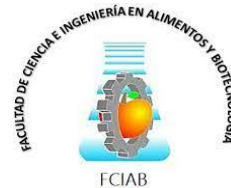




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: Evaluación del contenido de fibra dietética y propiedades tecnofuncionales de la torta de coco residual para su aplicación en una premezcla para batidos.

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Pamela Estefanía Navarro Sánchez

Tutor: Dr. Carlos Santiago Moreno Miranda

Ambato - Ecuador

Julio – 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dr. Carlos Santiago Moreno Miranda

Certifica:

Que el presente Informe Final del Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 04 de junio de 2026



Dr. Carlos Santiago Moreno Miranda

18XXXXXXX42

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Pamela Estefania Navarro Sánchez, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Pamela Estefania Navarro Sánchez

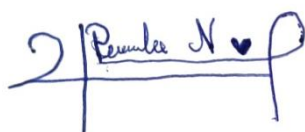
17XXXXXX72

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Informe Final del Trabajo de Titulación o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final del Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

A handwritten signature in blue ink. It features a large, stylized 'P' on the left, followed by the name 'Pamela N' and a small heart symbol, and ends with a large, stylized 'S' on the right. A horizontal line is drawn across the middle of the signature.

Pamela Estefania Navarro Sánchez

17XXXXXX72

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para consistencia firman:



Presidente del Tribunal



Mg. Gabriel Alejandro Moreno Toasa

15XXXXXXX10



Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

18XXXXXXX53

Ambato, 19 de junio de 2026

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, quien me dio la fortaleza para seguir adelante en los momentos más difíciles de mi vida. Cuando sentí que quería rendirme, Su amor y Su guía me sostuvieron. Fue, es y siempre será lo más importante para mí.

A Kai Kamal Huening, quien se convirtió en una de las personas más importantes e inspiradoras de mi vida. Gracias por brindarme, aun sin saberlo, la valentía, la esperanza y la fuerza que necesitaba cuando más lo requería. Si no te hubiera conocido aquel día de 2019, no sé qué rumbo habría tomado mi historia. Gracias por inspirarme a seguir adelante y por ser una luz en algunos de los momentos más difíciles de mi vida.

A Soobin, Beomgyu, Yeonjun y Taehyun; a Namjoon, Seokjin, Yoongi, Hoseok, Jimin, Taehyung y Jungkook; y a Christopher Bang y Felix, gracias por sus enseñanzas, su música y los momentos de felicidad que me brindaron. Su trabajo me acompañó en etapas importantes de mi vida y me ayudó a encontrar fortaleza cuando más la necesitaba.

A Cristhian Vargas, por ser un apoyo incondicional durante cada etapa de este proceso. Gracias por creer en mí incluso cuando yo misma dudaba de mis capacidades, por escucharme en los momentos de estrés, por tus palabras de aliento cuando sentía que quería rendirme y por acompañarme durante este camino. Tu paciencia, tu amistad y tu apoyo constante fueron fundamentales para ayudarme a llegar hasta aquí. Siempre estaré profundamente agradecida por todo lo que hiciste por mí.

A mi hermana Fernanda, por ser mi apoyo, mi confidente y mi mejor amiga; y a Abraham, por permanecer a mi lado en los buenos y malos momentos.

Finalmente, a mi querida Papita, por acompañarme en cada paso de este camino con su cariño y compañía incondicional.

Gracias a todos por formar parte de mi historia y ayudarme a llegar hasta este momento tan importante de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutor, Dr. Carlos Moreno Miranda, por su paciencia, dedicación y apoyo durante el desarrollo de este trabajo. Gracias por resolver mis dudas, compartir sus conocimientos y brindarme valiosas enseñanzas que me acompañarán en mi vida profesional.

A mi mamá, por comprenderme y apoyarme durante este camino. Gracias por no dejarme rendirme, por creer en mí incluso cuando yo misma dudaba y por ayudarme a encontrar fuerzas en los momentos más difíciles.

A Abraham, por su amor, apoyo y compañía incondicional. Gracias por escucharme, animarme y acompañarme durante los momentos de estrés e incertidumbre. Tu confianza en mí fue fundamental para alcanzar esta meta.

A mis amigas Isa y Eve, por demostrarme el valor de la verdadera amistad. Gracias por las risas, el apoyo y todos los momentos compartidos dentro y fuera de las aulas.

A mis amigos Tomás y Viviana, por su amistad sincera, sus palabras de ánimo y por estar presentes cuando más los necesité. Su apoyo hizo este camino mucho más llevadero. Los quiero un montón.

A mi primo Marco, por su apoyo y por ayudarme a conseguir los ingredientes necesarios para mis formulaciones. Gracias por tu disposición y por los momentos que hoy recuerdo con una sonrisa.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de mi vida y contribuyeron a mi crecimiento personal y académico. Cada experiencia, apoyo y enseñanza me ayudaron a llegar hasta este momento tan importante.

ÍNDICE GENERAL DEL CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes investigativos	1
1.1.1. Justificación.....	1
1.1.2. Valorización de subproductos agroindustriales en alimentos	2
1.1.3. Coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) y torta residual de extracción de aceite	2
1.1.3.1. Concepto del coco	2
1.1.3.2. Clasificación taxonómica del coco (<i>Cocos nucifera</i> L.)	2
1.1.3.3. Origen de la torta residual y aprovechamiento	3
1.1.4. Fibra dietética: Concepto y clasificación	3
1.1.5. Propiedades tecnofuncionales de ingredientes ricos en fibra.....	4
1.1.6. Estabilidad reológica en sistemas líquidos reconstituidos	4
1.1.7. Premezclas para batidos como sistema de aplicación	4
1.1.8. Aplicaciones reportadas de torta/harina de coco desgrasada	5

1.1.9. Vacíos de conocimiento y dificultades tecnológicas.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	7
2.1. Materiales	7
2.2. Métodos	10
2.2.1. Acondicionar la torta de coco residual mediante procesos de reducción de tamaño y estabilización térmica para la obtención de un ingrediente funcional inocuo y tecnológicamente apto para su incorporación en matrices alimentarias.....	10
2.2.1.1. <i>Recolección y preparación inicial</i>	10
2.2.1.2. <i>Análisis microbiológico</i>	13
2.2.2. Caracterizar la composición fisicoquímica y el perfil de fibra dietética (soluble e insoluble) de la torta de coco, vinculando estas propiedades con su desempeño tecnofuncional y estabilidad reológica (viscosidad y sedimentación) en sistemas líquidos reconstituidos.....	13
2.2.2.1. <i>Caracterización proximal y nutricional</i>	13
2.2.2.2. <i>Análisis físicos</i>	15
2.2.2.3. <i>Evaluación de propiedades tecnofuncionales</i>	18
2.2.2.4. <i>Evaluación tecnológica</i>	20
2.2.3. Evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de torta de coco en una premezcla para batidos sobre la aceptabilidad sensorial.....	22
2.2.3.1. <i>Diseño de formulaciones</i>	22
2.2.3.2. <i>Evaluación sensorial</i>	23
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
3.1. Acondicionamiento de la torta de coco	25
3.1.1. <i>Balance de masa del protocolo de acondicionamiento</i>	25

3.1.2. Balance de masa del proceso de secado	25
3.1.3. Rendimientos del protocolo de acondicionamiento	26
3.1.4. Balance de energía del secado	27
3.1.5. Potencia térmica promedio	27
3.1.6. Análisis microbiológicos	28
3.1.7. Diagrama de planta y equipos	29
3.2. Caracterización fisicoquímica y evaluación de las propiedades físicas, tecnofuncionales, estabilidad de la torta de coco residual	34
3.2.1. Caracterización proximal	34
3.2.2. Perfil de fibra dietética	35
3.2.3. Propiedades físicas	36
3.2.3.1. Distribución granulométrica de la torta de coco residual	36
3.2.3.2. Propiedades físicas de la torta de coco residual	37
3.2.4. Propiedades tecnofuncionales	37
3.2.5. Propiedades tecnológicas	38
3.2.5.1. Solubilidad	38
3.2.5.2. Viscosidad en la matriz real	39
3.2.5.3. Mezclabilidad	40
3.2.5.4. Homogeneidad	41
3.3. Formulación y evaluación sensorial	41
3.3.1. Formulación de la premezcla con torta de coco residual	41
3.3.2. Análisis sensorial de las formulaciones	42
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
4.1. Conclusiones	46
4.2. Recomendaciones	47
MATERIALES DE REFERENCIA	48

Referencias bibliográficas.....	48
ANEXOS	52
Anexo A: Cálculos.....	52
Anexo B: Tablas	65
Anexo C: Fotografías y ficha de evaluación sensorial.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de <i>Cocos nucifera</i> L.	3
Tabla 2. Operaciones de acondicionamiento y su propósito en torta de coco	5
Tabla 3. Materiales, reactivos e insumos empleados en la investigación	7
Tabla 4. Equipos e instrumentos empleados en la investigación	9
Tabla 5. Formulación de las premezclas con diferentes niveles de incorporación de harina de torta de coco	22
Tabla 6. Balance de masa del protocolo de acondicionamiento	25
Tabla 7. Balance de masa del proceso de secado	26
Tabla 8. Rendimientos del protocolo de acondicionamiento de la torta de coco residual	26
Tabla 9. Balance de energía del secado	27
Tabla 10. Potencia térmica promedio del secado	28
Tabla 11. Resultados de análisis microbiológicos	28
Tabla 12. Función y descripción de los equipos	29
Tabla 13. Resultados de la caracterización proximal	34
Tabla 14. Caracterización de fibra de la torta de coco	35
Tabla 15. Propiedades físicas: granulometría de la torta de coco residual	36
Tabla 16. Propiedades físicas de la torta de coco residual	37
Tabla 17. Propiedades tecnofuncionales de la torta de coco residual	38
Tabla 18. Propiedades tecnológicas: solubilidad de la torta de coco residual	39
Tabla 19. Propiedades tecnológicas-viscosidad en la matriz real	39
Tabla 20. Evaluación sensorial de las formulaciones	43
Tabla 21. Prueba de mezclabilidad de la premezcla por tratamiento	65
Tabla 22. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para mezclabilidad	65
Tabla 23. Evaluación visual de la homogeneidad de la premezcla por tratamiento	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del acondicionamiento de la torta de coco residual para la obtención de harina	12
Figura 2. Diagrama general de flujo y distribución de áreas de la planta piloto para el acondicionamiento de la torta de coco residual	32
Figura 3. Plano de distribución física de la planta piloto con zonificación sanitaria	33
Figura 4. Distribución de granulometría	36
Figura 5. Viscosidad de las formulaciones reconstituidas con diferentes niveles de inclusión de torta de coco residual	40

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Granulometría	16
Ecuación 2. Densidad aparente	16
Ecuación 3. Densidad real.....	17
Ecuación 4. Índice de higroscopicidad	18
Ecuación 5. Capacidad de retención de agua.....	18
Ecuación 6. Capacidad de hinchamiento	19
Ecuación 7. Solubilidad	20
Ecuación 8. Balance de masa del material húmedo	52
Ecuación 9. Fracción de sólidos.....	52
Ecuación 10. Masa de sólidos secos presentes en el material lavado/escurrido	53
Ecuación 11. Masa final después del secado	53
Ecuación 12. Balance global de masa en el secado	54
Ecuación 13. Masa de agua residual	54
Ecuación 14. Masa de agua evaporada	54
Ecuación 15. Rendimiento por etapa	54
Ecuación 16. Rendimiento global por corrida	55
Ecuación 17. Calor sensible para sólidos.....	56
Ecuación 18. Calor sensible del agua residual.....	56
Ecuación 19. Calor para evaporación	56
Ecuación 20. Requerimiento energético	56
Ecuación 21. Potencia térmica.....	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Balance de masa del acondicionamiento	52
Anexo 2. Balance de masa del secado	54
Anexo 3. Rendimientos del proceso de acondicionamiento	54
Anexo 4. Balance de energía	56
Anexo 5. Potencia térmica promedio.....	57
Anexo 6. Estimación fibra insoluble y soluble	58
Anexo 7. Cálculo granulometría.....	58
Anexo 8. Densidad aparente	60
Anexo 9. Densidad real.....	61
Anexo 10. Índice de higroscopicidad	61
Anexo 11. Capacidad de retención de agua.....	62
Anexo 12. Capacidad de hinchamiento	63
Anexo 13. Solubilidad	63
Anexo 14. Protocolo de acondicionamiento de la torta de coco residual	67
Anexo 15. Propiedades físicas de la torta de coco residual	68
Anexo 16. Propiedades tecnofuncionales	69
Anexo 17. Propiedades tecnológicas	69
Anexo 18. Evaluación sensorial	70
Anexo 19. Ficha de evaluación sensorial	71

RESUMEN EJECUTIVO

El aprovechamiento de subproductos agroindustriales permite reducir residuos y obtener ingredientes útiles para nuevas formulaciones alimentarias. La torta de coco residual presenta interés tecnológico por su contenido de fibra dietética. Sin embargo, su incorporación en alimentos requiere acondicionamiento previo y evaluación de su comportamiento en una matriz reconstituida. La materia prima fue acondicionada mediante lavado, desinfección, secado, molienda y tamizado. Luego, se determinó su composición proximal, fibra dietética total, propiedades físicas, tecnofuncionales y tecnológicas. También se formularon premezclas con diferentes niveles de inclusión de torta de coco y se evaluó su viscosidad, mezclabilidad, homogeneidad y aceptabilidad sensorial. La torta de coco presentó 4,81 por ciento de humedad, 19,0 por ciento de proteína, 16,7 por ciento de grasa, 1,96 por ciento de cenizas y 44,3 por ciento de fibra dietética total. Además, mostró una capacidad de retención de agua de 7,05 gramos por gramo, capacidad de hinchamiento de 5,97 mililitros por gramo, solubilidad de 31,61 por ciento y viscosidad aparente de 51,27 milipascuales segundo. En la evaluación sensorial no se evidenciaron diferencias significativas entre las formulaciones; no obstante, la formulación F2 presentó una tendencia favorable en parte de los atributos evaluados. Se concluye que la torta de coco residual acondicionada puede emplearse como ingrediente funcional en premezclas para batidos.

Palabras clave: Torta de coco residual; fibra dietética; propiedades tecnofuncionales; premezcla para batidos; subproducto agroindustrial.

ABSTRACT

The use of agro-industrial by-products helps reduce waste while obtaining useful ingredients for new food formulations. Residual coconut meal is of technological interest due to its dietary fiber content. However, its incorporation into food products requires prior conditioning and evaluation of its behavior in a reconstituted matrix. The raw material was conditioned through washing, disinfection, drying, milling, and sieving. Then, its proximate composition, total dietary fiber, physical, technofunctional, and technological properties were determined. Premixes with different levels of residual coconut meal inclusion were also formulated, and their viscosity, mixability, homogeneity, and sensory acceptability were evaluated. The coconut meal presented 4.81 percent moisture, 19.0 percent protein, 16.7 percent fat, 1.96 percent ash, and 44.3 percent total dietary fiber. In addition, it showed a water retention capacity of 7.05 grams per gram, swelling capacity of 5.97 milliliters per gram, solubility of 31.61 percent, and apparent viscosity of 51.27 millipascal-seconds. In the sensory evaluation, no significant differences were found among the formulations; nevertheless, formulation F2 presented a favorable trend in some of the evaluated attributes. It is concluded that conditioned residual coconut meal can be used as a functional ingredient in premixes for smoothies.

Keywords: Residual coconut cake; dietary fiber; techno-functional properties; smoothie premix; agro-industrial by-product.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

1.1.1. Justificación

En Ecuador, la industria de aceites vegetales constituye un sector económicamente relevante (Espinoza & Morales, 2024). En ese escenario, el aprovechamiento de sus residuos adquiere interés desde una perspectiva técnica, económica y ambiental. En el caso de la industria del coco, la torta residual proveniente de la extracción de aceite por prensado en frío suele destinarse a usos de bajo valor agregado y presenta un aprovechamiento técnico limitado. Este residuo puede considerarse una materia prima con potencial para el desarrollo de ingredientes funcionales debido a su contenido en fibra dietética (Shakeela et al., 2024). Su uso se alinea con los principios de la economía circular al promover la reducción de desperdicio y generar valor agregado a partir de subproductos agroindustriales (Moreno-Miranda & Dries, 2024; Shakeela et al., 2024).

El principal reto tecnológico aparece al incorporar la torta en premezclas para batidos, ya que la composición del residuo depende del proceso de extracción. Al existir esta variación, es necesario realizar una caracterización previa antes de definir su uso en formulaciones alimentarias (Du et al., 2021). En la torta de coco residual predomina la fracción de fibra insoluble, compuesta principalmente por celulosa y hemicelulosa. Esta característica explica su interés como ingrediente para productos sostenibles, aunque también puede generar limitaciones tecnológicas en sistemas reconstituidos (Vo et al., 2022; Shakeela et al., 2024).

Este desafío es más evidente en batidos reconstituidos, donde la estabilidad física depende del tamaño de partícula y la viscosidad del medio (Patra et al., 2021). Además, en sistemas destinados a reconstitución, la humectación, el hundimiento y la dispersión de la harina de torta de coco influyen significativamente en el comportamiento final del producto. En estas matrices, las partículas relativamente grandes o con baja capacidad de dispersión favorecen la sedimentación y la pérdida de uniformidad del sistema (Jiang et al., 2025). A partir de la revisión bibliográfica realizada, se observa escasa evidencia aplicada en el contexto ecuatoriano sobre el aprovechamiento de este subproducto en sistemas reconstituidos. Por lo tanto, es necesario evaluar el comportamiento fisicoquímico y tecnofuncional de la torta de coco para su incorporación en matrices alimentarias.

La presente investigación se justifica por una necesidad aplicada. Se requieren criterios técnicos para definir niveles de sustitución que permitan mejorar el perfil nutricional sin comprometer la estabilidad física del producto reconstituido. La caracterización de su contenido de fibra dietética y sus propiedades tecnológicas permite sustentar su uso como ingrediente alimentario. Además, este enfoque refuerza una estrategia de aprovechamiento de subproductos desde los principios de la economía circular. Esta aplicación reduce el impacto ambiental y fortalece la competitividad (Moreno-Miranda & Dries, 2024; Shakeela et al., 2024).

1.1.2. Valorización de subproductos agroindustriales en alimentos

La valorización de subproductos agroindustriales permite transformar residuos de proceso en insumos con utilidad tecnológica, nutricional o funcional. En el ámbito alimentario, esta estrategia exige que los materiales destinados a una nueva aplicación cumplan condiciones de inocuidad, estabilidad y estandarización. En el caso del coco, la torta residual resultante de la extracción de aceite se reconoce como un recurso con potencial para el desarrollo de alimentos funcionales y sostenibles (Moreno-Miranda et al.; Shakeela et al., 2024). Sin embargo, para que un subproducto pueda incorporarse como ingrediente, es necesario aplicar etapas de acondicionamiento y control de calidad que aseguren su estabilidad e inocuidad.

1.1.3. Coco (*Cocos nucifera* L.) y torta residual de extracción de aceite

1.1.3.1. Concepto del coco

El coco (*Cocos nucifera* L.) es una materia prima oleaginosa de amplia transformación industrial y de gran importancia en zonas tropicales. Su aprovechamiento se relaciona con la versatilidad de sus fracciones y su valor económico, por lo que se le denomina comúnmente “árbol de la vida”. El endospermo del coco presenta un contenido apreciable de lípidos y fibra. Además, se procesa para la obtención de aceite, leche y otros derivados. Como resultado de la extracción de aceite se genera una fase sólida residual, conocida como torta de coco o *coconut meal* (Beveridge et al., 2022; Shakeela et al., 2024).

1.1.3.2. Clasificación taxonómica del coco (*Cocos nucifera* L.)

El coco es una palma perenne y monoica. Pertenece a la familia Arecaceae, la cual incluye especies de alto valor económico a escala mundial (Beveridge et al., 2022). La clasificación taxonómica formal de *Cocos nucifera* se reporta en bases de datos taxonómicas como GBIF (GBIF Secretariat, 2023), y se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Cocos nucifera* L.

Rango	Clasificación
Reino	Plantae
Filo	Tracheophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Arecales
Familia	Arecaceae
Género	<i>Cocos</i>
Especie	<i>Cocos nucifera</i> L.

Nota. Clasificación basada en GBIF Backbone Taxonomy (GBIF Secretariat, 2023).

1.1.3.3. Origen de la torta residual y aprovechamiento

La torta residual se forma después del prensado y separación del aceite. Posteriormente, este residuo puede acondicionarse para su aprovechamiento como harina mediante operaciones de procesamiento. En este estudio, la torta residual se considera una materia prima de interés por su fracción estructural. Sin embargo, su uso en bebidas reconstituidas es tecnológicamente exigente, por lo que requiere evaluación previa de sus propiedades físicoquímicas (Adsare & Annapure, 2024).

1.1.4. Fibra dietética: Concepto y clasificación

La fibra dietética agrupa componentes de origen vegetal que no son digeridos en el intestino delgado. De manera general, se clasifica en fibra soluble e insoluble. La fracción soluble suele relacionarse con una mayor capacidad para incrementar la viscosidad del medio, mientras que la fibra insoluble contribuye a la estructura y a la retención de agua del sistema (Ariyaratna et al., 2025). De acuerdo con la literatura, en la torta de coco residual predomina la fracción insoluble, compuesta principalmente por celulosa y hemicelulosa. Su incorporación en matrices líquidas puede influir en la sedimentación y en la aparición de textura arenosa cuando no se controla adecuadamente el tamaño de partícula (Vo et al., 2022; Shakeela et al., 2024).

1.1.5. Propiedades tecnofuncionales de ingredientes ricos en fibra

Las propiedades tecnofuncionales permiten comprender el desempeño del ingrediente en el proceso y en el producto final. En matrices reconstituidas, estas propiedades resultan especialmente importantes porque ayudan a anticipar la estabilidad del sistema y su aceptabilidad. En este estudio se priorizan:

- **Hidratación:** Se expresa en la retención de agua e hinchamiento.
- **Interacción con el medio:** Se refleja en la viscosidad aparente.
- **Comportamiento en suspensión:** Se observa como sedimentación.

Estas variables son coherentes con el problema tecnológico planteado. La hidratación depende de la interacción entre la fibra y el agua, mientras que la viscosidad aparente y la sedimentación condicionan la estabilidad física de sistemas líquidos reconstituidos (Ariyaratna et al., 2025; Du et al., 2021; Patra et al., 2021).

1.1.6. Estabilidad reológica en sistemas líquidos reconstituidos

Un batido reconstituido es un sistema disperso cuya estabilidad depende del tamaño de partícula, la viscosidad del medio y la diferencia de densidades entre las fases. La viscosidad puede retardar la sedimentación; sin embargo, cuando predominan partículas insolubles o de mayor tamaño, pueden presentarse separación visible y textura arenosa. La evaluación de estas variables permite relacionar la funcionalidad con el desempeño real en el sistema y definir niveles de inclusión con menor riesgo tecnológico (Patra et al., 2021; Jiang et al., 2025).

1.1.7. Premezclas para batidos como sistema de aplicación

Una premezcla en polvo debe presentar homogeneidad, buena fluidez y capacidad de dispersarse adecuadamente al momento de la reconstitución. Estas propiedades dependen de factores como el contenido de humedad, el tamaño de partícula y las operaciones de procesamiento aplicadas a la torta de coco. Además, el comportamiento del polvo durante la reconstitución está influido por fenómenos como la humectación, el hundimiento y la dispersión, los cuales afectan la calidad final del sistema. En la harina de coco desgrasada, se describen etapas de acondicionamiento del residuo para obtener un polvo estable para uso alimentario (Jiang et al., 2025; Ueda et al., 2023; Suhag et al., 2024; Adsare & Annapure, 2024). En este contexto, la Tabla 2 resume las operaciones de acondicionamiento aplicadas a la torta de coco residual y el propósito tecnológico asociado a cada etapa.

Tabla 2. Operaciones de acondicionamiento y su propósito en torta de coco

Operación	Propósito tecnológico
Secado del residuo	Reducir humedad y mejorar estabilidad.
Molienda	Homogeneizar tamaño y facilitar formulación.
Tamizado	Estandarizar la distribución de partícula.

Fuente: (Adsare & Annapure, 2024; Jiang et al., 2025)

1.1.8. Aplicaciones reportadas de torta/harina de coco desgrasada

La torta de coco se ha usado como sustituto parcial de harina en diferentes productos. En galletas, la versión hidrolizada permitió el 10 % de sustitución con puntaje sensorial similar al control. El resultado se vinculó con una menor relación entre fibra dietética insoluble y fibra dietética soluble (Vo et al., 2022). En muffins, la harina parcialmente desgrasada obtenida a partir de la torta mostró buena aceptabilidad a determinados niveles de sustitución (Adsare & Annapure, 2024). En snacks tipo cracker, el aumento de harina de coco desgrasada incrementó la dureza y la fracturabilidad, lo que sugiere establecer límites de inclusión según el efecto textural (Zahroh et al., 2023).

1.1.9. Vacíos de conocimiento y dificultades tecnológicas

A partir de la revisión bibliográfica realizada, se identifica una limitada evidencia aplicada en el contexto local sobre el comportamiento de la torta de coco residual en batidos y otros sistemas líquidos reconstituidos. La literatura revisada se concentra principalmente en aplicaciones de panificación, como galletas, muffins y crackers. Existe menor información sobre la estabilidad física y el comportamiento reológico bajo diferentes niveles de inclusión. Además, una de las principales dificultades tecnológicas se relaciona con la sedimentación, debido al predominio de fibra insoluble y al posible desarrollo de textura arenosa, lo que puede afectar la aceptabilidad. Por lo tanto, resulta necesario caracterizar el contenido de fibra dietética y las propiedades tecnofuncionales de la torta de coco residual antes de su

incorporación en estas matrices (Vo et al., 2022; Adsare & Annapure, 2024; Zahroh et al., 2023; Patra et al., 2021).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el contenido de fibra dietética y propiedades tecnofuncionales de la torta de coco residual para su aplicación en una premezcla para batidos.

1.2.2. Objetivos específicos

- Acondicionar la torta de coco residual mediante procesos de reducción de tamaño y estabilización térmica para la obtención de un ingrediente funcional inocuo y tecnológicamente apto para su incorporación en matrices alimentarias.
- Caracterizar la composición fisicoquímica y el perfil de fibra dietética (soluble e insoluble) de la torta de coco, vinculando estas propiedades con su desempeño tecnofuncional y estabilidad reológica (viscosidad y sedimentación) en sistemas líquidos reconstituidos.
- Evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de torta de coco en una premezcla para batidos sobre la aceptabilidad sensorial.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1. Materiales

El presente trabajo de investigación fue de tipo experimental. Se desarrolló en los laboratorios académicos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato, en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) y en la Unidad Operativa de Investigación y Desarrollo (UODIDE).

La materia prima utilizada fue la torta de coco residual (*Cocos nucifera* L.), obtenida como subproducto del proceso de la extracción de aceite mediante prensado en frío en una planta procesadora local. Este material fue acondicionado para su posterior caracterización fisicoquímica, tecnofuncional y aplicación en el desarrollo de una premezcla para batidos.

Durante el desarrollo experimental se emplearon diversos reactivos, materiales fungibles y equipos de laboratorio para la preparación de muestras, análisis microbiológicos, determinaciones fisicoquímicas, evaluación de las propiedades tecnofuncionales y tecnológicas. Los principales materiales, reactivos y equipos utilizados durante la investigación se detallan en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. *Materiales, reactivos e insumos empleados en la investigación*

Material/reactivo/insumo	Cantidad o especificación
Torta de coco residual	2 kg
Metabisulfito de sodio	100 g
Benzoato de sodio	100 g
Sorbato de potasio	100 g
Agua potable	Según requerimiento
Agua destilada	4 L
Cloruro de sodio	56,7 g
Compact Dry para coliformes	Según número de placas
Agar Papa Dextrosa (PDA)	Según número de placas

Agua peptonada	1 frasco
Placas Petri	8
Guantes, mascarillas y cofias	1 paquete c/u
Bolsas estériles para muestras	40 unidades
Bandejas de acero inoxidable	4 unidades
Lienzo	2 m
Papel aluminio/papel absorbente	1 rollo c/u
Reactivos para análisis proximal según método AOAC aplicado	Set completo
Enzimas y reactivos para fibra dietética (AOAC 985.29, Ed. 22, 2023)	Set completo
Marcador rotulador	1 unidad
Leche en polvo	2 kg
Azúcar blanca	2 kg
Maltodextrina	2 kg
Saborizante de coco	250 mL
Goma xantana	100 g
Lecitina de soya	100 g
Sal y dióxido de silicio (SiO_2)	50 g c/u

Nota. Los reactivos del análisis proximal se indican de forma general, debido a que sus cantidades dependen del procedimiento interno del laboratorio y del método AOAC aplicado.

Tabla 4. *Equipos e instrumentos empleados en la investigación*

Equipo/instrumento	Cantidad
Molino de martillos	1
Estufa de convección	1
Balanza analítica	1
Balanza de humedad	1
Matraces, tubos, pipetas, micropipetas y vasos de precipitados	Set completo
Picnómetro 10 mL	1 unidad
Probeta graduada 250 mL	1 unidad
Mufla	1
Centrifuga	1
Viscosímetro de Brookfield	1
Desecador con solución saturada de <i>NaCl</i>	1
Tamizadora	1
Tamices: Mallas N°. 20, 40, 60 y fondo colector	1 unidad c/u
Equipo Kjeldahl	1
Equipo de extracción de grasa	1
Incubadoras microbiológicas (24°C y 35°C)	1
Cabina de bioseguridad	1
Autoclave	1
Cabina sensorial	1

2.2. Métodos

2.2.1. Acondicionar la torta de coco residual mediante procesos de reducción de tamaño y estabilización térmica para la obtención de un ingrediente funcional inocuo y tecnológicamente apto para su incorporación en matrices alimentarias.

2.2.1.1. *Recolección y preparación inicial*

La torta de coco residual se recolectó de una planta local, después de la extracción de aceite por prensado en frío. La materia prima fue sometida a una limpieza manual, mediante la cual se retiraron restos de cáscaras, fibras gruesas y materiales extraños visibles. La muestra fue acondicionada mediante dos lavados por inmersión, con una duración de 15 min cada uno. En ambos lavados se empleó la misma solución sanitizante, compuesta por metabisulfito de sodio a 100 ppm, benzoato de sodio al 0,1% y sorbato de potasio al 0,1%.

Luego del primer lavado, la torta de coco residual se sometió a un escurrido intermedio para retirar el exceso de solución sanitizante. Seguidamente, se efectuó el segundo lavado por inmersión con la misma solución previamente descrita. Una vez concluido este paso, el material se enjuagó con agua potable hasta retirar el exceso de solución sanitizante. Finalmente, la muestra fue sometida a un escurrido final para eliminar el agua superficial antes de la etapa de secado.

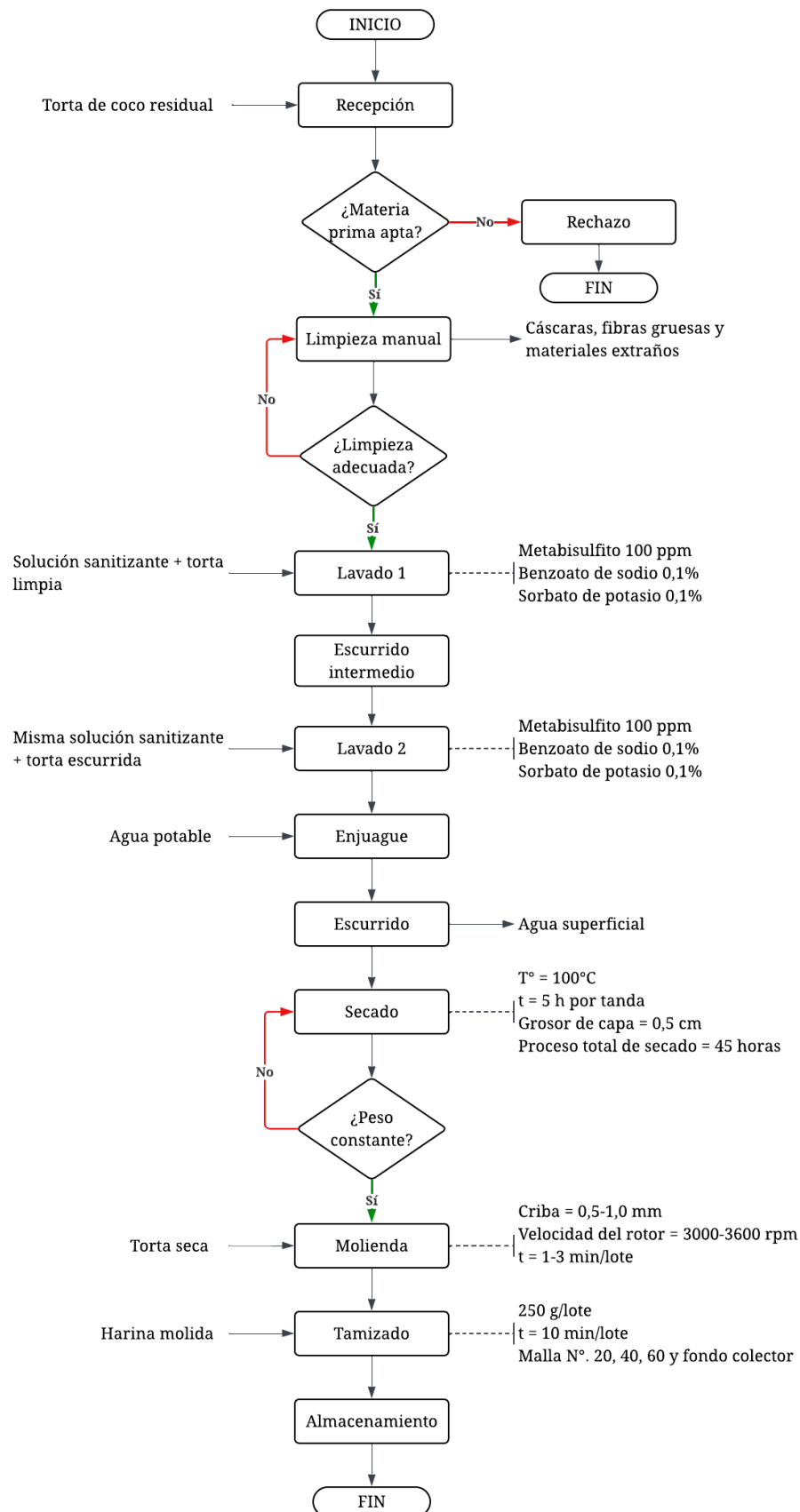
Este procedimiento formó parte del acondicionamiento inicial de la materia prima. El secado se realizó en una estufa de convección a 100°C durante 5 horas por tanda. Este tiempo se estableció debido a la capacidad limitada del equipo, el cual disponía de dos bandejas. El proceso completo de secado requirió 45 horas debido al procesamiento sucesivo de todas las tandas de torta de coco residual. Al finalizar esta etapa, la torta seca fue reducida de tamaño mediante molienda en un molino de martillos hasta obtener una harina.

El material molido se tamizó utilizando una serie de mallas de numeración 20, 40 y 60, además del fondo colector. Esta operación permitió separar las fracciones granulométricas obtenidas después de la molienda. De igual manera, favoreció la obtención de un material más uniforme para su incorporación en la matriz alimentaria. La harina resultante se almacenó en condiciones ambientales controladas hasta su posterior análisis.

La secuencia general de obtención de harina a partir de torta o residuo de coco incluyó limpieza, lavado, escurrido, secado, molienda y tamizado. Este procedimiento permitió acondicionar la materia prima antes de su evaluación fisicoquímica, tecnofuncional y microbiológica. La

metodología aplicada fue consistente con antecedentes reportados para la obtención de harinas a partir de residuos o tortas de coco (Adsare & Annapure, 2024; Afoakwah et al., 2019). El proceso de acondicionamiento de la torta de coco residual para la obtención de harina se presenta en la Figura 1.

Figura 1. Diagrama de flujo del acondicionamiento de la torta de coco residual para la obtención de harina



Fuente: Elaboración propia

2.2.1.2. *Análisis microbiológico*

Debido a que la torta de coco constituyó un subproducto susceptible a contaminación por contacto con el ambiente y la manipulación directa, se evaluaron microorganismos indicadores de inocuidad y estabilidad en matrices secas. Para ello, se realizó la determinación de coliformes totales y mohos. Estos análisis permitieron verificar las condiciones sanitarias del ingrediente después del acondicionamiento. Los ensayos se desarrollaron siguiendo procedimientos internos de laboratorio y referencias AOAC.

- **Coliformes totales**

Los coliformes totales se determinaron mediante el sistema Compact Dry con base al procedimiento interno PE01-7.2-MB y la referencia AOAC RI 110402, Ed. 22, 2023. Se emplearon placas con medio de cultivo cromogénico deshidratado para este grupo microbiano. Se prepararon dispersiones seriadas correspondientes a 10^{-1} , 10^{-3} , 10^{-5} y 10^{-7} , con el fin de facilitar el recuento microbiológico. La incubación se realizó a 35 °C durante 24 h. Transcurrido este tiempo, se efectuó la observación de las placas para verificar el crecimiento característico. Los resultados fueron expresados de acuerdo con el criterio de reporte empleado en el laboratorio.

- **Mohos**

Los mohos se determinaron mediante siembra en Agar Papa Dextrosa (PDA). Para el análisis, se preparó una dilución 1:10 de la muestra y se sembraron cuatro placas correspondientes a las diluciones 10^{-1} , 10^{-3} , 10^{-5} y 10^{-7} . Las placas fueron incubadas a 24°C durante 5 días con base en el procedimiento interno PE-02-7.2-MB y referencia AOAC 997.02, Ed. 22, 2023. Al finalizar se realizó la observación de las colonias desarrolladas para el reporte correspondiente. Los resultados fueron reportados de acuerdo con el criterio utilizado por el laboratorio.

2.2.2. Caracterizar la composición fisicoquímica y el perfil de fibra dietética (soluble e insoluble) de la torta de coco, vinculando estas propiedades con su desempeño tecnofuncional y estabilidad reológica (viscosidad y sedimentación) en sistemas líquidos reconstituidos.

2.2.2.1. *Caracterización proximal y nutricional*

La composición proximal de la torta de coco residual se determinó mediante análisis de laboratorio basados en métodos estandarizados y en antecedentes de caracterización de harinas y tortas de coco. Estos análisis incluyeron humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra dietética

total, carbohidratos totales y energía. La caracterización permitió establecer la composición básica del ingrediente acondicionado. Además, sirvió como base para relacionar su composición con el comportamiento tecnofuncional de la muestra.

- **Humedad**

El contenido de humedad de la muestra se determinó mediante método gravimétrico en estufa. La muestra fue sometida a secado a 130°C hasta alcanzar peso constante. La pérdida de masa registrada se atribuyó principalmente a la eliminación de agua presente en la muestra. El análisis se realizó de acuerdo con el método AOAC 925.10 (AOAC, 2023).

- **Cenizas**

El contenido de cenizas totales se cuantificó mediante incineración de la muestra en mufla a 550°C hasta obtener un peso constante. Este procedimiento permitió eliminar la materia orgánica presente en la torta de coco residual. El residuo mineral obtenido después de la combustión fue pesado y expresado como porcentaje. El análisis se realizó con base en el método AOAC 923.03 (AOAC, 2023).

- **Proteína**

El contenido de proteína se determinó mediante el método Kjeldahl. Este análisis se basó en la cuantificación del nitrógeno total presente en la muestra. El valor obtenido fue convertido a porcentaje de proteína mediante el factor correspondiente. El procedimiento se desarrolló conforme el método AOAC 2001.11 (AOAC, 2023).

- **Fibra dietética total**

La fibra dietética total se determinó mediante el método gravimétrico-enzimático. La muestra fue sometida a digestión secuencial con α -amilasa termorresistente a temperaturas de 95-100°C, proteasa a temperatura de 60°C y amiloglucosidasa a 60°C. Este tratamiento permitió remover almidones y proteínas que podían interferir en la cuantificación. La fracción residual fue precipitada con etanol, filtrada, secada y pesada, aplicando las correcciones por cenizas y proteínas residuales según AOAC 985.29 (AOAC, 2023).

- **Fibra soluble e insoluble**

Las fracciones de fibra soluble e insoluble no fueron determinadas experimentalmente de forma independiente. Su estimación se realizó a partir de antecedentes bibliográficos sobre tortas residuales y harinas de coco. Esta aproximación permitió complementar el perfil de fibra

dietética de la muestra, considerando la distribución reportada para matrices derivadas del coco. Los valores estimados fueron utilizados como referencia para interpretar el comportamiento tecnofuncional y reológico del ingrediente (Trinidad et al., 2006).

- **Carbohidratos**

Los carbohidratos totales se calcularon por diferencia. Se restó del 100% la suma de los componentes determinados en el análisis proximal. Este cálculo consideró humedad, cenizas, proteína, grasa y fibra dietética total. El valor obtenido permitió completar la caracterización nutricional de la torta de coco residual.

- **Grasa**

El contenido de grasa se determinó como parte de la caracterización proximal de la torta de coco residual. El análisis se realizó mediante extracción de lípidos, de acuerdo con el método AOAC 2003.06, Ed 22, 2023. La fracción extraída fue cuantificada gravimétricamente y expresada como porcentaje de la muestra. Este parámetro permitió complementar la composición nutricional del ingrediente acondicionado.

- **Energía**

El valor energético se calculó a partir de los resultados de proteína, grasa y carbohidratos totales. Para este cálculo se aplicaron los factores de conversión de Atwater, considerando 4 kcal/g para proteína, 9 kcal/g para grasa y 4 kcal/g para carbohidratos. El resultado fue expresado en kcal por 100 g de muestra. Este parámetro permitió complementar la información nutricional del ingrediente acondicionado (FAO, 2003).

La evaluación de la composición proximal y el contenido de fibra dietética en matrices derivadas del coco ha sido reportada en estudios previos. Estos parámetros permiten comprender el potencial nutricional de la torta de coco residual. También contribuyen a explicar su comportamiento durante la hidratación, dispersión y reconstitución en sistemas líquidos. La información obtenida fue relacionada con las propiedades tecnofuncionales y reológicas evaluadas en etapas posteriores (Afoakwah et al., 2019; Ishak et al., 2023; Du et al., 2019).

2.2.2.2. *Análisis físicos*

Los análisis físicos comprendieron en la determinación de granulometría, densidad aparente, densidad real e índice de higroscopicidad. Estos parámetros permitieron caracterizar el comportamiento físico de la harina obtenida a partir de torta de coco residual. Las

determinaciones se realizaron con el fin de relacionar el tamaño de partícula, la compactación, la densidad del sólido y la absorción de humedad con su posible aplicación en alimentos. Los análisis se efectuaron por triplicado cuando correspondió.

- **Granulometría**

La granulometría se evaluó mediante tamizado, utilizando mallas de numeración 20, 40 y 60 además de la base o fondo colector. Este procedimiento permitió establecer la distribución del tamaño de partícula de la harina obtenida después de la molienda. Se registró la masa retenida en cada tamiz y se expresó como porcentaje respecto a la masa total inicial de la muestra. La metodología fue consistente con procedimientos utilizados para caracterizar harinas de origen vegetal (Marasinghe et al., 2021). Se realizó por triplicado y se calculó con la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Granulometría

$$\%R_i = \left(\frac{m_i}{M_t}\right) \times 100$$

Donde:

m_i : Masa de muestra retenida en el tamiz (g)

M_t : Masa total de la muestra inicial (g)

- **Densidad aparente**

La densidad aparente se determinó colocando una masa de 20 g de muestra en una probeta de 250 mL, sin aplicar compactación. Se registró el volumen ocupado por la harina dentro de la probeta. La relación entre la masa de muestra y el volumen aparente permitió calcular este parámetro. El análisis se realizó por triplicado, siguiendo criterios empleados para materiales en polvo de origen alimentario (Marasinghe et al., 2021). Se calculó por medio de la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Densidad aparente

$$\rho_{ap} = \frac{m}{V_{ap}}$$

Donde:

m : Masa de la harina (g)

V_{ap} : Volumen ocupado en una probeta graduada (mL)

- **Densidad real**

La densidad real se estimó mediante el desplazamiento de líquido, utilizando un picnómetro de 10 mL y una masa de 0,5 g de muestra seca. Primero, se registró el peso del picnómetro vacío. Luego, el picnómetro se llenó completamente con agua destilada y se registró el peso correspondiente. Después, se introdujo la masa conocida de muestra seca dentro del picnómetro y se completó el volumen restante con agua destilada, evitando la formación de burbujas de aire.

Finalmente se registró el peso del sistema conformado por picnómetro-muestra-líquido. Con estos datos se calculó el volumen desplazado por la muestra. A partir de este valor, se estimó la densidad real del material sólido. Este parámetro permitió determinar la densidad propia de las partículas de harina, excluyendo los espacios de aire presentes entre ellas. Se determinó por medio de la siguiente ecuación:

Ecuación 3. *Densidad real*

$$\rho_r = \frac{m_s \times \rho_l}{(W_{pl} - W_p) - (W_{psl} - W_p - m_s)}$$

Donde:

m_s : Masa de la muestra seca (g)

ρ_l : Densidad del líquido de desplazamiento (g/mL)

W_{pl} : Peso del picnómetro con líquido (g)

W_p : Peso del picnómetro vacío (g)

W_{psl} : Peso del picnómetro con muestra y líquido (g)

- **Índice de higroscopicidad**

El índice de higroscopicidad se determinó exponiendo 1 g de muestra previamente seca a una atmósfera de humedad controlada. Se preparó una solución saturada empleando aproximadamente 56,7 g de NaCl y agua destilada. La mezcla se mantuvo con sal no disuelta en el fondo del recipiente, como indicio de saturación. Esta solución se colocó dentro de un

deseccador, donde las muestras permanecieron durante una semana. Al finalizar este periodo de exposición, se registró la ganancia de peso de la muestra. Este valor permitió estimar la capacidad de la harina de torta de coco residual para absorber la humedad del ambiente. Se determinó por medio de la siguiente ecuación:

Ecuación 4. *Índice de higroscopicidad*

$$IH = \frac{P_F - P_I}{M} \times 100$$

Donde:

P_F : Peso final de la muestra (g)

P_I : Peso inicial de la muestra (g)

M : Masa de muestra seca (g)

2.2.2.3. Evaluación de propiedades tecnofuncionales

La evaluación de propiedades tecnofuncionales se realizó para determinar el comportamiento de la harina de torta de coco frente al agua y su desempeño en sistemas dispersos. Se analizó la capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento y viscosidad aparente en dispersión. Estos parámetros permitieron relacionar la composición rica en fibra gracias a la hidratación, expansión y comportamiento reológico del ingrediente. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

- **Capacidad de retención de agua**

La capacidad de retención de agua se determinó mezclando 1 g de la muestra con agua destilada en una proporción 1:10 (p/v). La suspensión se dejó en reposo por 1 hora para permitir la hidratación de las partículas. Luego, se centrifugó a 3000 rpm durante 15 minutos y se descartó el sobrenadante. El sedimento húmedo se pesó para calcular la cantidad de agua retenida por la muestra (Raghavendra et al., 2004). Se calculó con la siguiente ecuación:

Ecuación 5. *Capacidad de retención de agua*

$$CRA = \frac{(\text{Peso del sedimento húmedo} - \text{Peso de la muestra seca})}{\text{Peso de la muestra seca}}$$

Donde:

Peso del sedimento húmedo: Masa de la muestra después de hidratarse y centrifugarse (g).

Peso de la muestra seca: Cantidad inicial de muestra seca (g).

- **Capacidad de hinchamiento**

La capacidad de hinchamiento de la harina se determinó colocando un 1 g de muestra en una probeta graduada. A continuación, se añadió agua destilada hasta completar un volumen de 10 mL y la mezcla se agitó suavemente para favorecer la hidratación. La suspensión se dejó en reposo durante 1 hora a temperatura ambiente de laboratorio. Transcurrido este tiempo, se registró el volumen final ocupado por la muestra hidratada. La capacidad de hinchamiento se calculó mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 6. *Capacidad de hinchamiento*

$$CH = \frac{V_f - V_i}{m}$$

Donde:

CH: Capacidad de hinchamiento (mL/g)

V_f : Volumen final de la muestra hidratada (mL)

V_i : Volumen inicial de la muestra (mL)

m : Masa de la muestra seca (g)

Este procedimiento fue consistente con métodos utilizados para evaluar propiedades de hidratación en subproductos fibrosos de coco (Raghavendra et al., 2004). La capacidad de hinchamiento permitió estimar la expansión de las partículas en presencia de agua. Este parámetro se relacionó con la proporción de fibra presente en la harina. El análisis se realizó por triplicado.

- **Viscosidad aparente en dispersión**

La viscosidad aparente se determinó preparando suspensiones acuosas de harina de torta de coco al 6% (p/v). Para ello, se utilizaron 6 g de muestra en 100 mL de agua destilada. Las mezclas se homogeneizaron manualmente hasta lograr una dispersión uniforme y se dejaron reposar brevemente para reducir la espuma formada durante la agitación. La medición se realizó en un viscosímetro de Brookfield a 23,3 °C; empleando el rotor SP1 y una velocidad de 50 rpm.

Debido a la tendencia de la dispersión a sedimentar, la lectura se registró a los 15 segundos de iniciada la rotación. Este criterio permitió obtener un valor representativo antes de que ocurriera una separación evidente entre fases. El análisis se efectuó por triplicado. La determinación de propiedades funcionales y físicas en matrices con harina o torta de coco ha sido reportada previamente para este tipo de productos (Afoakwah et al., 2019; Ishak et al., 2023).

2.2.2.4. Evaluación tecnológica

La evaluación tecnológica se realizó con el fin de determinar el comportamiento de la harina de torta de coco residual en las formulaciones de premezclas para batidos. Se analizó la solubilidad, la viscosidad en matriz real, la mezclabilidad y la homogeneidad. Estos parámetros permitieron evaluar la capacidad del ingrediente para incorporarse, dispersarse y mantenerse estable en un sistema reconstituido. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

- **Solubilidad**

La solubilidad se determinó sobre la harina de torta de coco residual dispersando 1 g de muestra en 10 mL de agua destilada. La mezcla se agitó y se dejó en reposo durante 30 minutos a temperatura ambiente de laboratorio. Después, la suspensión se centrifugó a 3000 rpm durante 15 minutos. El residuo insoluble se recuperó y se sometió a secado en una balanza infrarroja a 120°C hasta obtener el peso del residuo seco. La solubilidad se calculó mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 7. Solubilidad

$$S = \frac{P_i - P_r}{P_i} \times 100$$

Donde:

S: Solubilidad (%)

P_i : Peso inicial de la muestra seca (g)

P_r : Peso del residuo insoluble seco (g)

El peso del residuo seco se utilizó para calcular la fracción soluble de la muestra. Este cálculo se realizó a partir de la diferencia entre el peso inicial de muestra y el peso del residuo insoluble seco. La determinación de la solubilidad permitió estimar el comportamiento del ingrediente

en sistemas alimentarios reconstituidos. Su aplicación en formulaciones fue interpretada con base en antecedentes sobre ingredientes ricos en fibra (Elleuch et al., 2011).

- **Viscosidad en la matriz real**

La viscosidad en la matriz real se evaluó preparando dispersiones de las formulaciones de la premezcla reconstituida en agua. Las muestras se prepararon simulando las condiciones de consumo del producto final. Las dispersiones se homogeneizaron manualmente hasta obtener una mezcla uniforme. Luego, la viscosidad se midió utilizando un viscosímetro Brookfield a 24°C.

La medición se realizó utilizando el rotor SP1, una velocidad de 90 rpm y una lectura a los 15 segundos de iniciada la rotación. La velocidad utilizada para este análisis fue mayor debido a una baja lectura a 50 rpm. Este análisis permitió estimar el comportamiento reológico de la premezcla reconstituida. La viscosidad constituye una propiedad tecnológica relevante en ingredientes ricos en fibra y en sistemas alimentarios reconstituidos (Elleuch et al., 2011).

- **Mezclabilidad y homogeneidad**

La mezclabilidad y homogeneidad se evaluaron en todas las formulaciones de la premezcla. Debido a que el saborizante y la lecitina se encontraban en forma líquida, estos se incorporaron inicialmente a una fracción de los ingredientes secos para facilitar su distribución evitando la formación de aglomerados. Después, la mezcla se integró con el resto de los componentes de la formulación. Las muestras se mezclaron manualmente hasta obtener una distribución uniforme del ingrediente dentro de la matriz evaluando la homogeneidad. Una vez obtenida la mezcla, se evaluó la humectación, la presencia de grumos, la dispersión y la sedimentación reconstituyendo en agua para evaluar la mezclabilidad.

Esta prueba se evaluó cualitativamente mediante una escala ordinal de tres puntos. En esta escala, el valor 3 representó el comportamiento más favorable, el valor 2 indicó un comportamiento intermedio y el valor 1 correspondió al comportamiento menos favorable. Los resultados obtenidos se evaluaron mediante la prueba de Kruskal Wallis en el software IBM SPSS Statistics. La evaluación se realizó por triplicado para cada formulación. Este análisis permitió estimar la capacidad de la harina para integrarse de manera homogénea en formulaciones destinadas a bebidas instantáneas. El procedimiento fue consistente con criterios empelados para analizar ingredientes ricos en fibra y su desempeño en sistemas alimentarios reconstituidos (Elleuch et al., 2011; Ishak et al., 2023).

2.2.3. Evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de torta de coco en una premezcla para batidos sobre la aceptabilidad sensorial.

2.2.3.1. Diseño de formulaciones

Se desarrollaron formulaciones de premezclas para batidos con diferentes niveles de inclusión de harina de torta de coco residual como fuente de fibra dietética. Los niveles de inclusión considerados fueron 0%, 2%, 5% y 10%. Estos tratamientos permitieron evaluar el efecto de la incorporación de la harina sobre el comportamiento tecnológico y sensorial del producto. La selección final de las formulaciones se realizó con base en ensayos preliminares de factibilidad tecnológica.

Los demás ingredientes de la premezcla se mantuvieron constantes entre tratamientos. La maltodextrina fue el único componente ajustado por balance de masa para completar el 100% de cada formulación. Este criterio permitió modificar únicamente el nivel de harina de torta de coco sin alterar la estructura general de la mezcla. El uso de subproductos ricos en fibra en formulaciones alimentarias ha sido reportado como una estrategia útil para mejorar el perfil nutricional y funcional de los alimentos (Elleuch et al., 2011). La composición de cada tratamiento y el ajuste proporcional de maltodextrina se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5. *Formulación de las premezclas con diferentes niveles de incorporación de harina de torta de coco*

Ingrediente	F0 (%)	F1 (%)	F2(%)	F3 (%)
Leche en polvo	35,00	35,00	35,00	35,00
Azúcar	30,00	30,00	30,00	30,00
Maltodextrina (por balance)	33,35	31,35	28,35	23,35
Saborizante de coco	0,30	0,30	0,30	0,30
Harina de torta de coco	0,00	2,00	5,00	10,00
Espesante (goma xantana)	0,50	0,50	0,50	0,50
Emulsificante (lecitina)	0,30	0,30	0,30	0,30
Sal	0,15	0,15	0,15	0,15

Antiaglomerante (SiO_2)	0,40	0,40	0,40	0,40
TOTAL	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia

2.2.3.2. *Evaluación sensorial*

La evaluación sensorial se realizó con el fin de determinar la aceptabilidad de las formulaciones de premezclas para batidos elaboradas con diferentes niveles de harina de torta de coco residual. Las muestras fueron preparadas mediante reconstitución de la premezcla en agua, simulando las condiciones de consumo del producto final. La prueba aplicada fue de tipo afectiva, orientada a consumidores, mediante una escala hedónica de cinco puntos. Este tipo de escala permite valorar el grado de agrado o desagrado frente a un producto alimenticio (Lawless y Heymann, 2010). Los participantes calificaron atributos como:

- Sabor
- Aroma
- Textura
- Aceptabilidad general

La escala hedónica utilizada fue la siguiente:

1= Me disgusta mucho

2= Me disgusta

3= Ni me gusta ni me disgusta

4= Me gusta

5= Me gusta mucho

El panel estuvo conformado por 30 consumidores habituales de batidos y bebidas reconstituidas. Los participantes fueron seleccionados entre estudiantes y personal académico de la institución. Como criterios de inclusión, se consideró que no fueran fumadores, no presentaron afecciones respiratorias al momento de la prueba y contaran con disponibilidad de tiempo. Antes de la evaluación, se realizó una inducción breve de 60 minutos sobre el uso de la escala, reconocimiento de sabores básicos y aromas primarios asociados al coco.

Las formulaciones fueron evaluadas en tres lotes independientes para considerar la repetibilidad de preparación de la premezcla. Cada lote fue evaluado por un grupo de 10

consumidores, hasta completar un total de 30 participantes. Esta organización permitió obtener tres repeticiones por formulación, manteniendo las mismas condiciones de preparación y reconstitución. Las muestras se presentaron de forma aleatoria, codificadas con números aleatorios de tres dígitos, en orden aleatorizado y a temperatura ambiente.

Los datos obtenidos correspondieron a variables ordinales, debido al uso de una escala hedónica. Por ello, se aplicó estadística no paramétrica para el análisis de los tratamientos. La prueba de Friedman se utilizó para determinar diferencias significativas entre formulaciones evaluadas, considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$. Para detectar diferencias comparando por pares, se aplicó la prueba de Wilcoxon. El procesamiento estadístico se realizó en el software IBM SPSS Statistics. Los resultados se organizaron en una tabla, incluyendo los valores de significancia de la prueba de Friedman, las medianas por comparación y las pruebas de Wilcoxon para contrastes por pares

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Acondicionamiento de la torta de coco

3.1.1. Balance de masa del protocolo de acondicionamiento

En la Tabla 6 se presenta el balance de masa del protocolo de acondicionamiento aplicado a la torta de coco residual. En ella se observa que la masa útil final fue de 1,09 kg. El cambio más evidente ocurrió después del lavado-escurrido, etapa en la que la masa pasó de 1,50 kg a 4,35 kg. Este aumento no corresponde a una ganancia real de materia, sino al efecto de la absorción de agua por parte de la torta de coco.

Tabla 6. Balance de masa del protocolo de acondicionamiento

Corrida	Masa inicial (kg)	Masa después de limpieza (kg)	Masa después de lavado- escurrido (kg)	Masa después del secado (kg)	Masa después de molienda (kg)	Masa retenida en tamiz 20 (kg)	Masa útil para análisis (kg)
1	1,55	1,50	4,35	1,23	1,23	0,14	1,09

El lavado y el escurrido se consideraron como una sola etapa dentro del balance de masa, ya que no se realizó un pesado intermedio entre ambas operaciones. Por esta razón, el escurrido se asumió como una continuación directa del lavado. En la etapa de secado, la masa descendió de 4,35 kg a 1,23 kg, lo que evidenció que gran parte del incremento previo correspondía al agua retenida. Este comportamiento coincide con lo reportado por Shakeela et al. (2024). Los autores indican que los subproductos de coco ricos en fibra presentan alta capacidad de absorción, retención de agua e hinchamiento en medios acuosos. Estas propiedades pueden influir de forma importante en las operaciones de acondicionamiento y en el rendimiento final del material.

3.1.2. Balance de masa del proceso de secado

En la Tabla 7 se presenta el balance de masa de la etapa de secado dentro del protocolo de acondicionamiento. En esta operación se observa una disminución importante de la masa, atribuida principalmente a la eliminación del agua retenida durante el lavado-escurrido. Por lo tanto, la mayor fracción de masa removida correspondió a humedad. La torta de coco ingresó a la estufa con una humedad de 72,71 % y salió con una humedad final de 3,24 %, lo que

confirma la efectividad del secado en la reducción de contenido de agua. Esta disminución no implicó pérdidas significativas de sólidos, sino la salida del agua previamente absorbida.

Tabla 7. *Balance de masa del proceso de secado*

Corrida	Humedad post-escurrida (%)	Masa de entrada al secador (kg)	Sólidos secos en el material (kg)	Humedad final (%)	Masa de salida del secador (kg)	Agua residual en el producto (kg)	Agua evaporada en el secador (kg)
1	72,71	4,35	1,19	3,24	1,23	0,04	3,13

Este resultado coincide con lo reportado por Assawarachan (2021) en estudios sobre residuos de coco. El autor señala que el secado cumple un papel clave en la reducción de la humedad, la estabilización del material y la prolongación de su vida útil. La humedad final obtenida en este estudio fue de 3,24 %, valor inferior al 5,21 % reportado por Adsare y Annapure (2024) para harina de coco parcialmente desgrasada. Esta condición indica que el protocolo permitió obtener una torta de coco deshidratada y estable para su posterior uso.

3.1.3. Rendimientos del protocolo de acondicionamiento

La Tabla 8 presenta los rendimientos del protocolo de acondicionamiento, tanto global como por etapa. En este estudio, el acondicionamiento corresponde al conjunto de operaciones aplicadas a la torta de coco residual, que incluyó limpieza, lavado-escurrido, secado, molienda y tamizado. La limpieza mostró un rendimiento alto, lo que indica que la pérdida de la torta fue baja. En cambio, durante la etapa de lavado-escurrido se observó una ganancia aparente de masa. Este resultado se relaciona con la absorción de agua por parte de la matriz fibrosa. Por otra parte, el rendimiento del secado fue menor, debido a la eliminación de la humedad incorporada previamente.

Tabla 8. *Rendimientos del protocolo de acondicionamiento de la torta de coco residual*

Corrida	Rendimiento de limpieza (%)	Ganancia aparente por lavado (%)	Rendimiento del secado (%)	Rendimiento de molienda (%)	Rendimiento útil respecto al tamizado (%)	Rendimiento global útil (%)
1	96,77	290,27	28,74	100	88,35	70,00

En este caso, la reducción de masa no corresponde a una pérdida de materia útil, sino principalmente al proceso de deshidratación. En la molienda, no se evidenciaron pérdidas de masa; por esta razón, el rendimiento se consideró del 100 %. El tamizado mostró que la mayor parte de la harina se concentró en fracciones aprovechables. En conjunto, el rendimiento global útil indica que el protocolo permitió recuperar una fracción importante del material para los análisis posteriores.

3.1.4. Balance de energía del secado

En la Tabla 9 se presentan los resultados del balance de energía del proceso de secado. La mayor parte de la energía se destinó a la evaporación del agua contenida en la torta de coco. En este tipo de procesos, la energía requerida para evaporar el agua supera a la necesaria para calentar los sólidos o el agua residual. Así, la etapa de secado se convierte en la más demandante desde el punto de vista energético.

Tabla 9. *Balance de energía del secado*

Corrida	Q sólidos (kJ)	Q agua (kJ)	Q evaporación (kJ)	Q total (kJ)	Q total (kWh)
1	171,7	14,14	8165,92	8351,76	2,32

Este resultado coincide con lo reportado por Çengel y Ghajar (2020) en estudios de secado de materiales alimentarios. Según estos autores, la mayor fracción del consumo energético está asociada al cambio de fase del agua. Los resultados obtenidos reflejan que la energía total estuvo dominada por la evaporación. En consecuencia, el control de la humedad inicial de la torta de coco es importante, ya que influye directamente en los requerimientos energéticos del secado.

3.1.5. Potencia térmica promedio

En la Tabla 10 se presenta la potencia térmica promedio del proceso de secado. Este parámetro expresa la cantidad de energía utilizada por unidad de tiempo durante la operación (Çengel & Ghajar, 2020). Por ello permite relacionar la energía total requerida con la duración del proceso. En este estudio, el valor obtenido fue relativamente bajo en comparación con la energía total requerida. Esto se explica porque el proceso se llevó a cabo en varias tandas, debido a la capacidad limitada de la estufa. Como resultado, el tiempo total de secado se incrementó. Aunque la energía total del proceso fue considerable, su distribución en un periodo prolongado dio lugar a una potencia térmica promedio reducida.

Tabla 10. *Potencia térmica promedio del secado*

Corrida	Energía total (kWh)	Tiempo total de secado (h)	Potencia térmica promedio (kW)	Potencia térmica promedio (W)
1	2,32	45	0,05	51,60

Este resultado es característico de sistemas de secado por lotes. Según Çengel y Ghajar (2020), el tiempo de operación influye directamente en la potencia del proceso. El valor de potencia obtenido no refleja una baja demanda energética del sistema. Responde a una operación extendida en el tiempo. En condiciones de mayor capacidad o en sistemas continuos, la potencia requerida podría ser mayor. Esto ocurriría incluso si la energía total se mantiene similar.

3.1.6. Análisis microbiológicos

En la Tabla 11 se presentan los resultados de los análisis microbiológicos realizados a la torta de coco residual luego del acondicionamiento. Este análisis se llevó a cabo en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL). El parámetro de coliformes registró un valor <10 UFC/g, mientras que los mohos presentaron valores <10 UPM/g. Estos resultados evidencian un adecuado control higiénico durante el procesamiento. Este comportamiento es consistente con lo establecido por el Ministerio de Salud del Perú (2008) para mezclas en seco de uso instantáneo.

Tabla 11. *Resultados de análisis microbiológicos*

Parámetro	Método/Referencia	Resultado
Coliformes totales (UFC/g)	PE01-7.2-MB AOAC R.I.:110402. Ed. 22, 2023	<10
Mohos (UPM/g)	PE-02-7.2-MB AOAC 997.02. Ed. 22, 2023	<10

Según esta normativa, los límites máximos para coliformes y mohos corresponden a 10^2 UFC/g. Por lo tanto, los valores obtenidos cumplen con los criterios microbiológicos establecidos. Esto indica que el acondicionamiento aplicado fue efectivo para garantizar la

inocuidad del producto. No se realizó comparación con normativa ecuatoriana debido a la ausencia de criterios microbiológicos específicos para este tipo de matrices alimentarias.

3.1.7. Diagrama de planta y equipos

El diseño de la planta piloto para el acondicionamiento de torta de coco residual presenta una distribución basada en la separación de zonas sanitarias: zona negra, zona gris y zona blanca. Esta organización permite un flujo ordenado del proceso desde la recepción hasta el producto final, como se observa en la Figura 2. De forma complementaria, la distribución de los equipos en la Figura 3 evita el cruce entre materia prima y producto procesado reduciendo el riesgo de contaminación cruzada. La configuración del sistema sigue un flujo tipo “U”, lo que facilita la continuidad de las operaciones y el aprovechamiento del espacio.

Aunque en el plano no se muestra de forma explícita una puerta posterior a la desinfección, se asume un acceso exclusivo para el traslado de la torta lavada hacia el área de secado. El personal ingresaría a la zona blanca por el acceso establecido, cumpliendo previamente con las medidas de higiene. Según el Codex Alimentarius (2020), este control es clave para mantener la integridad sanitaria del proceso. La presencia de una selladora dentro del área de procesamiento permite cerrar adecuadamente las muestras antes de su envío al laboratorio microbiológico evitando contaminaciones externas. De la misma manera, la inclusión del laboratorio dentro del diseño facilita el control de calidad del producto.

A nivel normativo, no existe una regulación específica para este tipo de plantas en Ecuador. Sin embargo, la distribución cumple con los principios de Buenas Prácticas de Manufactura establecidos por la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria, ARCSA (2015). Estos lineamientos se encuentran en concordancia con el Codex Alimentarius. Se garantiza la separación de áreas, el control de flujos y condiciones higiénicas adecuadas. En síntesis, el diseño es funcional y adecuado para una planta piloto de 50 kg/día. Integra correctamente las operaciones del proceso bajo criterios básicos de inocuidad. La selección y función de los equipos se detallan en la Tabla 12.

Tabla 12. Función y descripción de los equipos

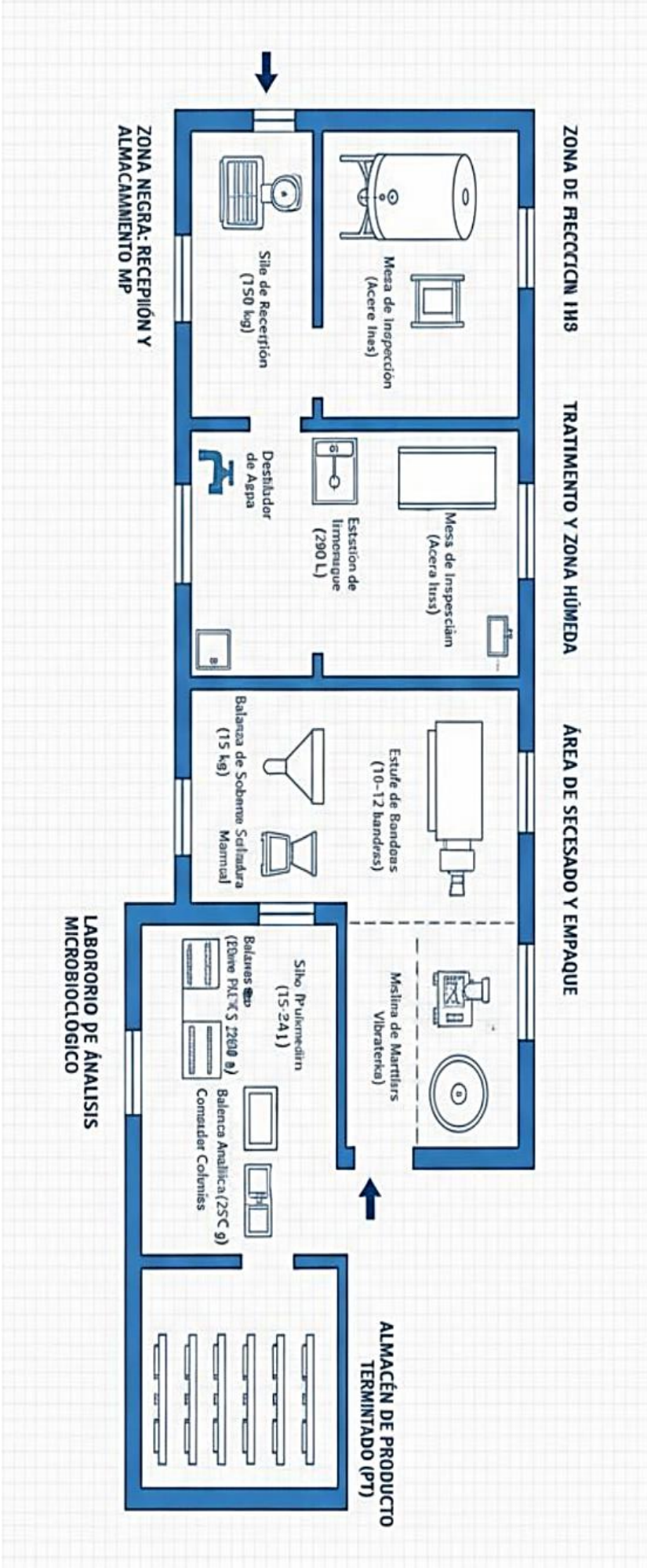
Zona	Equipo	Descripción	Función
Zona negra	<i>Báscula de plataforma</i>	Capacidad 200 kg, precisión 50 g	Determinar el peso

Zona negra	<i>Silo de recepción</i>	150 kg, material grado alimenticio	Almacenar temporalmente la materia prima
Zona negra	<i>Transpaleta manual</i>	Equipo estándar de transporte	Facilitar el movimiento
Zona gris	<i>Mesa de inspección</i>	Acero inoxidable 304	Realizar limpieza manual y selección
Zona gris	<i>Tanque de inmersión</i>	200 L	Ejecitar la desinfección con solución química
Zona gris	<i>Estación de enjuague</i>	Grifería con filtración	Retirar residuos de desinfectante
Zona gris	<i>Destilador de agua</i>	5-10 L/h	Proveer agua para procesos y soluciones
Zona blanca	<i>Estufa de bandejas</i>	10-12 bandejas, aire forzado	Reducir la humedad mediante el secado térmico
Zona blanca	<i>Molino de martillos</i>	2-3 HP, 10 kg/h	Reducir el tamaño de partícula
Zona blanca	<i>Tamizadora vibratoria</i>	Mallas 20-40-60	Clasificar el producto por granulometría
Zona blanca	<i>Silo pulmón/tolva</i>	50 kg	Regular flujo antes del envasado
Zona blanca	<i>Balanza de sobremesa</i>	15 kg de, precisión 1 g	Pesar el producto final
Zona blanca	<i>Selladora de banda</i>	Continua o de pedal	Sellar envases y muestras
Zona blanca	<i>Codificadora manual</i>	Loteador térmico	Identificar lote y fechas

Laboratorio	<i>Autoclave</i>	18-24 L	Esterilizar material microbiológico
Laboratorio	<i>Incubadoras</i>	24°C y 35°C	Incubar mohos, levaduras y coliformes
Laboratorio	<i>Balanza analítica</i>	200 g	Pesar muestras con alta precisión
Laboratorio	<i>Contador de colonias</i>	Digital con lupa	Cuantificar microorganismos
Laboratorio	<i>Cabina de flujo laminar</i>	Área estéril	Realizar siembra microbiológica
Almacén	<i>Estanterías metálicas</i>	Elevadas 15 cm	Almacenar producto terminado

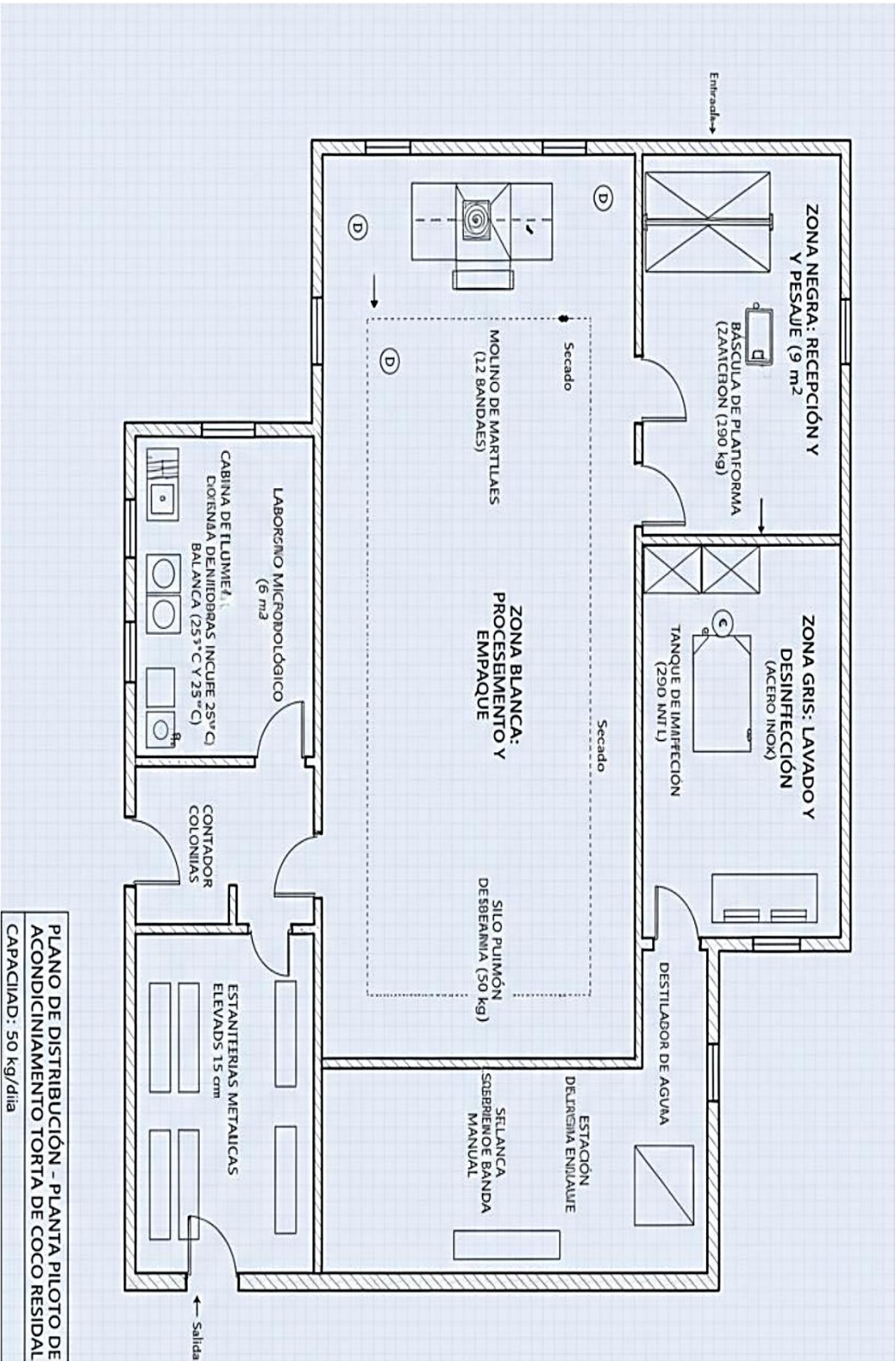
Nota. La selección de equipos y capacidades se basó en los requerimientos de procesamiento de alimentos deshidratados y criterios de diseños de plantas piloto (Fellows, 2017).

Figura 4. Diagrama general de flujo y distribución de áreas de la planta piloto para el acondicionamiento de la torta de coco residual



Elaboración propia

Figura 7. Plano de distribución física de la planta piloto con zonificación sanitaria



Elaboración propia

3.2. Caracterización fisicoquímica y evaluación de las propiedades físicas, tecnofuncionales, estabilidad de la torta de coco residual

3.2.1. Caracterización proximal

En la Tabla 13 se representan los resultados de la caracterización proximal de la harina de torta de coco, realizada en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL). La composición muestra un alto contenido de fibra dietética (44,3 %), acompañado de niveles moderados de proteína (19,0 %) y grasa (16,7 %). Este perfil confirma su potencial como ingrediente funcional. Es consistente con lo reportado por Trinidad et al. (2006) para subproductos del coco, caracterizados por su alto contenido de fibra dietética.

Tabla 13. Resultados de la caracterización proximal

Parámetro	Método/Referencia	Resultado
Humedad (%)	AOAC Ed. 22, 2023 925.10	4,81
Proteína (%)	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	19,0
Grasa (%)	AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	16,7
Cenizas (%)	AOAC Ed. 22, 2023 923.03	1,96
Fibra dietética total (%)	AOAC Ed. 22, 2023 985.29	44,3
Carbohidratos (%)	Cálculo	13,0
Energía (kcal/100 g)	Cálculo	279

El contenido de humedad (4,81 %) indica una adecuada estabilidad del producto. Valores bajos limitan el crecimiento microbiano y favorecen la conservación en matrices deshidratadas. Este valor corresponde al protocolo de acondicionamiento. En el proceso corregido se registró una humedad de 3,24 % posterior al secado, lo que evidencia una mejora en la eficiencia del proceso. La diferencia se atribuye tanto a las condiciones operativas como al método de determinación de humedad. El análisis gravimétrico empleado se realizó bajo condiciones controladas.

En cuanto a las cenizas (1,96 %), se observa una presencia moderada de minerales, sin afectar la calidad del producto. El contenido de carbohidratos (13,0 %) y el valor energético (279 kcal/100 g) resultan relativamente bajos frente a harinas convencionales. Esto se relaciona con el alto contenido de fibra reportado para estos materiales, como indican Trinidad et al. (2006).

Los parámetros de grasa y valor energético se incluyeron como información complementaria. No formaban parte de los requerimientos principales de la investigación. En conjunto, estos resultados muestran que la torta de coco residual presenta una composición adecuada para su incorporación en premezclas. Su uso es especialmente relevante en productos orientados a incrementar el aporte de fibra dietética.

3.2.2. Perfil de fibra dietética

En la Tabla 14 se presenta la estimación de la fracción de fibra dietética de la torta de coco residual. Se obtuvo un valor de 41,3 % de fibra insoluble y 2,3 % de fibra soluble, a partir de un contenido total de 44,3 %. Estos resultados muestran un claro predominio de la fracción insoluble. Esta distribución es característica de subproductos del coco.

Tabla 14. Caracterización de fibra de la torta de coco

Parámetro	Valor
Fibra dietética total (%)	44,3
Fibra insoluble estimada (%)	41,3
Fibra soluble estimada (%)	2,7

Nota. La fibra insoluble y soluble fueron estimadas a partir de la fibra dietética total mediante proporciones reportadas en la literatura para harina de coco (Trinidad et al., 2006), debido a que el método empleado (AOAC 985.29) no permite su determinación directa.

Esta estimación se realizó debido a la limitación del método disponible en el laboratorio. Se tomó como referencia la composición reportada en la literatura, donde la fibra dietética está constituida mayoritariamente por fracción insoluble, como indican Trinidad et al. (2006). Sin embargo, estos valores deben interpretarse como una aproximación. La distribución de fibra puede variar según la materia prima y el procesamiento. Además, esta fracción no fue determinada de forma directa en este estudio.

Aun así, la tendencia observada es coherente con lo esperado para este tipo de matriz. La torta de coco residual conserva principalmente componentes estructurales como la fibra insoluble tras la extracción de aceite. En este sentido, los resultados proporcionan una referencia útil del perfil de fibra del producto. Sin embargo, no sustituyen una determinación analítica específica.

3.2.3. Propiedades físicas

3.2.3.1. Distribución granulométrica de la torta de coco residual

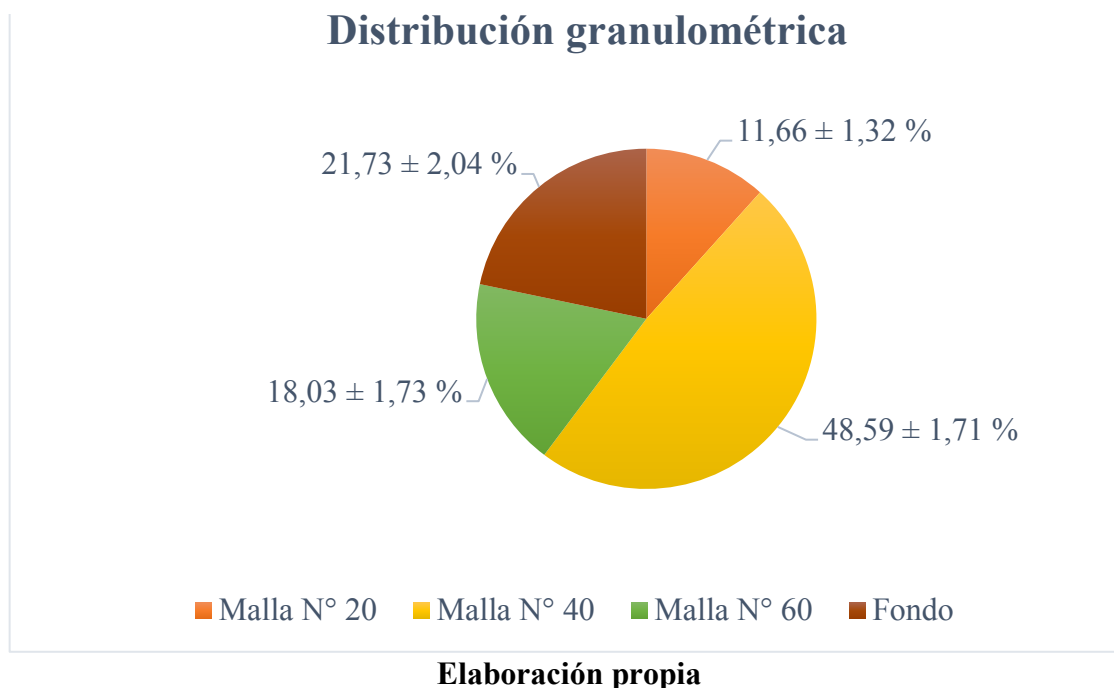
En la Tabla 15 se presentan los resultados del análisis granulométrico de la harina de torta de coco residual. La mayor proporción de partículas se retuvo en la malla N°40 ($48,59 \pm 1,71$ %), seguida del fondo ($21,73 \pm 2,04$ %) y la malla N°60 ($18,03 \pm 1,73$ %). La menor fracción corresponde a la malla N°20 ($11,66 \pm 1,32$ %). Esta distribución se observa con mayor claridad en la Figura 4, donde predominan partículas de tamaño intermedio.

Tabla 15. Propiedades físicas: granulometría de la torta de coco residual

Tamiz	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	Media $\pm$ DE
Malla N° 20	11,60	13,00	10,37	$11,66 \pm 1,32$
Malla N° 40	50,40	47,00	48,37	$48,59 \pm 1,71$
Malla N° 60	16,80	20,00	17,28	$18,03 \pm 1,73$
Fondo	21,20	20,00	23,98	$21,73 \pm 2,04$

Nota. Los valores corresponden al porcentaje de muestra retenida en cada fracción del tamizado, los resultados se expresan como media $\pm$ desviación estándar de tres repeticiones.

Figura 10. Distribución de granulometría



Este comportamiento es coherente con el perfil de fibra previamente estimado, donde predomina la fracción insoluble, la cual presenta una estructura rígida y fibrosa. Según Fellows (2017), estas características dificultan la reducción uniforme del tamaño de partícula durante la molienda. Como resultado, se obtiene una distribución heterogénea con presencia de fracciones medianas y finas. En términos generales, la granulometría obtenida es adecuada para su aplicación en premezclas, ya que un tamaño de partícula intermedio favorece la dispersión del producto. Sin embargo, la presencia de fracciones finas podría influir en la sedimentación y en la estabilidad de sistemas reconstituidos.

3.2.3.2. *Propiedades físicas de la torta de coco residual*

La Tabla 16 presenta las propiedades físicas de la torta de coco residual. La densidad aparente (0,18 g/mL) fue menor que la densidad real (0,62 g/mL), lo que indica la presencia de una estructura porosa con espacios de aire entre las partículas. Esta diferencia es característica de materiales fibrosos, donde la forma irregular y la baja compactación reducen la densidad. El índice de higroscopicidad (4,84 %) evidencia una capacidad moderada de absorción de humedad. Esta propiedad se relaciona con la interacción del producto con la humedad del ambiente. Según Fellows (2017), esta capacidad depende de la composición y la estructura del material.

Tabla 16. *Propiedades físicas de la torta de coco residual*

Parámetro	Unidad	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Media ± DE
<i>Densidad aparente</i>	g/mL	0,1818	0,1819	0,1818	0,18 ± 0,00
<i>Densidad real</i>	g/mL	0,5967	0,6258	0,6321	0,62 ± 0,02
<i>Índice de higroscopicidad</i>	%	5,39	4,45	4,66	4,84 ± 0,49

Nota. Los resultados se expresan como media ± desviación estándar de tres repeticiones.

3.2.4. *Propiedades tecnofuncionales*

La Tabla 17 presenta las propiedades tecnofuncionales de la torta de coco residual. La capacidad de retención de agua (7,05 g/g) y la capacidad de hinchamiento (5,97 mL/g) evidencian una alta afinidad por el agua. Esta respuesta es coherente con el elevado contenido de fibra dietética previamente reportado. En particular, la fracción insoluble, posee una estructura porosa que favorece la absorción y retención de agua.

Tabla 17. *Propiedades tecnofuncionales de la torta de coco residual*

Parámetro	Unidad	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Media $\pm$ DE
Capacidad de retención de agua	g agua/g muestra seca	6,98	7,15	7,03	7,05 $\pm$ 0,09
Capacidad de hinchamiento	mL/g	5,97	5,98	5,96	5,97 $\pm$ 0,01
Viscosidad aparente en dispersión	mPa·s	48,4	53,2	52,2	51,27 $\pm$ 2,53

Nota. Los resultados se expresan como media $\pm$ desviación estándar de tres repeticiones.

La viscosidad aparente (51,27 mPa·s) indica una dispersión de baja a moderada consistencia. Esto sugiere que, a pesar del alto contenido de fibra, no se forma una estructura altamente espesa. Dicha característica se asocia al predominio de fibra insoluble, que aporta cuerpo sin generar soluciones viscosas como señala Fellows (2017). En términos generales, la torta de coco residual presenta propiedades adecuadas para su incorporación en premezclas, al combinar alta retención de agua con una viscosidad moderada.

3.2.5. *Propiedades tecnológicas*

3.2.5.1. *Solubilidad*

En la Tabla 18 se presentan los resultados de solubilidad de la torta de coco residual, con un valor promedio de $31,61 \pm 1,33$ %. Este resultado indica una solubilidad moderada, coherente con el alto contenido de fibra dietética previamente reportado. La baja solubilidad se asocia al predominio de fibra insoluble, que no se disuelve en agua y limita la fracción soluble del material. Como consecuencia, solo una parte de componentes se dispersa en el medio, mientras que el resto permanece en fase sólida. Esta condición es característica de materiales ricos en fibra, donde la solubilidad depende de la proporción de compuestos solubles como señala Fellows (2017). La solubilidad obtenida sugiere una posible tendencia a la sedimentación en sistemas reconstituídos, aspecto que debe considerarse para su aplicación en premezclas.

Tabla 18. *Propiedades tecnológicas: solubilidad de la torta de coco residual*

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Media	Desviación estándar
<i>Solubilidad (%)</i>	33,03	30,41	31,38	31,61	1,33

3.2.5.2. Viscosidad en la matriz real

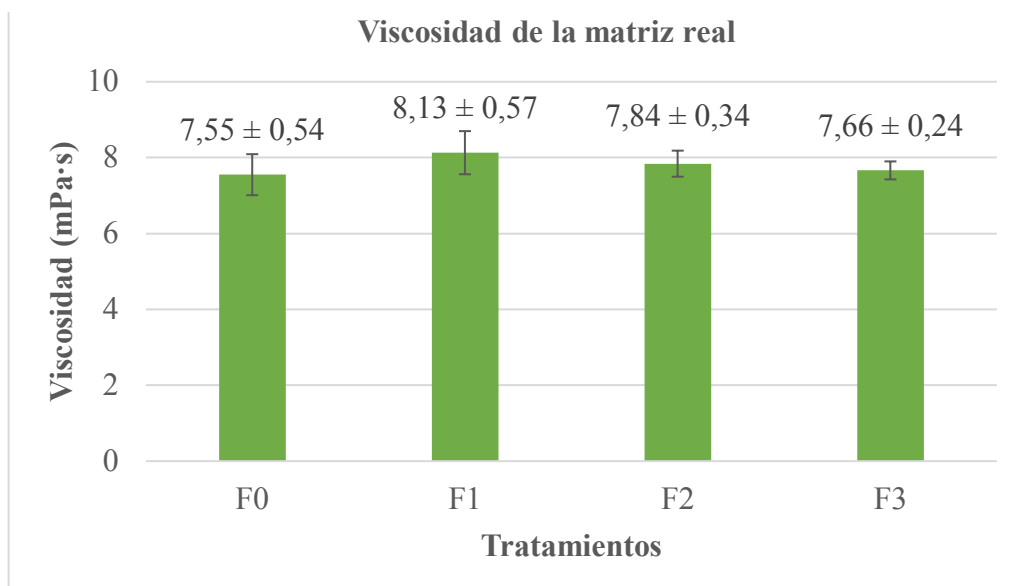
En la Tabla 19 se presentan los valores de viscosidad de las dispersiones para los diferentes tratamientos (F0-F3). Se observan valores bajos y relativamente similares entre sí, con un rango entre 7,55 y 8,13 mPa·s. Esta tendencia se aprecia con mayor claridad en la Figura 5, donde no se evidencian diferencias marcadas entre tratamientos.

Tabla 19. *Propiedades tecnológicas-viscosidad en la matriz real*

Tratamiento	Réplica 1 (mPa·s)	Réplica 2 (mPa·s)	Réplica 3 (mPa·s)	Media ± DE
<i>F0</i>	8,13	7,06	7,46	7,55 ± 0,54
<i>F1</i>	7,53	8,66	8,20	8,13 ± 0,57
<i>F2</i>	7,46	7,93	8,13	7,84 ± 0,34
<i>F3</i>	7,40	7,86	7,73	7,66 ± 0,24

Nota. Los resultados se expresan como media ± desviación estándar de tres repeticiones. F0 corresponde a la formulación control sin nada de torta de coco, F1 corresponde a la formulación con adición de 2%, F2 corresponde a 5% y F3 corresponde a 10% de incorporación de torta de coco.

Figura 13. Viscosidad de las formulaciones reconstituidas con diferentes niveles de inclusión de torta de coco residual



Nota. Los valores corresponden a la media de tres repeticiones, las barras de error representan la desviación estándar en unidades de mPa·s. La lectura se registró a los 15 segundos iniciada la medición por problemas de sedimentación.

Esta respuesta se asocia al predominio de fibra insoluble, que aporta estructura sin incrementar de manera considerable la viscosidad de las dispersiones. A diferencia de la fibra soluble, no forma sistemas altamente viscosos. Según Elleuch et al. (2011), la viscosidad en ingredientes ricos en fibra depende del tipo y la proporción de fibra presente. Además, la baja variabilidad entre tratamientos sugiere que el nivel de incorporación no fue suficiente para modificar de forma significativa la resistencia al flujo del sistema. En consecuencia, la viscosidad obtenida es propia de bebidas de baja consistencia, lo cual puede resultar favorable para su aceptación en productos reconstituidos.

3.2.5.3. Mezclabilidad

En las Tablas 21 y 22 presentadas en anexos, se muestran los resultados de la prueba de mezclabilidad. La humectación presentó valores constantes de 3 en todos los tratamientos. Esto se confirma estadísticamente con la prueba de Kruskal-Wallis al no evidenciar diferencias significativas ($p = 1,000$). Por lo tanto, la incorporación de torta de coco residual no afectó la interacción inicial con el agua. En contraste, los parámetros de grumos, dispersión y sedimentación mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0,012$). Esto indica que el nivel de incorporación influye en el sistema.

A medida que aumenta la cantidad de torta de coco, disminuye la dispersión y se incrementa la formación de grumos y la sedimentación. Los tratamientos F0 y F1 presentaron mejores condiciones de dispersión y menor sedimentación, mientras que F3 mostró el comportamiento menos favorable. Esta tendencia es coherente con el perfil de fibra previamente determinado. El predominio de fibra insoluble limita la solubilidad y favorece la presencia de partículas que no se mantienen en suspensión. Además, la baja viscosidad del sistema contribuye a la sedimentación, al no generar suficiente resistencia al movimiento de las partículas, como señala Elleuch et al. (2011).

3.2.5.4. Homogeneidad

La evaluación de homogeneidad se representa en la Tabla 23 de anexos. Los tratamientos F0 y F1 mostraron una distribución uniforme en las tres capas (superior, media e inferior), lo que indica una adecuada estabilidad del sistema. En el caso de F2, se observaron ligeras variaciones en la capa media, manteniéndose una distribución aceptable. Por otro lado, el tratamiento F3 presentó diferencias más marcadas, con partículas más finas en la parte superior y más gruesas en la inferior, lo que evidencia una leve segregación.

Esta tendencia concuerda con los resultados de granulometría y solubilidad previamente discutidos. La presencia de partículas de distinto tamaño, junto con la baja solubilidad, favorece la separación de fases. A medida que aumenta el contenido de torta de coco, la heterogeneidad del sistema se incrementa. Esto se debe a la influencia de la fibra insoluble, que no se dispersa completamente y tiende a sedimentar. En consecuencia, niveles elevados de incorporación pueden reducir la estabilidad física de la mezcla reconstituida y favorecer una distribución menos homogénea de las partículas.

3.3. Formulación y evaluación sensorial

3.3.1. Formulación de la premezcla con torta de coco residual

Durante la formulación se realizó un ajuste en la proporción del saborizante con el fin de mejorar la percepción sensorial del producto. Para mantener constante la composición total de la mezcla, se modificó proporcionalmente el contenido de maltodextrina. Este ajuste permitió conservar la base de formulación entre tratamientos y evitar variaciones no controladas en la premezcla. Este criterio fue importante para que los cambios observados se relacionaran principalmente con el nivel de inclusión de torta de coco residual.

3.3.2. Análisis sensorial de las formulaciones

La Tabla 20 presenta los resultados de la evaluación sensorial de las premezclas elaboradas con diferentes niveles de incorporación de torta de coco residual. La prueba de Friedman no evidenció diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$) para sabor, aroma, textura y aceptabilidad general. Esto indica que la incorporación de torta de coco residual no modificó de forma significativa la percepción sensorial del producto. Las medianas registradas se mantuvieron cercanas a valores de aceptación favorables en todos los tratamientos.

Tabla 20. *Evaluación sensorial de las formulaciones*

Atributo	P- Friedman	Estadístico	F1-F0	F2-F0	F3-F0	F2-F1	F3-F1	F3-F2
Sabor	0,842	Mediana 1	3,5	4	4	4	4	4
		Mediana 2	4	4	4	3,5	3,5	4
		R-	12	10	12	9	11	10
		R+	8	12	9	12	13	10
		E=	10	8	9	9	6	10
		Sig. Asin.	0,370	0,933	0,484	0,373	0,770	0,658
Aroma	0,246	Mediana 1	4	4	3	4	3	3
		Mediana 2	4	4	4	4	4	4
		R-	14	14	12	5	9	11
		R+	7	9	6	10	11	7
		E=	9	7	12	15	10	12
		Sig. Asin.	0,153	0,765	0,255	0,282	0,872	0,489
Textura	0,236	Mediana 1	3	4	3	4	3	3
		Mediana 2	4	4	4	3	3	4
		R-	13	11	17	9	11	13
		R+	8	12	8	12	8	6
		E=	9	7	5	9	11	11
		Sig. Asin.	0,388	0,975	0,148	0,373	0,280	0,083

	Mediana 1	4	4	4	4	4	4	4
	Mediana 2	4	4	4	4	4	4	4
Acceptabilidad 0,153	R-	12	10	17	8	10	11	
	R+	6	10	8	13	8	4	
	E=	12	10	5	9	12	15	
	Sig. Asin.	0,138	0,729	0,075	0,275	0,349	0,068	

Nota. F0 corresponde a la formulación control sin nada de torta de coco, F1 corresponde a la formulación con adición de 2%, F2 corresponde a 5% y F3 corresponde a 10% de incorporación de torta de coco. La Sig. Asin., corresponde a la obtenida en la prueba de Wilcoxon.

En las comparaciones pareadas se observaron algunas tendencias entre tratamientos, aunque sin diferencias estadísticamente significativas al 5%. En varios atributos, especialmente sabor, textura y aceptabilidad general, el tratamiento F2 presentó una mayor proporción de rangos positivos frente a otros tratamientos. Esto evidencia una ligera tendencia favorable hacia niveles intermedios de incorporación de torta de coco residual. Por otro lado, F3 mostró en ciertos casos una mayor presencia de rangos negativos, principalmente en aroma y textura, indicando ligeramente menos favorables.

Los resultados obtenidos guardan coherencia con las propiedades tecnológicas evaluadas previamente. La baja viscosidad y la solubilidad moderada podrían influir ligeramente en la percepción de textura y uniformidad. A pesar de ello, las formulaciones mantuvieron una aceptación favorable por parte de los panelistas. Esto demuestra que la torta de coco residual puede incorporarse en premezclas sin comprometer su aceptabilidad sensorial.

En el atributo de aceptabilidad general no se evidenciaron diferencias significativas con un nivel de confianza del 95%. No obstante, al considerar un nivel de significancia del 10%, las comparaciones pareadas F3-F0 y F3-F2 presentarían diferencias significativas. Esto muestra una posible disminución de la aceptación en formulaciones con mayor nivel de incorporación. Sin embargo, esta tendencia no fue suficientemente marcada bajo el criterio estadístico convencional del 5%.

De manera general, los niveles de incorporación evaluados resultaron adecuados para la formulación de premezclas reconstituidas. La estabilidad de las puntuaciones sensoriales evidencia el potencial de la torta de coco residual para ser utilizada como ingrediente funcional. Además, su incorporación permite incrementar el aporte de fibra dietética sin generar cambios importantes en la aceptación del producto. En conjunto, los resultados obtenidos cumplen con el objetivo planteado para la evaluación sensorial.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

El acondicionamiento de la torta de coco residual permitió obtener un ingrediente con características adecuadas para su incorporación en una premezcla para batidos. El proceso incluyó limpieza, lavado, escurrido, secado, molienda. La humedad final del material fue de 3,24%, mientras que el rendimiento global útil alcanzó el 70%. Además, los resultados microbiológicos mostraron coliformes totales menores a 10 UFC/g y mohos menores a 10 UPM/g.

La torta de coco residual presentó una composición adecuada para su aprovechamiento como ingrediente funcional. El contenido de fibra dietética total fue de 44,3%, con predominio de la fracción insoluble estimada. Esta fracción alcanzó 41,3%, mientras que la fibra soluble estimada fue de 2,7%. Este perfil permite relacionar el material con una mayor retención de agua e hinchamiento en sistemas líquidos.

Las propiedades tecnofuncionales confirmaron que la torta de coco residual interactúa favorablemente con el agua. La capacidad de retención de agua fue de 7,05 g agua/g muestra seca. La capacidad de hinchamiento alcanzó 5,97 mL/g y la solubilidad fue de 31,6%. En la matriz reconstituida, la viscosidad se mantuvo baja, con valores entre 7,55 y 8,13 mPa·s.

La evaluación de mezclabilidad y homogeneidad mostró un comportamiento variable entre tratamientos. La humectación no presentó diferencias significativas entre las formulaciones. En cambio, los atributos grumos, dispersión y sedimentación sí evidenciaron diferencias. Este comportamiento se asoció con el aumento de torta de coco y con la presencia predominante de fibra insoluble.

La evaluación sensorial indicó que la inclusión de torta de coco no afectó significativamente la aceptación del batido. Los atributos sabor, aroma, textura y aceptabilidad general no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Las medianas se mantuvieron alrededor de la categoría “me gusta”. Por ello, la torta de coco residual puede incorporarse como fuente de fibra dietética hasta cierto punto, sin comprometer la percepción sensorial del producto.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda controlar cuidadosamente la etapa de secado de la torta de coco residual. Esta operación influye en la humedad final, la estabilidad del ingrediente y su calidad microbiológica. Es conveniente mantener uniforme el espesor de capa en las bandejas. También se debe controlar el tiempo y temperatura de trabajo.

Se sugiere mejorar la reducción de tamaño y el tamizado del material acondicionado. Una granulometría más uniforme puede favorecer la dispersión de la torta de coco en la premezcla. Esto ayudaría a reducir la formación de grumos durante la reconstitución. Además, podría disminuir la sedimentación del producto final.

Se recomienda evaluar la estabilidad de la premezcla durante el almacenamiento. Para ello, se deben considerar humedad, higroscopicidad, formación de aglomerados y cambios microbiológicos. Sería útil valorar posibles variaciones sensoriales durante el tiempo de conservación. Estos datos permitirían establecer condiciones adecuadas de almacenamiento.

Se sugiere determinar experimentalmente las fracciones de fibra soluble e insoluble. En este trabajo, estas fracciones fueron estimadas a partir de información bibliográfica. Su medición directa permitiría interpretar mejor el comportamiento tecnofuncional del ingrediente. Esto fortalecería la relación entre fibra, viscosidad, sedimentación y capacidad de hidratación.

Se recomienda probar ajustes tecnológicos en futuras formulaciones de la premezcla. Entre ellos, se podrían considerar tiempos de mezclado más prolongados o una reducción adicional del tamaño de partícula. Asimismo, se puede evaluar el uso de estabilizantes permitidos en alimentos. Estas alternativas ayudarían a mejorar la homogeneidad sin afectar la aceptabilidad sensorial.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias bibliográficas

- Adsare, S. R., & Annapure, U. S. (2024). Partially defatted coconut flour as a functional ingredient in replacement of refined wheat flour for development of fiber rich muffins. *Journal of Food Science and Technology*, 61(3), 491–502. <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05857-2>
- Afoakwah, N. A., Owusu, J., & Owusu, V. (2019). *Characteristics of Coconut (Cocos nucifera) Flour and Its Application in Cake*. *Asian Food Science Journal*, 13(1), 1–11. <https://doi.org/10.9734/afsj/2019/v13i130095>
- AOAC International. (2023). *Official methods of analysis of AOAC International* (22nd ed.). AOAC International.
- ARCSA. (2015). *Normativa técnica sanitaria sustitutiva de Buenas Prácticas de Manufactura para alimentos procesados*. Registro Oficial.
- Ariyaratna, P., Mizera, P., Walkowiak, J., & Dziedzic, K. (2025). Physicochemical and functional properties of soluble and insoluble dietary fibers in whole grains and their health benefits. *Foods*, 14(14), 2447. <https://doi.org/10.3390/foods14142447>
- Assawarachan, R. (2021). *Effects of moisture content and drying method on shelf life and quality of coconut residue*. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 56(2), 443–450. <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.56.2.36>
- Beveridge, F. C., Kalaipandian, S., Yang, C., & Adkins, S. W. (2022). *Fruit Biology of Coconut (Cocos nucifera L.)*. *Plants*, 11(23), 3293. <https://doi.org/10.3390/plants11233293>
- Çengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2020). *Heat and mass transfer: Fundamentals and applications* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Codex Alimentarius. (2020). *General principles of food hygiene (CXC 1-1969, Rev. 2020)*. FAO/WHO. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/>
- Du, X., Bai, X., Gao, W., & Jiang, Z. (2019). Properties of soluble dietary fibre from defatted coconut flour obtained through subcritical water extraction. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 1390-1404. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14071>

- Du, X., Wang, L., Huang, X., Jing, H., Ye, X., Gao, W., Bai, X., & Wang, H. (2021). Effects of different extraction methods on structure and properties of soluble dietary fiber from defatted coconut flour. *LWT*, 143, 111031. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111031>
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, 124(2), 411–421. 421. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>
- Espinoza, E., & Morales, L. (2024). *El aceite vegetal en Ecuador: ¿un sector rentable y con poder de mercado? Cuestiones Económicas*, 34(2), 215–251. <https://doi.org/10.47550/34.2.6>
- Fellows, P. J. (2017). *Food processing technology: Principles and practice* (5th ed.). Woodhead Publishing.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2003). *Food energy: Methods of analysis and conversion factors*. FAO Food and Nutrition Paper 77. FAO.
- GBIF Secretariat. (2023). *GBIF Backbone Taxonomy* (Checklist dataset). <https://doi.org/10.15468/39omei>
- International Association for the Properties of Water and Steam. (2018). *Revised release on the IAPWS formulation 1995 for the thermodynamic properties of ordinary water substance for general and scientific use*. IAPWS.
- Ishak, Z., Khalid, K. H., Hussin, F., Che Mohd Noor, N. M. F., & Hashim, M. F. (2023). *Physico-chemical Properties Evaluation and Characteristics of Instant Cereal from Coconut Cake*. *Asian Food Science Journal*, 22(9), 1–10. DOI: 10.9734/afsj/2023/v22i9653
- Jiang, H., Zhang, N., Xie, L., Li, G., Chen, L., & Liao, Z. (2025). A comprehensive review of the rehydration of instant powders: Mechanisms, influencing factors, and improvement strategies. *Foods*, 14(16), 2883. <https://doi.org/10.3390/foods14162883>
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: Principles and practices* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>
- Marasinghe, S. S. K., Yalegama, C., Pathirana, D. T. H., & Marikkar, J. M. N. (2021). *The Physical and Functional Properties of Partially Defatted Coconut Testa Flour*. *CORD*, 37, 11–22. <https://doi.org/10.37833/cord.v37i.424>

- Ministerio de Salud del Perú. (2008). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01)*.
- Moreno-Miranda, C., & Dries, L. K. E. (2024). Circular economy intentions in the fruit and vegetable sector of Central Ecuador. *Ecological Economics*, 219, 108056. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.108056>
- Moreno-Miranda, C., Palacios, H., & Rama, D. (2020). Small-holders perception of sustainability and chain coordination: Evidence from Arriba PDO Cocoa in Western Ecuador. *Bio-Based and Applied Economics*, 8(3), 279–295. <https://doi.org/10.13128/bae-9448>
- Patra, T., Rinnan, Å., & Olsen, K. (2021). *The physical stability of plant-based drinks and the analysis methods thereof*. *Food Hydrocolloids*, 118, 106770. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106770>
- Raghavendra, S. N., Rastogi, N. K., Raghavarao, K. S. M. S., & Tharanathan, R. N. (2004). *Dietary fiber from coconut residue: Effects of different treatments and particle size on the hydration properties*. *European Food Research and Technology*, 218, 563–567. <https://doi.org/10.1007/s00217-004-0889-2>
- Shakeela, H., Mohan, K., & Nisha, P. (2024). Unlocking a nutritional treasure: Health benefits and sustainable applications of spent coconut meal. *Sustainable Food Technology*, 2, 497–505. <https://doi.org/10.1039/D3FB00247K>
- Suhag, R., Kellil, A., & Razem, M. (2024). Factors influencing food powder flowability. *Powders*, 3(1), 65–76. <https://doi.org/10.3390/powders3010006>
- Trinidad, T. P., Mallillin, A. C., Valdez, D. H., Loyola, A. S., Askali-Mercado, F. C., Castillo, J. C., Encabo, R. R., Masa, D. B., Maglaya, A. S., & Chua, M. T. (2006). Dietary fiber from coconut flour: A functional food. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 7(4), 309–317. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2004.04.003>
- Ueda, J. M., Morales, P., Fernández-Ruiz, V., Ferreira, A., Barros, L., Carocho, M., & Heleno, S. A. (2023). Powdered foods: Structure, processing, and challenges: A review. *Applied Sciences*, 13(22), 12496. <https://doi.org/10.3390/app132212496>
- Vinocunga-Pillajo, D. R., & Jiménez Tamayo, F. M. (2024). Análisis de las propiedades funcionales de productos a partir de subproductos agroindustriales: Revisión

sistemática. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*, 10(1), 1–15. 29.
<https://doi.org/10.59410/RACYT-v10n01ep01-0153>, Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología

Vo, T. P., Duong, N. H. N., Phan, T. H., Mai, T. P., & Nguyen, D. Q. (2022). Optimized cellulase-hydrolyzed deoiled coconut cake powder as wheat flour substitute in cookies. *Foods*, 11(17), 2709. <https://doi.org/10.3390/foods11172709>

Zahroh, N. L., Mojiono, M., Faridz, R., & Purwandari, U. (2023). Incorporation of defatted coconut flour into purple sweet potato crackers: A study on texture and colour characteristics. *Food Research*, 7(6), 290–296.
[https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(6\).042](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(6).042)

ANEXOS

Anexo A: Cálculos

Datos Iniciales

Masa inicial: 1,55 kg

Pérdida en limpieza: 0,05 kg

Masa después de limpieza: 1,50 kg

Masa después de lavado-escurrido: 4,354 kg

Humedad post-escurrido: 72,709%

Humedad final del producto seco: 3,241%

Nota. La humedad determinada luego del proceso del secado fue determinada por medio de balanza infrarroja con la finalidad de verificar que la torta llegó a su secado ideal.

Anexo 1. Balance de masa del acondicionamiento

Ecuación 8. Balance de masa del material húmedo

$$m_{total} = m_{agua} - m_{sólidos secos}$$

Donde:

m_{total} = Masa total húmeda después del lavado/escurrido

m_{agua} = Masa de agua retenida en el material húmedo

$$\frac{m_{total}}{m_{total}} = \frac{m_{agua}}{m_{total}} + \frac{m_s}{m_{total}}$$

$$1 = X_w + \frac{m_s}{m_{total}}$$

$$\frac{m_s}{m_{total}} = 1 - X_w$$

Ecuación 9. Fracción de sólidos

$$\text{Fracción de sólidos} = 1 - X_i$$

Donde:

X_i = Humedad del material lavado que ingresa al secado

$$(m_{total}) \times \frac{m_s}{m_{total}} = m_{total} \times (1 - X_w)$$

Ecuación 10. *Masa de sólidos secos presentes en el material lavado/escurrido*

$$m_s = m_{total} \times (1 - X_i)$$

Donde:

m_s = Masa de sólidos secos después del lavado/escurrido

m_{total} = Masa total húmeda después del lavado y escurrido

X_i = Humedad del material lavado que ingresa al secado

$1 - X_i$ = Fracción de sólidos

Ecuación 11. *Masa final después del secado*

$$m_f = \frac{m_s}{1 - X_f}$$

Donde:

X_f = Humedad final en base húmeda del material después del secado

Nota. m_f se calculó a partir de la conservación de la materia seca durante el secado, considerando que la masa de sólidos secos permanece constante y que la variación de masa se debe principalmente a la eliminación de agua.

- **Cálculos**

- ✓ ***Fracción de sólidos***

$$\text{Fracción de solidos} = 1 - 0,72709$$

$$\text{Fracción de solidos} = 0,27291$$

- ✓ ***Masa de sólidos secos presentes en la torta lavada/escurrida***

$$m_s = 4,354 \text{ kg} \times (1 - 0,72709)$$

$$m_s = 1,18825 \text{ kg}$$

✓ *Masa final después del secado*

$$m_f = \frac{1,18825 \text{ kg}}{1 - 0,03241}$$

$$m_f = 1,22805 \text{ kg}$$

Anexo 2. Balance de masa del secado

Ecuación 12. *Balance global de masa en el secado*

$$m_{\text{entrada}} = m_{\text{sólidos}} + m_{\text{agua residual}} + m_{\text{agua evaporada}}$$

$$m_f = m_{\text{sólidos}} + m_{\text{agua residual}}$$

Ecuación 13. *Masa de agua residual*

$$m_{\text{agua residual}} = m_f - m_s$$

$$m_{\text{entrada}} = m_f + m_{\text{agua evaporada}}$$

Ecuación 14. *Masa de agua evaporada*

$$m_{\text{agua evaporada}} = m_{\text{entrada}} - m_f$$

• **Cálculos**

✓ *Masa de agua residual*

$$m_{\text{agua residual}} = 1,22805 \text{ kg} - 1,18825 \text{ kg}$$

$$m_{\text{agua residual}} = 0,0398 \text{ kg}$$

✓ *Masa de agua evaporada*

$$m_{\text{agua evaporada}} = 4,354 \text{ kg} - 1,228 \text{ kg}$$

$$m_{\text{agua evaporada}} = 3,126 \text{ kg}$$

Anexo 3. Rendimientos del proceso de acondicionamiento

Ecuación 15. *Rendimiento por etapa*

$$\text{Rendimiento de etapa (\%)} = \frac{\text{Masa de salida}}{\text{Masa de entrada}} \times 100$$

Ecuación 16. *Rendimiento global por corrida*

$$\text{Rendimiento global útil (\%)} = \frac{\text{Masa útil final}}{\text{Masa inicial de la corrida}} \times 100$$

- **Cálculos**

- ✓ **Limpieza**

$$\text{Rendimiento limpieza (\%)} = \frac{1,50 \text{ kg}}{1,55 \text{ kg}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento limpieza (\%)} = 96,77\%$$

- ✓ **Lavado**

$$\text{Ganancia aparente por lavado (\%)} = \frac{4,354 \text{ kg}}{1,50 \text{ kg}} \times 100$$

$$\text{Ganancia aparente por lavado (\%)} = 290,27\%$$

- ✓ **Secado**

$$\text{Rendimiento secado (\%)} = \frac{1,228 \text{ kg}}{4,354 \text{ kg}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento secado (\%)} = 28,21\%$$

- ✓ **Molienda**

$$\text{Rendimiento molienda (\%)} = \frac{1,228 \text{ kg}}{1,228 \text{ kg}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento molienda (\%)} = 100\%$$

- ✓ **Tamizado total**

$$\text{Rendimiento tamizado total (\%)} = \frac{1,228 \text{ kg}}{1,228 \text{ kg}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento tamizado total (\%)} = 100\%$$

- **Fracción útil respecto al tamizado (# 40, 60 y Base)**

$$\text{Rendimiento útil tamizado (\%)} = \frac{1,085 \text{ kg}}{1,228 \text{ kg}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento útil tamizado (\%)} = 88,35\%$$

✓ **Rendimiento global**

$$\text{Rendimiento global útil (\%)} = \frac{1,085 \text{ kg}}{1,550 \text{ kg}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento global útil (\%)} = 70\%$$

Nota. La humedad determinada luego del proceso del secado fue determinada por medio de balanza infrarroja con la finalidad de verificar que la torta llegó a su secado ideal.

Anexo 4. Balance de energía

Ecuación 17. *Calor sensible para sólidos*

$$Q_s = m \times C_p \times \Delta T$$

Ecuación 18. *Calor sensible del agua residual*

$$Q_{\text{agua}} = m \times C_p \times \Delta T$$

Ecuación 19. *Calor para evaporación*

$$Q_{\text{evaporación}} = m_{\text{evap}} \times (C_{p_{\text{agua}}} \times \Delta T + \lambda)$$

Ecuación 20. *Requerimiento energético*

$$Q_{\text{total}} = Q_s + Q_{\text{agua}} + Q_{\text{evaporación}}$$

Condiciones para el cálculo

$T_{a\text{inicial}}$: 15 °C

T_{secado} : 100°C

$C_{p_{\text{agua}}}$: 4,18 kJ/kg °C

$C_{p_{\text{sólidos}}}$: 1,7 kJ/kg °C

λ (calor latente de vaporización): 2257 kJ/kg

Nota. Se consideró un calor latente de vaporización del agua de 2257 kJ/kg a 100 °C, correspondiente a la entalpía de vaporización del agua saturada a presión atmosférica según las propiedades termodinámicas reportadas por IAPWS (2018).

$$\Delta T = 100\text{ }^{\circ}\text{C} - 15\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 85^{\circ}\text{C}$$

- **Cálculos**

- ✓ ***Calor sensible de sólidos***

$$Q_s = 1,18825\text{ kg} \times \left(1,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^{\circ}\text{C}}\right) \times 85^{\circ}\text{C}$$

$$Q_s = 171,70\text{ kJ}$$

- ✓ ***Calor sensible del agua residual***

$$Q_{\text{agua}} = 0,0398\text{ kg} \times \left(4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^{\circ}\text{C}}\right) \times 85^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{agua}} = 14,14\text{ kJ}$$

- ✓ ***Calor para evaporación***

$$Cp_{\text{agua}} \times \Delta T = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^{\circ}\text{C}} \times 85\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Cp_{\text{agua}} \times \Delta T = 355,3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$Q_{\text{evaporación}} = 3,126\text{ kg} \times \left(355,3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 2257 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)$$

$$Q_{\text{evaporación}} = 8165,92\text{ kJ}$$

- ✓ ***Energía total***

$$Q_{\text{total}} = 171,70\text{ kJ} + 14,14\text{ kJ} + 8165,92\text{ kJ}$$

$$Q_{\text{total}} = 8351,76\text{ kJ}$$

$$Q_{\text{total}} = 2,32\text{ kWh}$$

Anexo 5. Potencia térmica promedio

Ecuación 21. Potencia térmica

$$P = \frac{Q}{t}$$

*500 g × tanda, 5 horas

$$\frac{4,354 \text{ kg}}{0,5 \text{ kg}} = 8,71$$

$$8,71 = 9 \text{ tandas}$$

$$9 \text{ tandas} \times 5 \text{ horas} = 45 \text{ horas}$$

- **Cálculos**

✓ *Potencia térmica promedio*

$$P = \frac{2,32 \text{ kWh}}{45 \text{ h}}$$

$$P = 0,0516 \text{ kW}$$

$$P = 51,6 \text{ W}$$

Anexo 6. Estimación fibra insoluble y soluble

- **Fibra insoluble**

$$\text{Fibra insoluble estimada} = 44,3 \times 0,933$$

$$\text{Fibra insoluble estimada} = 41,3 \%$$

- **Fibra soluble**

$$\text{Fibra soluble estimada} = 44,3 \times 0,062$$

$$\text{Fibra soluble estimada} = 2,7 \%$$

Anexo 7. Cálculo granulometría

$$\%R_i = \left(\frac{m_i}{M_t} \right) \times 100$$

- **R1**

✓ *Tamiz #20*

$$\%R_{20} = \left(\frac{29 \text{ g}}{250 \text{ g}} \right) \times 100$$

$$\%R_{20} = 11,6$$

✓ **Tamiz #40**

$$\%R_{40} = \left(\frac{126\text{ g}}{250\text{ g}}\right) \times 100$$

$$\%R_{40} = 50,4$$

✓ **Tamiz #60**

$$\%R_{60} = \left(\frac{42\text{ g}}{250\text{ g}}\right) \times 100$$

$$\%R_{60} = 16,8$$

✓ **Base**

$$\%R_{base} = \left(\frac{53\text{ g}}{250\text{ g}}\right) \times 100$$

$$\%R_{base} = 21,2$$

• **R2**

✓ **Tamiz #20**

$$\%R_{20} = \left(\frac{13\text{ g}}{100\text{ g}}\right) \times 100$$

$$\%R_{20} = 13$$

✓ **Tamiz #40**

$$\%R_{40} = \left(\frac{47\text{ g}}{100\text{ g}}\right) \times 100$$

$$\%R_{40} = 47$$

✓ **Tamiz #60**

$$\%R_{60} = \left(\frac{20\text{ g}}{100\text{ g}}\right) \times 100$$

$$\%R_{60} = 20$$

✓ **Base**

$$\%R_{base} = \left(\frac{20\text{ g}}{100\text{ g}}\right) \times 100$$

$$\%R_{base} = 20$$

• **R3**

✓ **Tamiz #20**

$$\%R_{20} = \left(\frac{51\text{ g}}{492\text{ g}}\right) \times 100$$

$$\%R_{20} = 10,37$$

✓ **Tamiz #40**

$$\%R_{40} = \left(\frac{238\text{ g}}{492\text{ g}}\right) \times 100$$

$$\%R_{40} = 48,37$$

✓ **Tamiz #60**

$$\%R_{60} = \left(\frac{85\text{ g}}{492\text{ g}}\right) \times 100$$

$$\%R_{60} = 17,28$$

✓ **Base**

$$\%R_{base} = \left(\frac{118\text{ g}}{492\text{ g}}\right) \times 100$$

$$\%R_{base} = 23,98$$

Anexo 8. Densidad aparente

$$\rho_{ap} = \frac{m}{V_{ap}}$$

• **R1**

$$\rho_{ap} = \frac{20,001\text{ g}}{110\text{ ml}}$$

$$\rho_{ap} = 0,1818 \frac{g}{ml}$$

- **R2**

$$\rho_{ap} = \frac{20,010 \text{ g}}{110 \text{ ml}}$$

$$\rho_{ap} = 0,1819 \frac{g}{ml}$$

- **R3**

$$\rho_{ap} = \frac{20,000 \text{ g}}{110 \text{ ml}}$$

$$\rho_{ap} = 0,1818 \frac{g}{ml}$$

Anexo 9. Densidad real

$$\rho_r = \frac{m_s \times \rho_l}{(W_{pl} - W_p) - (W_{psl} - W_p - m_s)}$$

- **R1**

$$\rho_r = \frac{0,5 \text{ g} \times 1 \text{ g/mL}}{(20,549 \text{ g} - 10,981 \text{ g}) - (20,211 \text{ g} - 10,981 \text{ g} - 0,5 \text{ g})}$$

$$\rho_r = 0,5967 \text{ g/mL}$$

- **R2**

$$\rho_r = \frac{0,5 \text{ g} \times 1 \text{ g/mL}}{(20,549 \text{ g} - 10,981 \text{ g}) - (20,250 \text{ g} - 10,981 \text{ g} - 0,5 \text{ g})}$$

$$\rho_r = 0,6258 \text{ g/mL}$$

- **R3**

$$\rho_r = \frac{0,5 \text{ g} \times 1 \text{ g/mL}}{(20,549 \text{ g} - 10,981 \text{ g}) - (20,258 \text{ g} - 10,981 \text{ g} - 0,5 \text{ g})}$$

$$\rho_r = 0,6321 \text{ g/mL}$$

Anexo 10. Índice de higroscopicidad

$$IH = \frac{P_F - P_I}{M} \times 100$$

- **R1**

$$IH = \frac{1,0552 \text{ g} - 1,0012 \text{ g}}{1,0012 \text{ g}} \times 100$$

$$IH = 5,39 \%$$

- **R2**

$$IH = \frac{1,0459 \text{ g} - 1,0013 \text{ g}}{1,0013 \text{ g}} \times 100$$

$$IH = 4,45 \%$$

- **R3**

$$IH = \frac{1,0479 \text{ g} - 1,0012 \text{ g}}{1,0012 \text{ g}} \times 100$$

$$IH = 4,66 \%$$

Anexo 11. Capacidad de retención de agua

$$CRA = \frac{(\text{Peso del sedimento húmedo} - \text{Peso de la muestra seca})}{\text{Peso de la muestra seca}}$$

- **R1**

$$CRA = \frac{(7,9910 \text{ g} - 1,0010 \text{ g})}{1,0010 \text{ g}}$$

$$CRA = 6,983$$

- **R2**

$$CRA = \frac{(8,1597 \text{ g} - 1,0010 \text{ g})}{1,0010 \text{ g}}$$

$$CRA = 7,152$$

- **R3**

$$CRA = \frac{(8,0335 \text{ g} - 1,0010 \text{ g})}{1,0010 \text{ g}}$$

$$CRA = 7,025$$

Anexo 12. Capacidad de hinchamiento

$$CH = \frac{V_f - V_i}{m}$$

- **R1**

$$CH = \frac{10 \text{ mL} - 4 \text{ mL}}{1,005 \text{ g}}$$

$$CH = 5,97 \frac{\text{mL}}{\text{g}}$$

- **R2**

$$CH = \frac{10 \text{ mL} - 4 \text{ mL}}{1,003 \text{ g}}$$

$$CH = 5,98 \frac{\text{mL}}{\text{g}}$$

- **R3**

$$CH = \frac{10 \text{ mL} - 4 \text{ mL}}{1,007 \text{ g}}$$

$$CH = 5,96 \frac{\text{mL}}{\text{g}}$$

Anexo 13. Solubilidad

$$S = \frac{P_i - P_r}{P_i} \times 100$$

- **R1**

$$S = \frac{1,002 \text{ g} - 0,671 \text{ g}}{1,002 \text{ g}} \times 100$$

$$S = 33,03 \%$$

- **R2**

$$S = \frac{1,003 \text{ g} - 0,698 \text{ g}}{1,003 \text{ g}} \times 100$$

$$S = 30,41 \%$$

- **R3**

$$S = \frac{1,007 \text{ g} - 0,691 \text{ g}}{1,007 \text{ g}} \times 100$$

$$S = 31,38 \%$$

Anexo B: Tablas

Tabla 21. *Prueba de mezclabilidad de la premezcla por tratamiento*

Tratamiento	Réplicas	Humectación	Grumos	Dispersión	Sedimentación
0	1	3	3	3	3
0	2	3	3	3	3
0	3	3	3	3	3
1	1	3	3	3	2
1	2	3	3	3	2
1	3	3	3	3	2
2	1	3	2	3	2
2	2	3	2	3	2
2	3	3	2	3	2
3	1	3	2	2	1
3	2	3	2	2	1
3	3	3	2	2	1

Nota. Escala de evaluación: 3 = muy buena, 2 = media y 1 = baja.

Tabla 22. *Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para mezclabilidad*

Atributo	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asintótica
Humectación	0,000	3	1,000
Grumos	11,000	3	0,012
Dispersión	11,000	3	0,012
Sedimentación	11,000	3	0,012

Nota. Se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia de 0,05. Valores de $p < 0,05$ indican diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 23. *Evaluación visual de la homogeneidad de la premezcla por tratamiento*

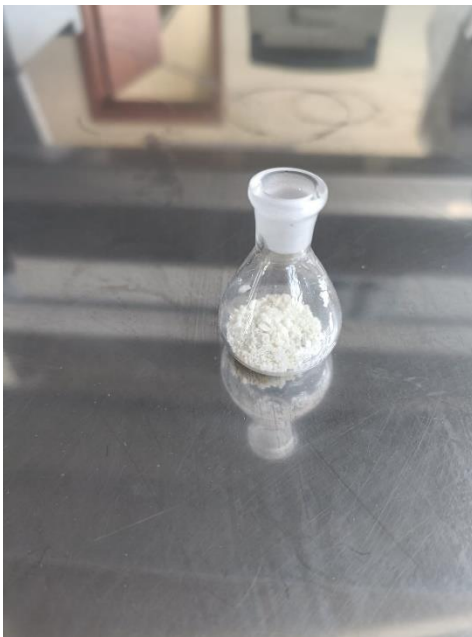
Tratamiento	Superior	Media	Inferior	Evaluación
F0	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Homogénea
F1	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Homogénea
F2	Uniforme	Ligeras variaciones	Uniforme	Homogeneidad adecuada
F3	Más fina	Irregular	Más gruesa	Leve segregación

Nota. La evaluación se realizó mediante observación visual de la distribución de partículas en zonas superior, media e inferior de la muestra.

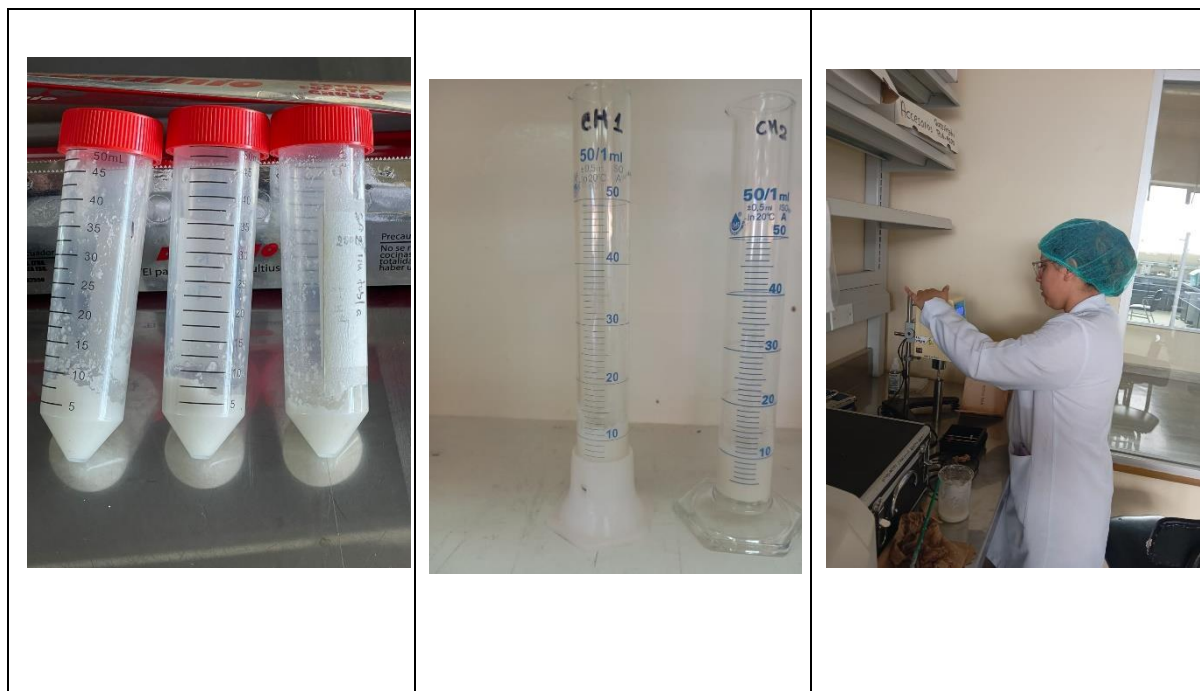
Anexo C: Fotografías y ficha de evaluación sensorial



Anexo 14. *Protocolo de acondicionamiento de la torta de coco residual*



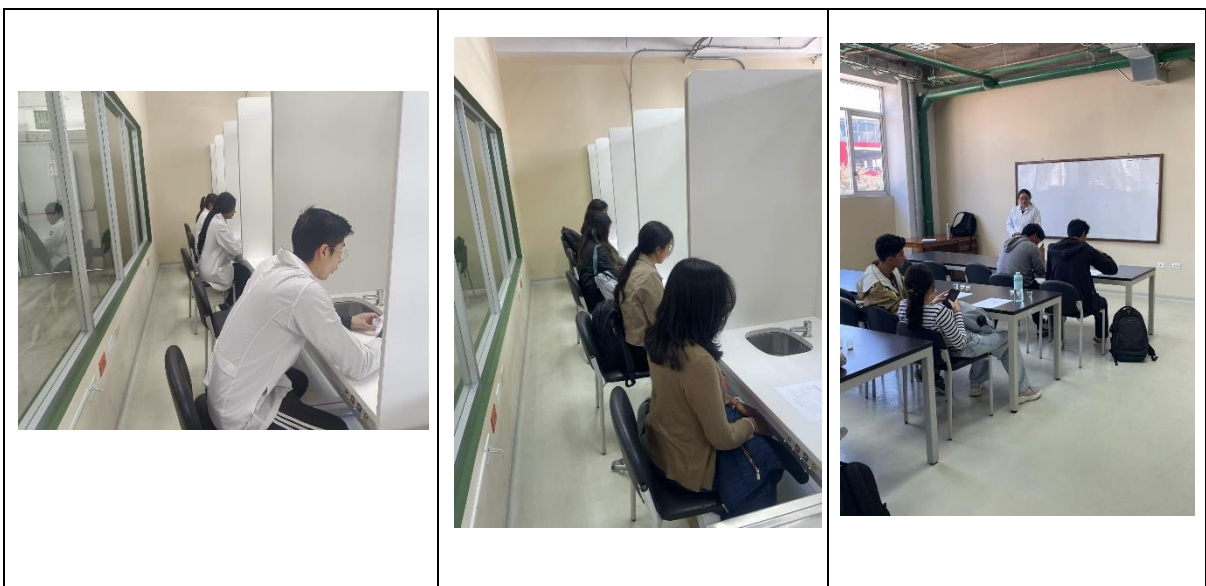
Anexo 15. *Propiedades físicas de la torta de coco residual*



Anexo 16. Propiedades tecnofuncionales



Anexo 17. Propiedades tecnológicas



Anexo 18. *Evaluación sensorial*

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Tema: “Evaluación del contenido de fibra dietética y propiedades tecnofuncionales de la torta de coco residual para su aplicación en una premezcla para batidos.”

Nombre:.....

Fecha:.....

Instrucciones:

- Pruebe las muestras en el orden que se le presentan.
- Valore cada atributo usando la escala hedónica de 1 a 5, donde 1 significa “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”.
- Antes de pasar a la siguiente muestra, tome un sorbo de agua para limpiar el paladar.
- En cada muestra, evalúe los atributos: sabor, aroma, textura en boca y aceptabilidad general.

Valor	Significado
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Muestra	Sabor	Aroma	Textura en boca	Aceptabilidad general
418				
725				
109				
634				

Comentarios u observaciones:

.....

Gracias por su participación

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Tema: “Evaluación del contenido de fibra dietética y propiedades tecnofuncionales de la torta de coco residual para su aplicación en una premezcla para batidos.”

Nombre:

Fecha:

Instrucciones:

- Pruebe las muestras en el orden que se le presentan.
- Valore cada atributo usando la escala hedónica de 1 a 5, donde 1 significa “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”.
- Antes de pasar a la siguiente muestra, tome un sorbo de agua para limpiar el paladar.
- En cada muestra, evalúe los atributos: sabor, aroma, textura en boca y aceptabilidad general.

Valor	Significado
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Muestra	Sabor	Aroma	Textura en boca	Aceptabilidad general
175				
280				
893				
407				

Comentarios u observaciones:

.....

Gracias por su participación

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Tema: “Evaluación del contenido de fibra dietética y propiedades tecnofuncionales de la torta de coco residual para su aplicación en una premezcla para batidos.”

Nombre:

Fecha:

Instrucciones:

- Pruebe las muestras en el orden que se le presentan.
- Valore cada atributo usando la escala hedónica de 1 a 5, donde 1 significa “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”.
- Antes de pasar a la siguiente muestra, tome un sorbo de agua para limpiar el paladar.
- En cada muestra, evalúe los atributos: sabor, aroma, textura en boca y aceptabilidad general.

Valor	Significado
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Muestra	Sabor	Aroma	Textura en boca	Aceptabilidad general
548				
362				
648				
125				

Comentarios u observaciones:

.....

Gracias por su participación