos se agruparon en las letras B y C, lo que indica que la percepción de dulzor fue en general aceptada positivamente.

Tabla 14. Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis para el atributo sabor nota dulzor

Trat.	Medias	Rango			
7	6,44	101,24	A		
4	6,68	125,48	A	B	
10	6,76	137,56	A	B	C
1	6,80	138,60	A	B	C
3	6,92	144,48	A	B	C
6	6,92	151,12		B	C
9	6,96	153,96		B	C
12	7,00	159,18		B	C
2	7,16	169,52		B	C
5	7,12	170,52		B	C
11	7,16	175,74			C
8	7,20	178,60			C

Nuriza et al. (2025) refiere que un mayor contenido de cacao se asoció con mayor amargor, astringencia y una gama más amplia de sabores únicos (afrutado, a frutos secos, floral, especiado, amaderado), mientras que un menor contenido de cacao resultó en perfiles más dulces, con énfasis en la leche y notas de vainilla. Por otro lado, De Souza et al. (2024) expresa que los análisis CATA y a escala ideal indicaron que atributos como "sabor a chocolate", "sabor dulce", "sabor agradable" y "aroma agradable" variaban según la cosecha, la variedad y el contenido de pulpa, al evaluar las características sensoriales del chocolate a partir de cacao fermentado con diferentes contenidos de pulpa.

Hurtado (2023) reporta que, en chocolates elaborados con cacao tostado en estufa, los atributos más citados por los panelistas fueron olor a cacao/chocolate (69), sabor a cacao/chocolate (51), sabor amargo (51), sabor ácido (22), sabor a fruta seca (18), sabor a quemado (17) y sabor dulce (13). En el caso de los chocolates preparados con cacao tostado en tambor rotatorio, los atributos más frecuentemente seleccionados incluyeron olor a cacao/chocolate (68), sabor a cacao/chocolate (36), amargor (35), acidez (25), dulzor (25), sabor frutal (21) y sabor a fruta seca (15).

Color

Según la NTP 107.311:2021, para realizar la medición del color con parámetros sensoriales cuantificables existen diferentes herramientas visuales (con el ojo

humano), la visión digital y las cartas de color, entre otras. En la investigación, se utilizó la carta de color para chocolate en el sistema PANTONE: CHOCTONE 469C para la evaluación del color de las almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate, en la que se encontró que no existe diferencia estadística significativa ya que todos los tratamientos son iguales.



Figura 3. Carta de color para chocolate en el sistema PANTONE®

Díaz et al. (2025) refieren que los chocolates con mora y una concentración de edulcorante de stevia del 0,2 % obtuvieron las puntuaciones más altas en color ($7,46 \pm 0,20$), mientras que los de arándano y una concentración de edulcorante de stevia del 0,4 % obtuvieron las puntuaciones más altas en textura y sabor ($7,66 \pm 0,90$).

Luego de realizada la evaluación sensorial de los 12 tratamientos de almendras de sachá inchi tostadas recubiertas con cobertura de chocolate para identificar la mejor formulación, realizado el Análisis de Varianza ANOVA y prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, se determinó que el tratamiento 11 (resultó con mayor valoración en el atributo apariencia y sabor con nota frutal, asimismo el tratamiento 8 y 11 destacan en olor y sabor con cota a dulzor).

4.3. Características fisicoquímicas de las almendras de sachá inchi tostadas recubiertas con cobertura de chocolate

La **Tabla 15** muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos de la mejor formulación F11 (almendras tostadas a 150°C por 10 min y recubiertas con F2 = 40% pasta de cacao + 20% manteca de cacao + 40% panela)

Tabla 15. Características fisicoquímicas de almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate de la mejor formulación (F11)

Análisis	Resultado
Humedad (%)	5,93
Ceniza (%)	5,15
Grasa (%)	17,89
Proteína (%)	56,61
Fibra (%)	4,10
Carbohidratos (%)	10,32
Índice de peróxido (meq/Kg. de grasa presente en el producto)	0,75
Tamaño de partícula (µm)	22

Según Bueno-Borges (2018) las semillas de sachá inchi presentan un contenido de grasa entre 33,4 % y 54,7 %, proteínas entre 24,2 % y 33,3 %, carbohidratos entre 6,59 % y 30,9 %, fibra entre 6,61 % y 11,3 % y cenizas entre 2,70 % y 6,46 % (base seca). Cai (2011) indica que estas semillas contienen entre 35 % y 60 % de lípidos, incluyendo ácidos grasos ω -3, ω -6 y ω -9; 25 % a 30 % de proteínas con AA esenciales (cisteína, tirosina, treonina y triptófano); además de vitamina E, polifenoles, minerales y otros compuestos bioactivos. Maza y Carhuamanta (2019) obtuvieron valores de: humedad $14,56 \pm 0,742$ %, proteína $23,13 \pm 0,859$ %, grasa $16,26 \pm 0,478$ %, cenizas $2,47 \pm 0,214$ %, carbohidratos $43,58 \pm 1,257$ %, hierro $8,72 \pm 0,346$ mg en el análisis químico proximal del sachá inchi recubierto con chocolate natural.

El índice de peróxido cuantifica los miliequivalentes de oxígeno presentes como hidroperóxidos por kilogramo de aceite (Shahidi, 2005). En el análisis de las almendras de sachá inchi recubiertas con chocolate correspondientes al tratamiento óptimo (F11), se registró un valor de 0,75 meq O₂/kg de grasa, inferior al reportado por Guerrón et al. (2022), quienes indicaron que el aceite de almendras de sachá inchi, evaluado durante un período de almacenamiento de 2 a 6 meses, presentó un índice de peróxido de 4,56 meq O₂/kg.

Huaman-Rojas et al. (2024) indican que la distribución del tamaño de partícula impacta significativamente la estructura del chocolate. El tamaño de partícula influye en parámetros clave como el límite elástico, la viscosidad plástica y la dureza. Diaz et al. (2025) señalan que el tamaño de partícula depende del tipo de bayas y la cantidad de edulcorante utilizado en la formulación, encontró diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0,05$), cuyos valores estuvieron entre $60,0 \pm 2,0 \mu\text{m}$ a $74,33 \pm 3,05 \mu\text{m}$ en comparación con el control que tuvo un tamaño de partícula de $53,66 \mu\text{m}$

4.4 Características sensoriales y fisicoquímicas del mejor tratamiento almacenado por dos meses

4.4.1. Características sensoriales

En la **Tabla 16** se presenta los resultados de la evaluación sensorial de las almendras de sachá inchi tostadas recubiertas con cobertura de chocolate, los cuales se almacenaron del 11.02.2025 al 11.04.2025. Para el proceso de evaluación sensorial se utilizó el instrumento “ficha de evaluación sensorial para cobertura de chocolate” (ver en anexo 30 y 31) y las muestras (además de agua mineral), las cuales se les proporcionó a los 25 evaluadores. Los atributos evaluados fueron apariencia, olor, textura/fluidez y sabor (cacao, frutal, nuez y dulzor).

Tabla 16. Resultados de la evaluación de los atributos apariencia, olor, textura/fluidez y sabor por evaluadores tras dos meses de almacenamiento.

E	T	Apariencia	Olor	Textura/Fluidez	Sabor			
					C	F	N	D
E1		8	6	5	5	2	3	6
E2		6	8	6	7	3	2	6
E3		5	6	5	6	3	2	7
E4		7	6	5	6	1	2	6
E5		6	7	4	5	3	2	6
E6	T11	6	9	4	6	3	3	7
E7		8	8	4	7	3	2	7
E8		6	7	5	8	2	3	7
E9		7	6	6	7	3	3	7
E10		7	7	5	6	4	1	6
E11		6	7	5	7	3	2	7

E12	8	7	6	8	3	2	8
E13	7	6	5	7	4	3	7
E14	7	7	5	7	3	2	6
E15	6	6	5	7	4	2	6
E16	7	7	6	8	4	3	7
E17	6	6	6	7	3	2	6
E18	8	7	5	7	3	3	6
E19	6	7	5	7	4	2	6
E20	7	7	6	8	3	3	7
E21	8	8	5	6	2	2	7
E22	7	6	5	7	4	2	7
E23	7	6	6	8	3	3	6
E24	7	7	5	8	4	3	6
E25	6	6	6	6	4	3	7

Donde: E= evaluador, T=tratamiento, C=cacao, F=frutal, N=nuez y D=dulzor

4.4.2. Características fisicoquímicas

En la **Tabla 17** se presenta los resultados obtenidos en porcentaje tras haber realizado el análisis fisicoquímico al producto, dichos resultados en comparación con Maza y Carhuamanta (2019), contiene un menor porcentaje de humedad con una diferencia de 8,56 %, mayor contenido de cenizas (2,63 %), mayor contenido proteico (33,5 %), mayor contenido de grasa (1,64 %) y menor contenido de carbohidratos (33,36 %).

Tabla 17. Características fisicoquímicas de almendras de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate después de 2 meses de almacenamiento.

Análisis	Resultado
Humedad (%)	6,03
Ceniza (%)	5,10
Grasa (%)	17,90
Proteína (%)	56,63
Fibra (%)	4,12
Carbohidratos (%)	10,22
Índice de peróxido (meq/Kg. de grasa presente en el producto)	1,49

En la **Tabla 18**, se aprecia la comparación de los resultados fisicoquímicos después de la obtención del producto y luego de un periodo de dos meses de almacenamiento en envases doypack bilaminadas blancas con ventana a temperatura ambiente de 24 a 26 °C, en las instalaciones del Laboratorio de Bromatología y Control de Calidad de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias Tropical de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

El almacenamiento por dos meses, trajo consigo ligeras variaciones en el contenido de nutrientes, para la humedad de las almendras de sachá inchi tostada recubierta con cobertura de chocolate se incrementó en un 0,1 %, en el caso del contenido de ceniza tuvo una disminución del 0,05 %, la grasa se incrementó en un 0,01 %, el contenido de proteínas se incrementó en un 0,02 %, de igual manera la fibra se incrementó en un 0,02 %, el contenido de carbohidratos disminuyó en un 0,1%.

Por otra parte, el índice de peróxido presentó un incremento de 0,74 meq/kg de grasa en el producto. Adrianzén et al. (2011) indican que el incremento en la temperatura y en el tiempo de tratamiento térmico aplicado a las almendras trituradas de sachá inchi provoca una reducción en los valores de humedad, índice de yodo, densidad relativa, compuestos volátiles e índice de refracción, mientras que el índice de peróxido y acidez libre tienden a aumentar.

Tabla 18. Características fisicoquímicas de las almendras tostadas de sachá inchi recubiertas con cobertura de chocolate antes y después de 2 meses de almacenamiento.

Análisis	Antes del almacenamiento	Después de 2 meses de almacenamiento
Humedad (%)	5,93	6,03
Ceniza (%)	5,15	5,10
Grasa (%)	17,89	17,90
Proteína (%)	56,61	56,63
Fibra (%)	4,10	4,12
Carbohidratos (%)	10,32	10,22
Índice de peróxido (meq/Kg. de grasa presente en el producto)	0,75	1,49

En la Figura 4 se presente un gráfico de comparación de resultados del análisis fisicoquímico del producto F11 (almendras tostadas a 150°C por 10 min y recubiertas con 40% pasta de cacao + 20% manteca de cacao + 40% panela) antes y después del almacenamiento por dos meses.

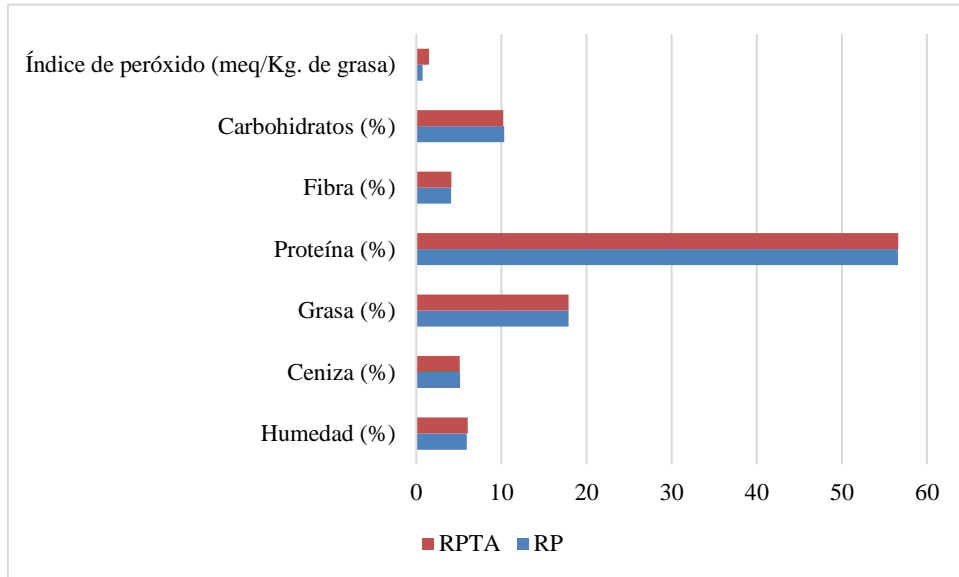


Figura 4. Gráfico de comparación de resultados del análisis fisicoquímico del producto y producto almacenado por dos meses. RP = Resultado del producto, RPTA = Resultado del producto tras almacenamiento.

V. CONCLUSIONES

- Las características físicas promedio de las 20 muestras de semillas y almendras de sachá inchi presentan: peso semilla 1,182 g, peso de almendra 0,783 g, diámetro de la almendra 11,905 mm y espesor de almendra 3,525 mm. Las características químico proximal de las almendras de sachá inchi resultaron humedad 9,89 %, ceniza 9,28 %, grasa 48,11 %, proteína 14,58 %, fibra 9,29 % y carbohidratos 8,85 %.
- La evaluación sensorial de los 12 tratamientos de almendras de sachá inchi tostadas a 135 °C y 150 °C por 5 min y 10 min, recubiertas con cobertura de chocolate determinó que el tratamiento T11 tuvo mejor percepción apariencia, T8 y T11 mayor aceptación en olor, todos los tratamientos a excepción de T1 tienen buena textura; respecto al sabor, los tratamientos T5 y T11 presentan sabor intenso y agradable a cacao, T11 presenta sabor acentuado frutal, T5 mayor sabor a nuez, los tratamientos T11 y T8 fueron mejor valorados en la percepción del dulzor.
- El análisis fisicoquímico del mejor tratamiento aceptado sensorialmente T11 (almendras tostadas a 150°C por 10 min y recubiertas con 40% pasta de cacao + 20% manteca de cacao + 40% panela) presenta: 5,93 % de humedad, 5,15% de ceniza, 17,89 % grasa, 56,61 % de proteína, 4,10 % de fibra, 0,75 meq/kg de grasa de índice de peróxido y 22 µm de tamaño de partícula del chocolate.
- Después de dos meses de almacenamiento a temperatura ambiente, las características sensoriales de T11 se mantuvieron aceptables en apariencia, olor, textura/fluidez y sabor con nota a cacao, frutal, nuez y dulzor. Respecto al análisis fisicoquímico, se observó ligeras variaciones respecto a humedad se incrementó en 0,1 %, ceniza en 0,05 %, grasa en 0,01 %, proteína en 0,02 %, fibra en 0,02 %, carbohidratos disminuyó en 0,1 %, índice de peróxido aumentó en 0,74 meq/kg. de grasa presente.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Realizar estudios de perfiles de ácidos grasos de almendras tostadas de sachá inchi de acuerdo a los ecotipos.
- Estudiar parámetros de temperatura y tiempo óptimo de tostado para la elaboración de almendras de sachá inchi recubiertas con diversos tipos de chocolates.
- Utilizar diversos tipos de edulcorantes en la elaboración de coberturas de chocolate y evaluar su aceptabilidad.
- Medir el color de las almendras tostadas y la cobertura de chocolate de manera instrumental.
- Determinar la vida útil de las almendras de sachá inchi tostadas recubiertas con cobertura de chocolate mediante pruebas aceleradas.

VII. REFERENCIAS

- Adrianzén, N.; Rojas, C. y Linares, G. (2011). Efecto de la temperatura y tiempo de tratamiento térmico de las almendras trituradas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) sobre el rendimiento y las características físico-químicas del aceite obtenido por prensado mecánico en frío. *Agroindustrial Science* 1(2), 46-55
<https://doi.org/10.17268/agroind.science.2011.02.01>
- Adriazola, J. (2003). *Producción del Alimento de los Dioses Theobroma cacao* L. Monografía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú.
- Afoakwa, E. (2016). *Chocolate Science and Technology* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
<https://www.wiley.com/en-us/Chocolate%2BScience%2Band%2BTechnology%2C%2B2nd%2BEdition-p-9781118913789>
- AOAC. Manual official methods of analysis of the association of official analytical chemists. (1998). Vol. 2, Arlington.
- Aprotosoai, A., Luca, S. & Miron, A. (2016). Flavor chemistry of cocoa and cocoa Products- An overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 15: 73-91.
- Arana, L y Paredes, D. (2008). *Estabilidad oxidativa y capacidad antioxidante del aceite de sachá inchi (Plukenetia volubilis L.) extraído de semillas tostadas a diferentes condiciones*. [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio institucional
<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c421adf6-0e4d-43dd-bc25-fd1816d716c9/content>
- Arca, M. (2000). *El Cultivo del Cacao en la Amazonía Peruana*. Ministerio de Agricultura, Lima – Perú.
- Bardales, J., Merino C., Cabanillas, B., Rodríguez del-Castillo, A., Vargas-Arana, G. (2019). Composición nutricional y capacidad antioxidante de tres especies de sachá inchi
<https://doi.org/10.24841/fa.v28i1.480>
- Bartley, B. (2005). *The genetic diversity of cacao and its utilization*. CABI International, Wallingford. Oxford shire, CABI Publishing Tropical Plant Biol.
- Beckett, S. (2008). *La ciencia del chocolate*. Zaragoza: Acribia.
- Beckett, S. (2018). *The Science of Chocolate* (3rd ed.). Royal Society of Chemistry.
<https://doi.org/10.1039/9781839168437>

- Bett, K. & Bobylston, T. (1992). *Effect of storage on roasted peanut quality*, *Lipid Oxidation in Foods*. American Chemical Society, USA, 322-343.
- Bocanegra, N. y Galeano, P. (2023). Composición química, perfil de ácidos grasos y optimización del proceso de tostado de semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mediante la metodología de superficie de respuesta: evaluación de la estabilidad oxidativa y la actividad antioxidante. *Alimentos*, 12(18), 3405.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37761114/>
- Bueno-Borges, L., Sartim, M., Carreño, C., Vilela, S., Viegas, P. & Bismara, M. (2018). Sacha inchi seeds from sub-tropical cultivation: effects of roasting on antinutrients, antioxidant capacity and oxidative stability. *J Food Sci Technol*, 55(10), 4159-4166.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30228414/>
- Burcham, P. & Kuhan, T. (1996). *Introducción de grupos carbonilo en proteínas por el producto de la peroxidación lipídica, malonaldehído*. Biochemical and Biophysical Communications. Edition N° 220.
- Bussmann, R. W., Paniagua-Zambrana, N. P. & Téllez, C. (2013). *Plukenetia carolis-vegae* (Euphorbiaceae) – A New Useful Species from Northern Peru. *Economic Botany*, 67: 387-392. <https://doi.org/10.1007/s12231-013-9247-2>
- Bustamante, J. (2025). *Evaluación del porcentaje de licor y manteca de cacao en la calidad físicoquímica y sensorial de cobertura de chocolate, Satipo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
- Cai, Z. (2011). Shade delayed flowering and decreased photosynthesis, growth, and yield of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) plants. *Ind. Crop. Prod.* 34, 1235–1237.
- Camelo-Silva, C., Mota e Souza, B., Vicente, R., Arend, G., Sanches, M., Barreto, P., Ambrosi, A., Verruck, S. & Di Luccio, M. (2024). Polyfunctional sugar-free white chocolate fortified with lacticaseibacillus rhamnosus GG co-encapsulated with beet residue extract (*Beta vulgaris* L.). *Food Research International*, 179 (2024) 114016, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114016>
- Carpenter, R. P., Lyon, D.H., Hasdell, T.A. (2002). *Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos*. Acribia.
- Castillo, K. (2015). *Contenido de polifenoles totales, capacidad antioxidante y evaluación sensorial de chocolate Bitter con piel de camu camu, piel de uva morada y cascarilla de cacao*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]
<https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/968b9d83-e6dd-4734-bb46-2b9e8bab42df/content>

- Centro de Investigación, Educación y Desarrollo (2008). *Protocolo del Cultivo de Sacha inchi (Plukenetia volubilis L.)*. Informe Final de Resultados Técnicos.
- Cheesman, E. (1944). Notes on the nomenclature, classification and posible relationships of cocoa populations. *Trop. Agric.* 21: 144-159
- Condoy, A., & Espín, A. (2021). *Diseño de un modelo de costo de producción para la elaboración de chocolate artesanal de la microempresa La Montañita del Cantón Pangua provincia de Cotopaxi*. Universidad Técnica de Cotopaxi, 1–125. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7291/1/UTC-PIM-000298.pdf>
- Del-Castillo, A. M. R., Gonzalez-Aspajo, G., De Fatima Sanchez-Marquez, M. & Kodahl, N. (2019). Ethnobotanical knowledge in the Peruvian amazon of the neglected and underutilized crop sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*). *Econ. Bot.* 73, 281–287.
- De Souza, P., Ulhano, A., Duarte, A., Oliveira, M. & Efraim, P. (2024). Influence of variety and harvest on the sensory characteristics of chocolate made from cocoa fermented with different pulp contents. *LWT*. Volume 210, 116768 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116768>
- Dias, L. (2001). *Genetic Improvement of Cacao. Traducción del libro Melhoramento Genético do Cacaueiro*. Food and Agriculture Organization (FAO)
- Diaz, K., Quispe-Sánchez, L., Balcazar-Zumaeta, C., Oblitas, R., Mori, R., Mori, S., Chuquizuta, T., Oliva, M. & Chavez, S. (2025). Rheological, bioactive and sensory properties of dark chocolates elaborated with stevia sweetener and freeze-dried berries. *Applied Food Research*. Volume 5(1), 100870. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100870>
- Di Mattia, C. D., Sacchetti, G., Mastrocola, D., & Serafini, M. (2017). From cocoa to chocolate: The impact of processing on in vitro antioxidant activity and the effects of chocolate on antioxidant markers in vivo. *Frontiers in Immunology*, 1–7. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.01207>
- Duque, M. (2022). *Prototipo de un grajeo a partir de semillas girasol (Helianthus Annuus) recubierto con chocolate para la empresa prodelagro S.A.S*. Universidad de Pamplona. Repositorio Institucional Universidad de Pamplona: <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/4862>
- Fiestas, K., Santos, I., Banda, S., Valdiviezo, W. y Arellano, K. (2015). Diseño de una línea de producción de panela granulada. Universidad de Piura. Repositorio Institucional PIRHUA:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2344/4._PYT_Informe_Final_Panela.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2003). Cocoa Beans: Post-harvest operations. FAO. <http://www.fao.org/3/y5136e/y5136e00.htm>
- Guapi, G., Herrera, J., Novoa, N., & Guerron, V. (2022). Evaluación sensorial de bombones de chocolate rellenos con reducciones de tamarindo (*Tamarindus indica*), grosella (*Phyllanthus acidus*) y limón sutil (*Citrus Aurantifolia*). *Centrosur Agraria*. <https://www.centrosuragraria.com/index.php/revista/article/view/176>
- Guerra, E. (2016). *Efecto del tostado por método convencional y tratamiento por microondas en color de granos de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) para la elaboración de crema de consumo humano*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/46df076d-b8fc-45d9-936a-11a12c07b466/content>
- Guerrón, V., Guapi, G. y Torres, E. (2022). Efecto del almacenamiento sobre el índice peróxido en aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* Linneo). *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4(4), 53–60. <https://www.editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/217>
- Hall, H.; Yuncong, L.; Comerford, N.; Arévalo, E.; Zuniga, L.; Baligar, V. & Popenoe, H. (2010). Cover crops alter phosphorus soil fractions and organic matter accumulation in a Peruvian cacao agroforestry system. *Agroforestry Systems* 80(3):447-455
- Hernández, J. (2008). *Desarrollo de un bocadillo a base de banano (Musa paradisiaca) y piña (Ananas comosus var. Azucarona) deshidratada cubierta con chocolate* (Doctoral dissertation, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano). <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/162>
- Huaman-Rojas, D., Maicelo-Quintana, J., Mori-Mestanza, D., Auquiñivin-Silva, E., Medina-Mendoza, M., Cayo-Colca, I., Maldonado-Ramirez, I., Castro-Alayo, E. & Balcázar-Zumaeta, C. (2024). Enriching white chocolates with native Amazonian blackberries improves its physicochemical properties. *Applied Food Research*, 4(1) 100433, <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100433>
- Hunter, R. (1990). *The status of Cacao (Theobroma cacao, Sterculiaceae) in the western hemisphere*. *Econ. Bot.* 44:425-439.

- Hurtado, Z. (2013). *Análisis composicional de la torta y aceite de semillas de Sacha inchi (Plukenetia volubilis) cultivada en Colombia*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia] Repositorio institucional
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21717>
- Hurtado, B. (2023). *Optimización del tostado de cacao (Theobroma cacao L.) en estufa y tambor para retención de polifenoles aplicando superficie de respuesta*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina] Repositorio institucional
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/aa153433-7898-4d04-b6c7-9281798a8753/content>
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (1993). *Manual del cultivo de cacao*. 2ª Ed. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Manual N° 25.
- Jorge, M., Calás, I., Rodríguez, I., García, Y., Beltrán, C., & Brito, Y. (2011). Incidencia de la tecnología WaFa (sistema completo) en las características sensoriales del chocolate. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 21(1), 45-49.
<https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/613>
- Keawkim, K. & Na, K. (2022). Metabolomics and flavoromics analysis of chemical constituent changes during roasting of germinated Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Food Chemistry*, X 15(2022) 100399
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590157522001973>
- Krysiak, W. (2011). Efectos del tostado por convección y microondas sobre las propiedades fisicoquímicas de los granos de cacao y la manteca de cacao extraídas de este material. *Grasas Aceites*, 62(4), 67–78. doi:10.3989/gya.114910
- López, D., & Oña, C. (2021). *Diseño y construcción de una máquina templadora de chocolate* [Escuela Politécnica Nacional].
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21943>
- Machado, C., Ordoñez E., Ángel, S., Guaca, C. & Suárez, S. (2018). Organoleptic quality assessment of *Theobroma cacao* L. in cocoa farms in northern Huila, Colombia. *Acta Agron.* 67(1): 46-52.
- Maza, A. y Carhuamanta, D. (2019). *Snack de semillas de sachá inchi (Plukenetia volubilis) recubiertas con chocolate natural como fuentes de ácidos grasos poliinsaturados para la prevención de la hipercolesterolemia*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión] Repositorio institucional:
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/5733>

- MacBride JF. (1951). *Flora of Peru*. Euphorbiaceae. Fiel Museum of Natural History, Botanical Series 13: 3-200.
- Medina-Mendoza, M.; Rodríguez-Pérez, R.; Rojas-Ocampo, E.; Torrejón-Valqui, L.; Fernández-Jerí, A., Idrogo-Vásquez, J.; Cayo-Colca, I. y Castro-Alayo, E. (2021). *Rheological, bioactive propertie and sensory preferences of dark chocolates with partial incorporation of Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.) oil*. *Heliyon* 7(2): e06154.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844021002590>
- Medina-Mendoza, M., Castro-Alayo, E., Balcazar-Zumaeta, C., Silva-Zuta, M., Maicelo-Quintana, J. & Cayo-Colca, I. (2023). Conching process time, sauco by-product concentration, and sacha inchi oil levels identification for the enrichment of dark chocolate. *Heliyon*, 9(2023), 1-12.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19886>
- Mesias, C. (2009). *Determinación de parámetros para el procesamiento de crema de Plukenetia volubilis L. (sacha inchi) para consumo humano*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/1938>
- Michel, S. (2019). *Investigación de los compuestos volátiles asociados al sabor del chocolate producido a partir del cacao “fino y de aroma” peruano*. [Tesis de pregrado, Pontifica Universidad Católica del Perú]
<https://tesis.pucp.edu.pe/items/a10221a0-2897-4755-be1c-240d24c2c262>
- Moreno, C. (2009). *Desarrollo y evaluación de un chocolate funcional incorporando dos tipos de extracto a dos concentraciones de dulcamara (Solanum dulcamara L.)*. [Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería de Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana]
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2b585ed9-86d0-4f86-972a-82358019d9f6/content>
- Morris, D. (1882). *Cocoa: how to grow and how to cure it*. Jamaica.
- Noriega, H. (2011). *Estudio de compatibilidad de cinco ecotipos promisorios de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) en la región San Martín-Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional
<http://hdl.handle.net/11458/585>

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2217:2012. (2012). *Productos de confitería. Caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turroneos. Requisitos*. (1ra ed.) <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2217-1.pdf>
- Norma Técnica Peruana-CODEX STAN 87:2017. Norma para el chocolate y los productos del chocolate, 2da ed. <https://www.gqspperu.org/taller-guias-tecnicas-ntp>
- Norma Técnica Peruana 107.311:2021 Chocolate. Lineamientos para la evaluación sensorial de chocolate.
- Núñez, X. (2009). *Tecnologías de aprovechamiento del sachá inchi (Plukenetia volubilis Linneo) tipo snack*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/1721/Tecnolog%C3%ADa%20de%20aprovechamiento%20del%20sach%C3%A1%20inchi%20%28Plukenetia%20volubilis%20Linneo%29%20tipo%20snack..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nuriza, D., Tunjung, B., Firmanto, H. & Schouteten, J. (2025). Comparison of flash profile (FP), projective mapping (PM) and CATA for the sensory profiling of chocolate with unique flavor characteristics. *Food Research International*. Volume 208, 116026 <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.116026>
- Oberrauter, L., Januszewska, R., Schlich, P. & Majchrzak, D. (2018). Sensory evaluation of dark origin and non-origin chocolates applying Temporal Dominance of Sensations (TDS). *Food Research International*, 111, 39-49 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996918303636#preview-section-snippets>
- Oliveras, J. (2007). *La elaboración de chocolate, una técnica dulce y ecológica*. Infocafes, 48. <http://infocafes.com/portal/wpcontent/uploads/2017/01/a37.pdf>
- Oliviero, T., Capuano, E., Cammerer, B. & Fogliano, V. (2009). Influence of roasting on the antioxidant activity and HMF formation of a cocoa bean model systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(1), 147-152.
- Palacio-Vásquez, E., Heverth Hurtado-Ibarbo, J., Arroyave-Roa, J. D., CardonaCaicedo, M., & Martínez-Girón, J. (2017). Edulcorantes naturales utilizados en la elaboración de chocolates. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 142–152. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(15\)142-152](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(15)142-152)

- Pallares-Pallares, A., Perea-Villamil, J. y López-Giraldo, L. (2016). Impacto de las condiciones de beneficio sobre los compuestos precursores de aroma en granos de cacao (*Theobroma cacao* L) del clon CCN-51. *Respuestas*, 21(1), 120-133.
<https://doi.org/10.22463/0122820x.726>
- Pascual, G. y Mejía, I. (2000). *Extracción y caracterización de aceite de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.)*.
http://www.agromaz.com.pe/documentos/extraccion_caracterizacion_aceite_sacha_inchi.pdf
- Pastuña-Pullutasig, A., López-Hernández, O., Debut, A., Vaca, A., Rodríguez-Leyes, E., Vicente, R., Gonzales, V., Gonzáles-Sanabria, M. y Tapia-Hernández, F. (2016). Microencapsulación de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mediante secado por aspersión. *Revista Colombia Ciencias Químico - Farmacéuticas*, 45(3), 422-437.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74182016000300005
- Perren, R. & Escher, F. (2007). Nut roasting technology and product quality. *Manufactury Confectionary*, 87(6), 65-75.
- Programa de Desarrollo Rural Sostenible (PDRS). (2010). *Análisis de la cadena de valor del sachá inchi de la región San Martín*.
<https://xdoc.mx/documents/la-cadena-de-valor-del-sacha-inchi-en-la-region-san-martin-5f4422b1abf81>
- Quiñones-Muñoz, T., Gallegos-Infante, J. A., Rocha-Guzmán, N. E., Ochoa-Martínez, L. A., Morales-Castro, J., González-Laredo, R. F., & Medina-Torres, L. (2011). Mixing and tempering effect on the rheological and particle size properties of dark chocolate coatings. *CyTA - Journal of Food*, 9(2), 109–113.
<https://doi.org/10.1080/19476337.2010.482748>
- Ramírez, B. (2018). *Desarrollo y evaluación de chocolate edulcorado con panela y relleno con nuez de nogal (Junglas neotropica)*. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio institucional
<http://repositorio.unrtm.edu.pe/handle/UNTRM/1355>
- Ramos, G., Gonzáles, N., Zambrano, A. y Gómez, A. (2013). Olores y sabores de cacao (Theobroma cacao check for this species in other resources L.) venezolanos obtenidos usando un panel de catación entrenado. *Revista Científica UDO Agrícola*, 13(1) 114-127. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6055502>

- Robalino, I., Velastegui, E. (2002). *Formación de Jueces Entrenados para el Análisis Sensorial en el Centro de Servicio al Consumidor Nabisco-Royal (Quito)*.
- Ruiz, C., Díaz, C., Anaya, J., & Rojas, R. (2013). Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(1), 29-36.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v79n1/a05v79n1.pdf>
- Sánchez, S. (2013). *Influencia de la temperatura y el tiempo de secado-tostado sobre la calidad fisicoquímica de las semillas de sachá inchi (Plukenetia volubilis L.)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann] Repositorio institucional:
<http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2949>
- Schuhmacher, K., Forsthofer, L., Rizzi, S., & Teubner, C. (2007). *El gran libro del chocolate*. Everest.
- Shahidi, F. (2005). *Quality assurance of fats and oils*. John Wiley & Sons, 6, 565 - 575
- Solórzano, E., Amores, F., Jiménez, J., Nicklin, C. y Barzola, S. (2015). Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado. *Ciencia y Tecnología* 8(1): 37-47.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5319282>
- Soria-Serrano, C. (2018). *Evaluación de temperatura y tiempo de tostado en la degradación de ácidos grasos poliinsaturados de la semilla de sachá inchi (Plukenetia volubilis L.)*.
<http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/660>
- Tellez, C. (2011). *Colecta, identificación, determinación taxonómica y análisis de la concentración de ácidos grasos de ecotipos de sachá inchi en la región Amazonas*.
<https://repositorio.promperu.gob.pe/server/api/core/bitstreams/d59626b9-0e8f-4caf-86cf-c955ff592e56/content>
- Toker, O., Palabiyik, I., & Konar, N. (2019). Chocolate quality and conching. *Trends in Food Science and Technology*, 91(2019), 446–453.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.047>
- Valles, S., Medina-Vivanco, M., & Obregón-Lujerío, A. (2017). Obtaining a Nutritious Beverage from the Seeds of Inca Peanut (*Plukenetia volubilis* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(3), 273-281.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2017000300003&lng=es&tlng=en.

- Vera, J. (2019). *Calidad sensorial de cuatro cruces experimentales de cacao (Theobroma cacao L.) adicionando niveles de pasta de frutas deshidratadas carambola (Averrhoa carambola) y coco (Cocos nucifera) para la obtención de chocolate negro*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3824>
- Vera, J., Zamora, G., Vallejo, C., Puente, V., Quintana, J. y Álvarez, L. (2021). Tiempo y temperatura para la torrefacción de la semilla de fruta de pan con chocolate de cobertura. *Centrosur Agraria*, 1(11).
<https://centrosuragraria.com/index.php/revista/article/view/127>
- Yung-Jia, C., Chien-Shan, C., Po-Hsien, L. & Wen-Chien, L. (2024). Evaluation of different roasting condition on yield, physico-chemical characteristics, and antioxidant activity of cold-pressed sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) oil. *Food Science and Technology*, 203(2024) 116343
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643824006224>
- Wang, S., Zhu, F. & Kakuda, Y. (2018). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Nutritional composition, biological activity, and uses. *Food Chemistry*, 265(1), 316-328.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.20>
- Zorrilla, D. (2015). *Influencia del tostado de la semilla de Plukenetia huayllabambana en el perfil de ácidos grasos y compuestos bioactivos*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
<https://core.ac.uk/download/pdf/482040834.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de la evaluación de atributos de apariencia, olor y textura/fluidez por panelistas.

T	A	EVALUADORES																									
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25	
T1	APARIENCIA	6	7	6	8	8	7	6	7	9	8	7	8	8	9	7	6	7	8	6	7	8	7	8	7	6	
T2		7	8	6	9	7	7	7	7	9	8	7	7	7	9	7	7	7	7	8	7	8	9	8	7	6	
T3		7	8	6	8	7	8	7	6	9	6	7	7	8	9	6	7	8	7	8	6	8	8	7	6	7	
T4		6	9	8	6	9	8	9	8	9	7	6	7	8	9	8	8	8	9	9	8	7	7	6	8	7	
T5		8	9	9	7	9	8	9	8	8	8	7	8	8	9	8	6	9	9	9	9	9	6	9	7	8	8
T6		7	9	8	6	9	9	8	7	8	8	7	8	6	7	7	7	9	8	8	8	8	7	7	9	7	
T7		7	8	7	6	8	8	6	7	7	7	8	6	7	6	8	8	8	8	8	7	7	7	8	8	7	6
T8		8	9	8	8	8	8	6	8	8	7	8	7	8	8	8	9	7	9	7	9	8	9	8	8	8	7
T9		6	9	8	8	7	8	6	8	8	6	7	7	8	8	6	8	8	8	7	7	9	8	9	8	7	6
T10		8	8	9	8	6	7	7	6	7	6	9	8	9	8	8	7	9	6	8	8	9	8	7	8	7	
T11		9	8	9	9	7	9	8	6	8	7	9	9	9	7	9	8	9	8	8	9	9	9	8	9	8	
T12		8	7	9	9	8	8	7	7	7	7	9	7	8	7	8	8	8	8	7	7	8	7	9	8	9	6
T1	OLOR	6	6	6	7	7	6	6	7	6	7	6	7	7	6	6	7	6	7	6	7	8	6	7	7	8	
T2		7	7	8	9	7	8	7	7	6	7	8	8	7	6	7	6	7	8	7	8	8	7	8	8	9	
T3		5	7	7	6	7	5	5	6	5	7	6	8	5	5	7	7	7	8	6	7	6	7	6	7	9	
T4		6	6	9	7	6	6	7	6	7	6	7	6	6	6	8	8	6	6	7	8	7	8	8	8	7	

T5	6	8	9	9	7	7	6	6	7	7	9	7	6	8	8	8	8	7	8	8	8	9	9	10	7
T6	7	6	6	8	6	6	6	5	8	6	6	6	7	6	7	7	6	6	8	7	7	7	6	8	6
T7	6	7	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	7	8	7	7	7	7	6	7	8	7	8
T8	6	7	8	6	7	8	8	6	8	8	9	9	9	7	9	9	9	8	8	9	7	9	9	8	8
T9	7	7	6	6	5	8	6	7	6	8	7	8	8	6	6	7	8	7	6	8	8	7	6	7	6
T10	6	6	6	7	7	6	8	8	8	7	6	6	9	7	7	7	8	7	7	7	7	6	7	8	8
T11	6	6	7	8	8	9	8	8	9	9	8	7	9	8	8	8	7	9	7	8	8	8	10	9	9
T12	7	7	5	6	7	8	7	6	6	6	8	7	9	7	5	7	9	6	6	6	9	7	8	6	9
T1	5	5	6	5	5	4	4	5	6	5	6	6	5	5	5	6	6	5	5	6	5	5	5	5	6
T2	4	5	5	5	5	3	3	5	6	6	5	4	6	2	6	5	5	3	6	5	4	4	3	3	4
T3	3	3	4	4	6	3	2	6	6	4	5	3	5	4	6	4	4	2	5	5	4	3	3	2	3
T4	5	5	6	5	5	4	5	5	4	5	4	5	6	6	5	4	6	5	4	4	5	6	5	5	5
T5	5	4	5	3	6	5	5	4	3	6	3	4	5	4	6	4	6	4	3	6	5	4	5	5	5
T6	4	4	5	4	6	3	3	4	3	6	4	4	4	3	4	3	5	4	2	5	6	5	3	4	4
T7	5	5	5	5	5	3	5	4	4	4	5	4	5	6	5	5	6	5	4	5	5	6	5	5	5
T8	5	6	4	3	4	4	5	5	2	3	5	5	5	6	5	6	4	6	4	4	5	4	6	6	6
T9	5	6	5	3	4	4	6	4	5	3	6	6	3	5	2	5	4	4	3	5	3	3	4	6	3
T10	5	5	5	4	4	4	5	4	4	5	6	4	5	6	5	6	5	5	6	6	5	5	5	6	5
T11	4	6	3	3	3	3	6	3	4	4	5	5	2	5	4	5	4	6	5	6	2	3	6	5	4
T12	4	5	4	5	5	5	6	5	3	4	6	4	4	4	2	6	2	6	6	3	4	4	6	4	3

Anexo 2. Resultados de la evaluación del atributo sabor por panelistas.

T	N	EVALUADORES																								
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25
T1	CACAO	7	7	6	7	6	6	8	7	6	7	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	6	8	7	7	6
T2		6	7	8	6	7	8	8	8	6	8	7	7	6	8	6	7	8	7	8	8	7	8	8	8	7
T3		5	6	7	8	6	7	9	8	5	8	6	8	8	7	6	7	7	7	7	7	7	7	8	7	6
T4		6	7	8	7	8	7	7	6	7	7	8	8	8	8	8	9	6	8	7	8	8	8	9	8	7
T5		6	8	9	8	9	8	8	6	6	8	9	7	9	9	8	9	7	9	8	9	8	9	9	8	8
T6		5	6	9	8	8	8	7	7	6	6	8	6	7	9	7	8	8	7	7	7	7	9	8	7	7
T7		8	8	7	6	8	7	6	7	7	6	7	8	8	9	8	7	9	8	6	7	6	8	7	8	8
T8		7	9	7	7	7	8	6	8	8	7	7	7	8	8	7	8	8	7	6	8	7	8	8	9	8
T9		8	7	7	6	6	7	7	8	9	6	8	6	8	7	6	8	7	8	6	7	8	8	7	9	7
T10		8	6	8	6	7	7	8	8	8	7	7	6	8	6	6	9	8	9	7	7	8	7	8	7	8
T11		8	7	9	7	8	7	9	9	9	8	8	7	9	7	8	9	9	9	6	8	7	9	8	8	9
T12		7	6	7	7	6	6	7	7	8	7	6	6	7	6	7	8	7	8	8	7	7	6	7	8	7
T1	FRUTAL	2	3	3	2	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4
T2		3	3	3	4	3	5	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	5	4	4	3	3	5	3
T3		2	2	4	3	2	3	2	4	2	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3
T4		3	3	4	3	4	4	3	4	2	3	3	3	3	3	4	2	3	3	4	4	3	3	3	3	3
T5		2	4	3	3	4	5	3	5	3	4	4	4	3	4	5	4	2	2	4	5	4	4	4	4	3

T6	2	3	4	4	4	3	2	3	3	4	4	2	3	4	3	3	2	3	3	3	4	3	4	3	2
T7	3	4	3	4	3	3	3	3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3
T8	4	4	2	4	4	4	3	4	3	5	3	3	4	2	4	3	3	5	4	4	5	4	4	5	3
T9	3	3	2	3	3	4	2	2	2	5	2	4	4	3	2	2	4	3	5	5	3	2	3	4	3
T10	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	2	3	4	4
T11	4	5	4	4	5	3	2	5	3	4	4	5	5	4	3	5	5	3	5	4	5	4	5	4	4
T12	4	3	4	3	3	3	2	4	3	3	4	3	3	2	3	4	3	3	5	2	4	3	4	4	3
T1	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	4	3	3	3	2	3	2	3
T2	2	3	2	3	3	2	4	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	2	2	3	4
T3	1	3	2	2	3	1	2	2	2	2	1	3	2	2	3	4	4	3	2	2	2	3	3	3	2
T4	2	2	1	2	2	3	2	3	2	2	3	2	1	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2
T5	3	3	2	3	2	2	3	4	3	3	2	2	2	3	2	2	3	4	4	3	3	4	3	3	3
T6	2	2	3	1	1	3	2	3	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	3	2	2	2	1
T7	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	1	3	3	2	2	3	2	2	1	2	1
T8	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	3	3	4	2
T9	1	2	2	2	3	3	1	2	1	2	3	2	2	2	2	1	2	3	2	4	2	2	1	2	1
T10	2	3	2	2	3	2	2	1	1	2	2	2	1	2	3	1	2	3	2	2	1	2	1	2	1
T11	2	3	3	2	2	3	3	3	1	3	3	3	2	3	3	3	1	4	3	2	1	4	1	3	3
T12	3	2	2	2	3	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	3	2

T1	6	7	8	7	7	8	6	7	7	6	7	8	7	6	6	7	6	6	7	7	7	7	6	7	7
T2	6	7	9	8	7	8	7	8	8	7	8	9	7	7	7	6	7	7	6	6	6	7	7	6	8
T3	7	7	8	8	8	9	6	6	7	6	8	9	6	7	6	6	7	6	6	7	7	6	6	6	8
T4	8	8	7	7	7	8	6	7	6	7	7	8	7	6	7	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6
T5	6	8	8	7	8	8	6	7	7	6	8	7	8	7	8	7	7	6	8	6	7	7	7	7	7
T6	7	7	6	6	6	6	6	8	8	7	8	6	8	5	8	8	8	6	8	7	6	6	7	8	7
T7	6	6	6	6	6	6	7	6	7	7	7	6	7	6	8	7	6	6	7	6	6	7	7	6	6
T8	7	8	7	7	7	7	8	7	7	8	8	7	8	7	8	8	6	7	8	7	6	8	6	6	7
T9	6	7	7	8	8	7	8	8	7	8	7	8	7	6	8	6	7	7	6	6	7	7	6	6	6
T10	8	7	8	7	8	8	7	7	6	6	7	6	6	7	7	5	5	8	6	6	8	6	7	7	6
T11	7	7	8	8	7	9	8	7	8	7	8	7	6	8	7	5	5	7	7	7	8	6	8	6	8
T12	7	6	8	7	9	8	7	6	8	8	8	6	6	7	7	5	5	8	7	8	7	6	7	6	8

Anexo 3. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo apariencia.

Tratamiento	N	Medias	D. E.	Rango promedio	GL	C	H	P
1	25	7,24	0,93	115,52	11	0,91	35,74	<0,0001
2	25	7,44	0,87	128,64				
3	25	7,24	0,93	115,52				
4	25	7,76	1,05	161,84				
5	25	8,12	0,93	193,28				
6	25	7,68	0,90	152,08				
7	25	7,20	0,76	111,20				
8	25	7,92	0,76	174,64				
9	25	7,48	0,96	137,52				
10	25	7,64	0,99	150,96				
11	25	8,32	0,85	210,16				
12	25	7,72	0,84	154,64				

Anexo 4. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo olor.

Tratamiento	N	Medias	D. E.	Rango promedio	GL	C	H	P
1	25	6,60	0,65	107,30	11	0,92	62,31	<0,0001
2	25	7,40	0,82	175,90				
3	25	6,44	1,08	101,58				
4	25	6,88	0,93	130,46				
5	25	7,68	1,11	191,62				
6	25	6,56	0,82	105,02				
7	25	7,04	0,73	146,78				
8	25	7,96	1,02	214,82				
9	25	6,84	0,90	130,18				
10	25	7,04	0,84	145,18				
11	25	8,04	0,98	220,54				
12	25	6,96	1,21	136,62				

Anexo 5. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo textura/fluidez

Tratamiento	N	Medias	D. E.	Rango promedio	GL	C	H	P
1	25	5,24	0,60	203,92	11	0,92	32,54	0,0002
2	25	4,48	1,16	144,98				
3	25	3,96	1,27	107,72				
4	25	4,96	0,68	178,78				
5	25	4,60	1,00	150,74				
6	25	4,08	1,04	109,74				
7	25	4,84	0,69	169,58				
8	25	4,72	1,10	162,62				
9	25	4,28	1,21	129,10				
10	25	5,00	0,71	182,20				
11	25	4,24	1,27	128,06				
12	25	4,40	1,22	138,56				

Anexo 6. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo sabor nota cacao

Tratamiento	N	Medias	D. E.	Rango promedio	GL	C	H	P
1	25	7,04	0,73	118,70	11	0,91	39,05	<0,0001
2	25	7,28	0,79	142,94				
3	25	6,96	0,98	116,16				
4	25	7,52	0,82	163,26				
5	25	8,08	1,00	210,98				
6	25	7,28	1,02	141,80				
7	25	7,36	0,91	148,54				
8	25	7,52	0,77	162,18				
9	25	7,24	0,93	136,96				
10	25	7,36	0,91	148,54				
11	25	8,08	0,91	208,82				
12	25	6,92	0,70	107,12				

Anexo 7. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo sabor nota frutal

Tratamiento	N	Medias	D. E.	Rango promedio	GL	C	H	P
1	25	3,32	0,63	144,80	11	0,87	46,93	<0,0001
2	25	3,68	0,69	178,44				
3	25	2,80	0,65	91,08				
4	25	3,20	0,58	130,52				
5	25	3,68	0,90	180,36				
6	25	3,12	0,73	125,08				
7	25	3,16	0,55	125,76				
8	25	3,72	0,84	183,76				
9	25	3,12	1,01	122,68				
10	25	3,48	0,59	162,48				
11	25	4,16	0,85	221,80				
12	25	3,28	0,74	139,24				

Anexo 8. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo sabor nota nuez

Tratamiento	N	Medias	D. E.	Rango promedio	GL	C	H	P
1	25	2,56	0,58	177,08	11	0,85	44,71	<0,0001
2	25	2,72	0,74	192,98				
3	25	2,36	0,81	153,70				
4	25	2,20	0,58	137,80				
5	25	2,84	0,69	203,92				
6	25	2,12	0,83	130,54				
7	25	2,12	0,60	129,22				
8	25	2,56	0,58	177,08				
9	25	2,00	0,76	115,72				
10	25	1,88	0,67	104,78				
11	25	2,56	0,87	179,70				
12	25	1,88	0,60	103,48				

Anexo 9. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo sabor nota dulzor

Tratamiento	N	Medias	D. E.	Rango promedio	GL	C	H	P
1	25	6,80	0,65	138,60	11	0,89	18,85	0,0323
2	25	7,16	0,90	169,52				
3	25	6,92	1,00	144,48				
4	25	6,68	0,75	125,48				
5	25	7,12	0,73	170,52				
6	25	6,92	0,95	151,12				
7	25	6,44	0,58	101,24				
8	25	7,20	0,71	178,60				
9	25	6,96	0,79	153,96				
10	25	6,76	0,93	137,56				
11	25	7,16	0,99	175,74				
12	25	7,00	1,04	159,18				



Anexo 10. Recolección de muestra de sacha inchi en el Centro Poblado de Cana de Eden, Río Tambo, Satipo, Junín.



Anexo 11. Recolección de muestra de cacao criollo en el Centro Poblado Las Lomas, Río Negro, Satipo, Junín.



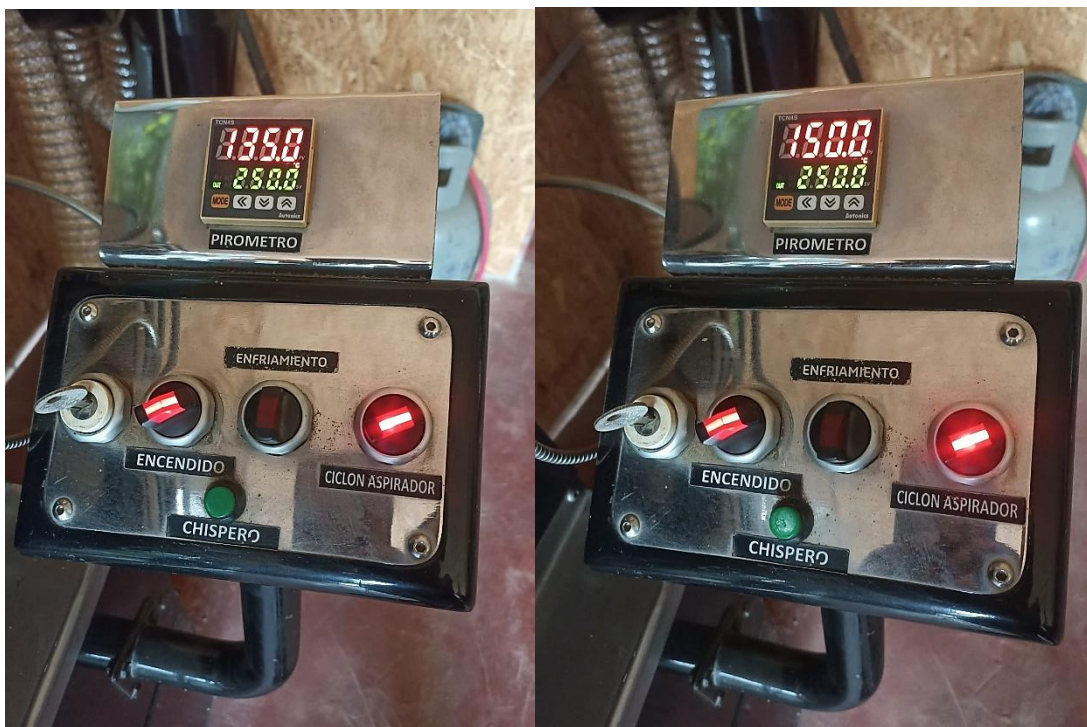
Anexo 12. Evaluación física de almendra de sachu inchi. Izquierda: masa (g) y derecha: espesor (mm)



Anexo 13. Análisis químico proximal de la almendra de sachu inchi.



Anexo 14. Tostado de las almendras de sachá inchi.



Anexo 15. Temperaturas de tostado de las almendras de sachá inchi.



Anexo 16. Medición de humedad de granos de cacao criollo.



Anexo 17. Tostado de granos de cacao criollo.



Anexo 18. Descascarillado y triturado del cacao criollo.



Anexo 19. Molienda del cacao triturado.



Anexo 20. Insumos utilizados en la elaboración de cobertura de chocolate (manteca de cacao, panela y pasta de cacao).



Anexo 21. Refinado de mezcla de insumos de cobertura de chocolate.



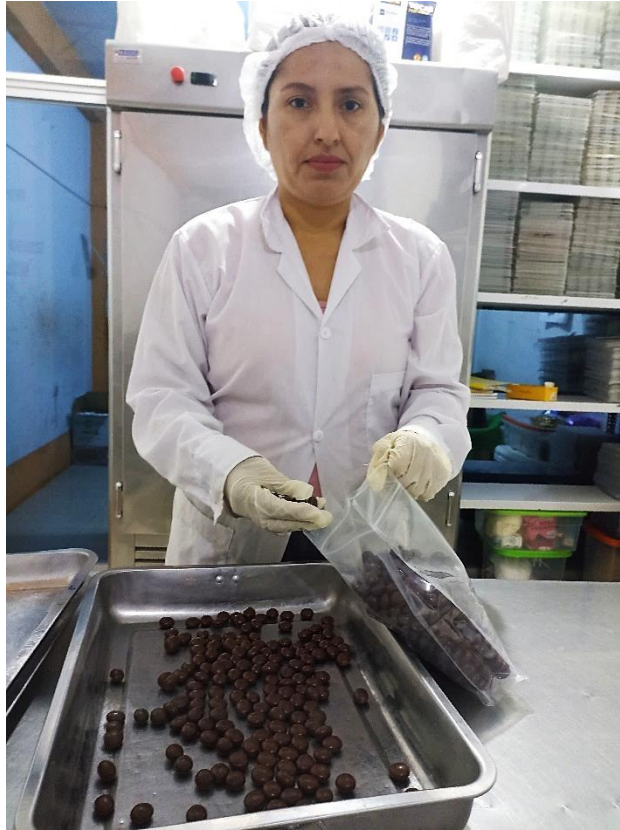
Anexo 22. Cobertura de chocolate.



Anexo 23. Grageado de almendras de sachá inchi con cobertura de chocolate.



Anexo 24. Almendras de sachá inchi recubierta con cobertura de chocolate, izquierda: sin brillo, derecha: con brillo.



Anexo 25. Empacado de las almendras de sachu inchi recubiertas de chocolate.



Anexo 26. Evaluación sensorial del producto.



Anexo 27. Evaluación sensorial del producto tras 2 meses de almacenamiento.



Anexo 28. Análisis fisicoquímico del producto (Izquierda: Tamaño de partícula, derecha: proteínas).



Anexo 29. Análisis fisicoquímico del producto tras 2 meses de almacenamiento (Izquierda: proteínas, derecha: grasas).

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA COBERTURA DE CHOCOLATE

Evaluador: Fecha:

Estimado (a) evaluador (a), se presenta muestras de almendras de sachá inchi tostado recubiertas con cobertura de chocolate a diferentes niveles de pasta y manteca de cacao, evaluar los atributos de apariencia, color, olor, sabor y fluidez/textura, para lo cual escribir el número de calificativo de la escala de evaluación según su criterio:

Atributo	Muestras											
	T1t1F1 (1)	T1t1F2 (2)	T1t1F3 (3)	T1t2F1 (4)	T1t2F2 (5)	T1t2F3 (6)	T2t1F1 (7)	T2t1F2 (8)	T2t1F3 (9)	T2t2F1 (10)	T2t2F2 (11)	T2t2F3 (12)
Apariencia												
Color												
Olor												
Sabor	Cacao											
	Acidez											
	Astringencia											
	Amargor											
	Frutal											
	Floral											
	Madera											
	Espicias											
	Nuez											
	Dulzor											
	Caramelo											
	Otros											
Regusto												
Fluidez/textura												

Anexo 30. Instrumento de evaluación sensorial del producto.

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA COBERTURA DE CHOCOLATE

Evaluador: Fecha:

Estimado (a) evaluador (a), se presenta muestras de almendras de sachá inchi tostado recubiertas con cobertura de chocolate a diferentes niveles de pasta y manteca de cacao, evaluar los atributos de apariencia, color, olor, sabor y fluidez/textura, para lo cual escribir el número de calificativo de la escala de evaluación según su criterio:

Atributo	Muestra (T2t2F2: T11)	
	T11 (1)	T11 (2)
Apariencia		
Color		
Olor		
Sabor	Cacao	
	Acidez	
	Astringencia	
	Amargor	
	Frutal	
	Floral	
	Madera	
	Espicias	
	Nuez	
	Dulzor	
	Caramelo	
	Otros	
Regusto		
Fluidez/textura		

Anexo 31. Instrumento de evaluación sensorial del producto tras 2 meses de almacenamiento.