

**UNIVERSIDAD CIENCIAS Y ARTES
DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y
ALIMENTOS**

TESIS PROFESIONAL

**VIABILIDAD DE LA CÁSCARA DE
RAMBUTÁN (*Nephelium lappaceum*) PARA
LA FORMULACIÓN DE HARINAS
COMPUESTAS.**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

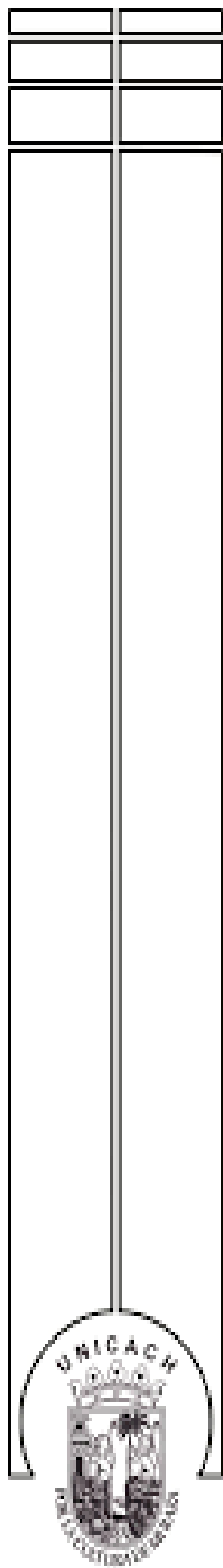
**LICENCIADO EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

PRESENTA:

**CECILIA LORENA FRANCO TOQUIANTZI
AZUCENA NOEMI PÉREZ PÉREZ**

DIRECTOR DE TESIS:

MC. MAYRA RUBY MÉNDEZ BAUTISTA



AGRADECIMIENTOS

El principal agradecimiento es a Dios por darme sabiduría, haberme guiado y permitido llegar hasta este punto, además de su infinita bondad y amor, Y darme lo necesario para seguir adelante y lograra culminar esta etapa de mi vida.

A mi madre Ana Toquiantzi, por brindarme su apoyo incondicional, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero mas que nada por su amor, por los grandes ejemplos de perseverancia y constancia que la caracteriza.

A mi padre Lorenzo Franco, por fórmame como una persona fuerte, valiente, con valores y principios, los cuales me ayudaron a salir adelante y enfrentar las metas y adversidades.

A mis hermanos Keneo, Vicente y Elisa, quienes me apoyaron de una o otra forma siempre están ahí, para darme su amor y consejos o un regaño si es necesario, gracias por todo.

A mi hijo Ian Donovan, el cual es el mejor regalo que haya podido recibir de parte de Dios, eres mi mayor tesoro y también la más pura inspiración. Gracias a ti pude cumplir con mis propósitos y mejorar como persona día con día.

A una persona especial Javier Díaz, por comprenderme y estar siempre a hí, en esos momentos difíciles y felices, por encontrar de una u otra forma de hacerme sentir bien, por creer en mis en mis diversas capacidades y sobre todo por no dejarme caer.

A mi mentor Ing. José Luis Guzmán, por ser una persona valiosa y amorosa, por inspirarme hacer alguien en la vida a realizarme profesionalmente y brindarme consejos cuales fueron muy útiles.

A mi compañera de tesis Noemí Pérez, gracias por permitirme trabajar a tu lado, por todas las aventuras que vivimos para poder realizar esta investigación, por tu apoyo dedicación y compromiso y esmero, sobre todo por ser una gran amiga que llevaré toda la vida.

A mi asesora la Maestra Mayra Ruby Méndez, por su calidad y amor para guiarnos por el proceso de desarrollo de tesis, por su apoyo y dedicación para corregirnos siempre de la mejor manera que fuera necesario.

Cecilia Lorena Franco Toquiantzi.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente le doy gracias a Dios por haberme dado la vida, salud, y sabiduría a lo largo de esta trayectoria, quien ha sido mi guía y fortaleza, gracias por el inmenso amor y sobre todo por estar cada momento a mi lado.

"Deléitate asimismo en Jehová, Y él te concederá las peticiones de tu corazón. Encomienda a Jehová tu camino, Y confía en él; y él hará." Salmos 37:4-5

Agradezco a mis padres queridos, por ser los principales promotores de mis metas, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí, gracias por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida y sobre todo gracias a mis padres por permitirme conocer de Dios y de su infinito amor. Gracias a mi madre Lorena Pérez, por cada consejo que me ayudaron a subir mis ánimos, gracias por ser la mejor mamá. En especial, gracias a mi padre Fredy Pérez Castillejos, quien fue la principal fuente de apoyo, por cada sacrificio, por cada enseñanza, simplemente gracias por el amor y paciencia.

Y gracias a mis hermanitos, Erika gracias arriesgarte y animarme cada momento, Emanuel gracias por ser mi otro motor para seguir adelante, gracias por el apoyo incondicional, gracias por darme su amor y regaño, gracias por todo.

Cecilia Franco, gracias por tu linda y sincera amistad, gracias por permitirme trabajar en este proyecto y por confiar en mí, y la Maestra Mayra Ruby Méndez Bautista, quien fue mi directora de tesis, gracias por el tiempo, dedicación, enseñanza y por enriquecer con sus conocimientos durante esta etapa. Dios me los bendiga, siempre las llevare en mi corazón ♥.



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
DIRECCION DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACION ESCOLAR



Autorización de Impresión

Lugar y Fecha: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 25 de octubre de 2023

C. Cecilia Lorena Franco Toquiantzi

Pasante del Programa Educativo de: Ciencia y Tecnología de Alimentos

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
Vialidad de la cáscara de rambután (*nephelium lappaceum*) para la formulación de
harinas compuestas

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Mtra. Rosa Márquez Montes

Mtra. Susana Guadalupe Zea Caloca

Mtra. Mayra Ruby Méndez Bautista



Firmas

COORDINACIÓN
DE TITULACIÓN



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
DIRECCION DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACION ESCOLAR



Autorización de Impresión

Lugar y Fecha: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 25 de octubre de 2023

C. Azucena Noemi Pérez Pérez

Pasante del Programa Educativo de: Ciencia y Tecnología de Alimentos

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Vialidad de la cáscara de rambután (*nephelium lappaceum*) para la formulación de

harinas compuestas

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Mtra. Rosa Márquez Montes

Mtra. Susana Guadalupe Zea Caloca

Mtra. Mayra Ruby Méndez Bautista



COORDINACIÓN
DE TITULACIÓN

Firmas

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
OBJETIVOS.....	6
OBJETIVO GENERAL.....	6
OBJETIVO ESPECÍFICO.....	6
MARCO TEÓRICO.....	7
ALIMENTOS FUNCIONALES.....	7
Definición.....	7
CLASIFICACIÓN DE ALIMENTOS FUNCIONALES.....	8
PROPIEDADES FUNCIONALES DE METABOLITOS EN CÁSCARA DE VEGETALES Y FRUTAS	10
HARINAS COMPUESTAS.....	11
Definición.....	11
CLASIFICACIÓN DE HARINAS.....	11
USOS DE HARINAS.....	12
Alimentos producidos a partir de harinas compuestas.....	13
Beneficios a la salud.....	13
RESIDUOS DE CÁSCARAS.....	14
Harinas de residuos.....	14
Ejemplos de harina a base de residuos.....	15
RAMBUTÁN.....	17
Descripción.....	17
Taxonomía.....	18
Cultivo.....	19

Cosecha	19
COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL	20
VARIETADES DE RAMBUTÁN	23
PROCEDECENCIA DEL RAMBUTÁN	23
TEMPORADA	24
MANEJO DE COSECHA	24
PRODUCCIÓN DE RAMBUTÁN EN MÉXICO Y CHIAPAS	25
EXPORTACIÓN DE RAMBUTÁN	26
PRODUCTOS ELABORADOS A BASE DE RAMBUTÁN.....	27
PRODUCTOS A PARTIR DE RESIDUOS DE RAMBUTÁN	29
HIPÓTESIS	31
METODOLOGÍA	32
TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	32
Variables independientes y dependientes.....	34
DESCRIPCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS	35
MUESTRA.....	36
PROCESO	36
TÉCNICAS ANALÍTICAS	38
Análisis químico proximal	38
Cáscara	39
Polvo de cáscara de rambután.	39
Harinas compuestas a base de cáscara de rambután y harina de trigo.....	41
RESULTADOS.....	42
ANÁLISIS PROXIMAL	42
ANÁLISIS FÍSICOS.....	49
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	52

ANÁLISIS SENSORIALES	54
CONCLUSIÓN	56
GLOSARIO	57
REFERENCIAS DOCUMENTALES	59
ANEXO.....	73
ANEXO 1. ANÁLISIS PROXIMAL DETERMINACIÓN HUMEDAD.	73
ANEXO 2. DETERMINACIÓN DE CENIZA.	73
ANEXO 3. ANÁLISIS PROXIMAL DETERMINACIÓN GRASA.	74
ANEXO 4. DETERMINACIÓN DE FIBRA.	74
ANEXO 5. DETERMINACIÓN PROTEÍNA.....	75
ANEXO 6. CARBOHIDRATOS SOLUBLES TOTALES.....	76
ANEXO 7. ANÁLISIS TECNOLÓGICO DETERMINACIÓN DE SOLUBILIDAD.	76
ANEXO 8. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES	76
ANEXO 9. TAMAÑO DE PARTÍCULA	76
ANEXO 10. CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO.....	77
ANEXO 11. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA).....	77
ANEXO 12. CAPACIDAD DE ATRAPAR AGUA (CAA)	77
ANEXO 13. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE ACEITE.	78
ANEXO 14. ESTABILIDAD EMULSIONANTE.	78
ANEXO 15. CAPACIDAD DE ATRAPAR AGUA	78
ANEXO 16. HIGROSCOPICIDAD	79
ANEXO 17. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DETERMINACIÓN MOHOS Y LEVADURAS....	79
ANEXO 18. EVIDENCIAS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de alimentos funcionales.....	8
Tabla 2. Fuerza según el tipo de harina	12
Tabla 3. Información nutricional por cada 100 g.....	20
Tabla 4. Composición nutricional individual.....	21
Tabla 5. Variaciones de rambután	23
Tabla 6. Productos de diversos países.	28
Tabla 7. Diseño de variables.....	34
Tabla 8. Descripción de los procesos.	36
Tabla 9. Análisis proximal de la cáscara en fresco, en polvo y combinaciones.	42
Tabla 10. Resultados de propiedades de hidratación, retención de agua y propiedades emulsionantes.	49
Tabla 11. Análisis microbiológico para Mohos y Levaduras.	52
Tabla 12. Análisis microbiológico para Salmonella y Shigella.	52
Tabla 13. Resultados de la evaluación sensorial de panque	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de rambután (Osorio, 2019)	18
Figura 2. Rambután (Castillo, 2017).....	19
Figura 3. Procedencia evaluada. (Avendaño et al., 2011)	24
Figura 4. Localización del soconusco (1er informe de gobierno, estado de Chiapas 2013)	25
Figura 5. Té (Xencha, 2018)	27
Figura 6. Crispy (Ull0a, 2019).....	28
Figura 7. Diagrama de flujo.....	33
Figura 8. Medias y Fisher (Humedad).....	43
Figura 9. Medias y Fisher (Ceniza)	44
Figura 10. Media y Fisher (Grasa)	45
Figura 11. Medias y Fisher (Fibra).....	46
Figura 12. Medias y Fisher (Proteína)	47
Figura 13. Medias y Fisher (CHOs).....	48
Figura 14. Resultados microbiológicos	53
Figura 15. Promedio de análisis sensorial.....	55
Figura 16. Gráfico comparativo de análisis sensorial	55
Figura 17. Cascaras de rambután.....	80
Figura 18. Muestras M1, M2, M3 y M4.	80
Figura 19. Análisis de grasa de rambután.	81
Figura 20. Análisis de proteína de rambután.	81
Figura 21. Análisis de fibra (M1, M2, M3 y M4)	82
Figura 22. Higroscopicidad de P.C.....	82
Figura 23. Retención de aceite de P.C.....	83
Figuras 24. Propiedades emulsionantes de P.C	83
Figura 25. Mohos y levaduras de P.C.....	84
Figura 26. Shigella y Salmonella de P.C	84

INTRODUCCIÓN

El Rambután (*Nephelium Lappaceum* L), es una fruta exótica originaria del continente asiático y suroeste, conocida alrededor del mundo con una infinidad de nombres comunes, entre los que se puede mencionar mamoncillo, mamón chino, lichas, en algunas regiones achotillo y en México como Rambután. Actualmente se cultiva en diferentes zonas, entre ellas en el sur de México. (Hernández, *et al.* 2019). Este cultivo se ha incorporado a México paulatinamente desde hace 55 años, la producción mayoritaria se centra en el estado de Chiapas como Tapachula, cacahoatán, Suchiate, Tuxtla chico, villa Comaltitlán, etcétera. El rambután se ha convertido en un cultivo hortícola de gran importancia económica, esto surge como una nueva alternativa de la reconversión y diversificación productiva que es rentable y atractiva para la economía del estado (Hernández, *et al.* 2019). Durante el comercio y procesamiento del fruto, la cáscara es desechada debido a la escasa tecnología que existe para su aprovechamiento. El fruto de rambután pesa en promedio 27.4 g, de los cuales 13.2 g corresponde a la cáscara, porción importante del fruto en fresco en comparación de la pulpa que posee 11.7g (Aguilar *et al.*, 2019).

La cáscara de rambután es un residuo que se genera en los hogares y en las industrias alimentarias, donde sólo se utilizan las pulpas y semillas para la elaboración de jugos, mermeladas, almíbares y chocolate. Se ha demostrado que las cáscaras poseen compuestos fitoquímicos que presentan efectos antioxidantes, antimicrobianos, antidiabéticos, antivirales, antiinflamatorios, anti hipoglucémicos y antiproliferativos (Hernández, 2019). Actualmente existe interés por estudiar alimentos con un alto contenido en antioxidantes, como son los compuestos fenólicos, debido a que esto se asocia a las disminuciones en la aparición de enfermedades cardiovasculares y diversas enfermedades crónico degenerativas. (Ascacio *et al.*, 2015). Por lo que estos residuos alimentarios pueden ser aprovechados como materia prima para una nueva generación de productos con un valor agregado, ya que pueden ser utilizados para diversos productos como biocombustibles, pigmentos, aceites, sustitutos de carne y harinas (Mejia *et al.*, 2016).

En consecuencia, de la escasa tecnología que existe para el aprovechamiento de cortezas de rambután, se propone transformar las cáscaras de rambután en polvo para formular harinas

compuestas y desarrollar un panqué, se conocieron las propiedades nutricionales de la cáscara en fresco, las cáscaras en polvo, y de las harinas compuestas con harina de trigo más cáscara de rambután en polvo. Antes de elaborar el panqué se hicieron pruebas físicas para conocer las posibles aplicaciones del polvo, como propiedades de hidratación y retención de agua, propiedades emulsionantes, además de un análisis microbiológico para evaluar que el proceso de transformación utilizado fue óptimo, finalmente se realizó un análisis sensorial de los panqués elaborados y conocer la aceptación del consumidor.

JUSTIFICACIÓN.

En México se generan 94, 800 toneladas diarias de residuos sólidos, de los cuales el 47.57% corresponde a residuos inorgánicos y el 52.42% a residuos orgánicos; registros en el año 2020 muestra que sólo el 3.92% de los residuos inorgánicos se recicla (Cuatutle *et al.*, 2013). Los residuos orgánicos provienen principalmente de frutas y hortalizas, lo que genera Pérdidas y Desperdicios de Alimentos (PDA) que solo son aprovechados en composta y biocombustibles (Ramírez *et al.*, 2022). Las investigaciones aseguran que las PDA generan un impacto negativo en los recursos naturales como son el agua y el suelo, además de pérdida de nutrientes (Ramírez, 2016). Dentro de los PDA se encuentran las cortezas de frutos con presencia de compuestos bioactivos que permiten utilizarlos como antioxidantes y prebióticos (Vargas *et al.*, 2019) además de fuente de minerales, proteínas y fibra (Vargas *et al.*, 2019).

La cáscara de rambután ha demostrado poseer compuestos fitoquímicos que presentan efectos antioxidantes, antimicrobianos, antidiabéticos, antivirales, antiinflamatorios, anti hipoglucémicos y anti proliferativos (Hernández, 2019). La composición nutrimental de la cáscara de rambután Según Hernández y otros colaboradores de la Universidad Autónoma de Coahuila, en el año 2019; reportaron que las cáscaras contienen (mg/L), ácido Ascórbico: 22.2-29.0, Cobre: 0.070, Magnesio 0.15, Zinc 0.080, Hierro 0.29, Potasio 0.57 y Calcio 0.51. En otras investigaciones se realizó un estudio de identificación y cuantificación de los compuestos fenólicos presentes en la cáscara como resultados, se establecieron los parámetros farmacognósticos de la cáscara del fruto, que se identificó como metabolitos secundarios: compuestos grasos, fenólicos, saponinas, triterpenos, antocianidinas, taninos, flavonoides y azúcares reductores (Macías, 2019), estos compuestos se asocian con una menor incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles tales como la diabetes y algunas enfermedades cardiovasculares (Cereceres *et al.*, 2019), las cuales son enfermedades cuya duración es larga y tiene una evolución lenta. Con las evidencias antes expuestas, se ha sugerido que la cáscara de rambután es una fuente prometedora de compuestos bioactivos para la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica.

Actualmente, la cáscara del rambután, es aprovechado como suplemento alimenticio por los jóvenes universitarios Rojas y Carrillo de la Universidad de Costa Rica, creadores de "Ramboost" un suplemento en cápsulas, que consiste en el aislamiento de un antioxidante diez veces más fuerte que las vitaminas C y D, tiene propiedades antienvjecimiento, ya que protege las células del daño ocasionado por radicales libres en el sistema circulatorio, esta propiedad mejora el flujo sanguíneo (Oneal, 2019).

Debido a lo anterior se propone evaluar la viabilidad de la cascara de rambután para la formulación de harinas compuestas evaluando sus características químico-proximal, físicas y microbiológicas, además de desarrollar nuevos productos alimenticios analizando la aceptación para el consumidor.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La producción del rambután ha crecido fuertemente en México en los últimos años. En Chiapas, específicamente en la región de Soconusco se han desarrollado zonas importantes para el cultivo del rambután, ahí se cultivan más de 2000 hectáreas con plantaciones frutícolas comerciales. (Osorio *et al.*, 2019).

Durante el comercio y procesamiento del fruto, la cáscara es desechada debido a la escasa tecnología que existe para su aprovechamiento. El fruto de rambután pesa en promedio 27.4 g, de los cuales 13.2 g corresponde a la cáscara, porción importante del fruto en fresco en comparación de la pulpa que posee 11.7g (Aguilar *et al.*, 2019). La cáscara es un residuo que posee características biológicas que puede permitir su aprovechamiento en diversos productos, ya que contiene propiedades relacionadas con el contenido de fibra, el cual ayuda para la prevención de enfermedades que se relacionan con el estrés oxidativo, tales como el estreñimiento, constipación, diabetes, hipertensión, entre otras (Manzur, 2017).

Debido a lo anterior, se propone el desarrollo de un polvo a partir de cáscaras de rambután de un injerto de dos variedades R-115 y R-148, de la región soconusco Chiapas y dos formulaciones de harinas combinadas con harina de trigo y polvo de rambután, para evaluar la viabilidad de la adición del polvo en el desarrollo de un panqué, aprovechando las características tecnológicas y el contenido de macronutrientes que pudieran ser benéficas para el consumidor.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

- Evaluar la viabilidad de la cáscara de rambután para la formulación de harinas compuestas para elaborar panqués.

OBJETIVO ESPECÍFICO.

- Desarrollar un polvo a partir de cascaras de rambután de dos variedades (RI-115 y RI-148) y evaluar sus propiedades nutricionales, propiedades de hidratación y retención de agua, propiedades emulsionantes e inocuidad para determinar su funcionalidad en alimentos.
- Formular dos harinas compuestas de 35 y 65% de polvo de rambután y evaluar sus propiedades nutricionales (humedad, cenizas, grasa, proteína, fibra, hidratos de carbono).
- Proponer dos panqués elaborados con las harinas combinadas y evaluar la aceptabilidad del consumidor por medio de un análisis sensorial.

MARCO TEÓRICO

ALIMENTOS FUNCIONALES

Definición

El concepto de alimento funcional nació en Japón en los años 80, cuando las autoridades sanitarias japonesas se dieron cuenta de que para controlar los distintos gastos sanitarios, generados por la mayor esperanza de vida de la población había que garantizar una mejor calidad de vida, fue en Europa a mediados de los años 80 cuando se empezó a trabajar en los distintos alimentos por lo que se le denomina alimento funcional a un alimento que además de su valor nutritivo, contiene componentes biológicamente activos que aportan algún efecto añadido y es beneficioso para la salud y reducen el riesgo de contraer ciertas enfermedades (Hernández, 2016).

Otro concepto según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, se dice que los alimentos funcionales contienen un nivel significativo de componentes activos biológicamente que proveen beneficios deseables para la salud más allá de la nutrición básica. Estos tienen una demanda especial en situaciones donde muchas personas alrededor del mundo (FAO, 2022). Los alimentos funcionales han sido una tendencia desde los últimos años, han evolucionado constantemente y se reinventan a medida que evolucionan las diversas investigaciones científicas, esto ayuda a que empresas sean capaces de incorporarlos a sus nuevos productos, los cuales ofrecen varios beneficios para la salud (MasterSense, 2021).

Se han señalado diversos beneficios de la comunicación y la comercialización, como son el autocuidado a la salud, una cultura de consumo responsable, la prevención de enfermedades, un ahorro de gastos del sistema sanitario, la mejora de calidad de vida de la población, contribución al valor añadido a la industria alimentaria (Bosovsky, 2018).

CLASIFICACIÓN DE ALIMENTOS FUNCIONALES

Los alimentos funcionales se pueden clasificar en dos amplias categorías, la primera consiste en alimentos funcionales que naturalmente contienen un componente que ofrece beneficios adicionales al consumir, la segunda consiste en alimentos procesados en el que el componente se añade al alimento para darle beneficios (Dahl y Ford, 2020), los cuales se clasifican en siguiente. **Tabla 1.**

Tabla 1. Clasificación de alimentos funcionales.

Ingrediente Funcional	Definición	Función	Fuente
Prebiótico	Un ingrediente fermentado selectivamente que da lugar a cambios específicos en la composición y/o actividad del microbiota gastrointestinal, confiriendo a sí los beneficios a la salud del huésped.	La adicción de especies microbiológicas exógenas además de ayudar en el desarrollo de la flora intestinal.	(Ruiz, 2020)
Probiótico	Microorganismos vivos que, al ser administrado en cantidades adecuadas, confieren un beneficio a la salud del huésped.	Estimulan la población microbiana endógena en la flora intestinal.	(Ruiz, 2020)
Simbiótico	Mezcla de prebiótico y probiótico, que tienen una mayor eficacia.	Favorecer el desarrollo y la actividad de los probióticos para potenciar sus propiedades	(Barreto <i>et al</i> , 2016)

		saludables, generando un efecto sinérgico	
Proteínas o péptidos	Los péptidos son cadenas cortas de aminoácidos que actúan como bloques de construcción para las proteínas como el colágeno, la elastina y la queratina.	Son la base de tu piel y son responsables de su textura, fuerza y resistencia.	(Osuna, 2020)
Lípidos	Son moléculas hidrófobas que pueden originarse completamente o en parte a través de tioésteres o unidades de isopreno.	Tiene diferentes funciones como: aportadores de energía, estructuradores de membrana celular,	(Tumbaco, 2021)
Minerales	Son elementos químicos inorgánicos.	Son elementos esenciales para el metabolismo, crecimiento y mantenimiento de un organismo vivo.	(Araujo <i>et al.</i> , 2018)
Fenoles y polifenoles	Son sustancias que se encuentran en diversas plantas y le dan color a algunas flores, frutas y vegetales.	Estos compuestos constituyen la mayor fuente de antioxidantes y acción anti proliferativa de células anticancerígenas,	(Cortez, <i>et al.</i> 2018)

		además de prevenir enfermedades crónicas en humanos.	
Compuestos Azufrados	Son compuestos organosulfurados volátiles inestables, pueden ser solubles o insolubles.	Tienen actividad microbiana y antioxidante.	(Belancic y Lecco, 2018)

Durante los últimos años se ha incrementado la búsqueda de diversos alimentos funcionales, a partir de residuos agroindustriales los cuales pueden contener antioxidantes, vitaminas, minerales, probióticos o prebióticos y fibra, las cuales se pueden someter a diferentes transformaciones. En el cual la obtención de harinas o polvos de diversas cáscaras, semillas o de la misma fruta constituyen un alimento funcional, el cual puede ser usado para una variedad de diversos productos.

PROPIEDADES FUNCIONALES DE METABOLITOS EN CÁSCARA DE VEGETALES Y FRUTAS

Actualmente se ha identificado algunos subproductos de la transformación como: cáscara de naranja, limón, mango, tuna, zanahoria, papaya, piña, son considerados como residuos. Estas cáscaras poseen propiedades relacionadas con el contenido de fibra, para la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, como el estreñimiento, constipación, diabetes, hipertensión, entre otras (Manzur, 2017). Además de nutrientes esenciales, como vitaminas y minerales, las frutas pueden presentar pigmentos antociánicos de demostrada actividad antioxidante (Brito *et al*, 2019).

A base de las investigaciones de Manzur Valdespino (2017), realizó análisis de una cáscara, lo cual al realizar extracción obtuvieron fibra con mayor capacidad de retención de lípidos y un extracto inocuo, con mayor cantidad de antioxidantes que, al incorporarlos a un producto, represente una opción de consumo que podría reducir el estreñimiento y los daños causados por el estrés oxidativo; generando beneficios a la salud humana.

HARINAS COMPUESTAS.

Definición.

Las harinas compuestas, expresadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), se refiere a mezclas elaboradas para producir alimentos a base de trigo, como pan, pastas y galletas. Sin embargo, las harinas compuestas pueden prepararse también a base de otros cereales, de raíces y tubérculos, de leguminosas u otras materias primas, de otras fuentes de origen vegetal, y que pueden o no contener harina de trigo. Se describen dos clases de harinas compuestas:

- Harina de trigo diluida: Se sustituye por otras harinas hasta 40%; y puede contener otros compuestos.
- Harinas Compuestas que no contienen trigo: estas harinas están hechas de harinas de tubérculos y una proteína suplementaria, generalmente harina de soya. (Huamán y Zevallos, 2018).

Harinas compuestas que se obtienen de residuos agroindustriales como cortezas, semillas, flores (Jamaica), ejemplo:

- Cáscara de naranja y maracuyá para la producción de harinas compuestas por 9.5 y 26.6% de fibra cruda, 69.5 y 50.1% carbohidratos y que pueden ser usadas para enriquecer productos alimenticios como panes o tortas dándoles valor nutricional (Angulo *et al.*, 2018).

CLASIFICACIÓN DE HARINAS

Determinar el tipo y la calidad de la harina es importante para obtener las características requeridas a la hora de realizar un producto. Cuando se utilizan distintas concentraciones y agregan otros elementos, estos tienen influencia en la calidad de la harina repercutiendo en el producto final, ocasionando cambios en textura; por ello la importancia de conocer el tipo de harina que se emplea (Mora y Ventura, 2018).

- Harina Floja: denominadas panaderas o de repostería con un porcentaje de gluten de 8-9%, de preferencia debido a que no se requiere de mucho amasamiento.
- Harina de fuerza media, con alrededor de 10% de gluten, se emplea en masas de poca grasa pero que requieren de amasar.
- Harina de gran fuerza, con 13% de gluten empleada en masas con alto contenido de grasas y con una gran intensidad de amasamiento (Mora y Ventura, 2018).

Tabla 2. Fuerza según el tipo de harina

Fuerza (W)	Tipo de Harina
W 80-140	Harina Floja
W 220-300	Harinas de fuerza
W 140- 220	Harina media fuerza

Fuente: (Chung *et al*, 2019)

USOS DE HARINAS

La harina es un gran alimento, todos sus componentes proveen energía y elementos esenciales para llevar una vida saludable.

- Harina de fuerza: la calidad de la harina no se determina en su fuerza, sino más bien el uso que se dará. la más adecuada para elaborar masas fermentadas, así como recetas de pastelería o bollería que requieran tiempos de reposo y levado en los que la masa crece, así que, es perfecta para hacer brioches, bollos, la clásica ensaimada o unos buenos croissants caseros. Estas y otras masas dulces similares responden muy bien a la harina de fuerza, ya que entre sus ingredientes suelen llevar cantidades elevadas de azúcar, huevos y grasas como mantequillas o frutos secos o deshidratados (Bargues, 2022).
- Harina media fuerza: Es adecuada para masas de hojaldres, medias lunas, brioches, empanada.

- Harina Floja: es especialmente utilizada en repostería, es adecuada para cocer productos blandos y suaves, como por ejemplo bizcochos, magdalenas, churros, buñuelos, profiteroles, masa quebrada, etc. (Baticón, 2020).

Alimentos producidos a partir de harinas compuestas.

Las harinas compuestas son sustitutos para varios países que no producen trigo, que pueden elaborarse a partir de otros cereales que no sean del trigo y de otras fuentes de origen vegetal. Los productos derivados de las harinas compuestas pueden presentar cambios en la reología y características organolépticas (sabor, olor, color) (Aguirre, 2022).

Aguirre Zavala elaboró un alimento a base de harinas compuestas, el cual obtuvo una pasta alimenticia integral a partir de harina compuesta (harina de trigo integral, quinua y avena) y semillas de chía con alto contenido proteico, buena aceptabilidad. Durante la investigación se caracterizaron las formulaciones de las harinas y se diseñó una mezcla de harinas con buenas características para el desarrollo del nuevo producto. La pasta integral desarrollada, la mejor fue la formulación Harina de Trigo 80%, Harina de Quinoa 15%, Harina de Avena 5% y presentó características como: proteínas 16,34%, humedad 12,25%, cenizas 0,84%, acidez 0,24%.

Roque Betzady y otros en el año de (2016), de la Universidad Nacional Experimental, elaboraron tortas, que sustituyó a la harina de trigo por harina compuesta, cuyos resultados fueron; un valor nutritivo y se obtuvo una buena textura, olor agradable.

Por lo tanto, las harinas compuestas pueden contribuir como un sustituto de mejor calidad que contribuyan a mantener la salud y reducir el uso de trigo.

Beneficios a la salud

Algunos investigadores presentan resultados favorables al elaborar productos de panificación adicionados con harina de fuentes diferentes al trigo, así como la identificación de diversas mejoras nutricionales en productos basados libres de gluten. El empleo de harinas compuestas en las cuales se sustituye parcialmente el trigo permite elaborar alimentos con mejor valor

nutricional contribuyendo a la seguridad alimentaria y a la mejor calidad de vida (Castillo *et al.*, 2019)

Los productos derivados de las harinas compuestas presentan beneficios, estas harinas se crearon para las personas que sufrían trastornos relacionados con el gluten, como alergias al trigo, ataxia al gluten, sensibilidad al gluten no celíaca y la enfermedad celíaca. Las ventajas nutricionales de una dieta libre de gluten incluyen tener una mayor cantidad de fibra dietética, vitaminas B, proteínas y una mayor actividad antioxidante que podría reducir otras enfermedades. Además, los minerales que generalmente se encuentran en menor cantidad en los productos sin gluten que se comercializan actualmente (López, 2022).

RESIDUOS DE CÁSCARAS.

Harinas de residuos

La organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, mil 300 toneladas de comida se desperdician al año; es decir, una tercera parte de la producción total (Milenio, 2018). Estos residuos de los alimentos se encuentran divididos en la producción agrícola, con el 30% en cereales, el 40% y 50% en raíces frutas y verduras; y el 20% en semillas oleaginosas, carne y productos lácteos. La obtención de polvos a partir de los residuos de la industrialización de frutas se presenta como una oportunidad interesante, un polvo sostenible y funcional (Bellver, 2019).

Los residuos juegan un papel importante en la cadena alimentaria, las actividades agroindustriales que generan residuos, bien sea a nivel primario, la agricultura o producción pecuaria, en procesos de transformación con materia prima de origen biológico. Lo que ha motivado la comunidad científica a adelantar proyección o investigaciones a propiciar el aprovechamiento de los mismos generando diferentes alternativas de aprovechamiento que han sido implementadas (Cury *et al.*, 2018). Sin embargo, muchos de estos residuos poseen componentes nutricionales, la utilización de las operaciones unitarias, estos residuos se utilizan para obtener un producto funcional con mayor valor agregado y se minimiza el impacto negativo.

Las harinas son ricas en fibras, proteínas, carbohidratos, contenido antioxidantes, mejorando la vida útil, que puede llegar a sustituir la harina de trigo por harina a base de cáscara, semillas, hojas

(García, 2017). Por sus propiedades nutricionales se sugieren varias aplicaciones para el producto, sustituyendo parcialmente la harina de trigo:

- Preparación de bebidas como colada
- Panadería
- Pastelería (Morocho *et al.*, 2021).

Ejemplos de harina a base de residuos

Elaboración de harina a base de cáscara de piña (ananás comosus). Esta propuesta es una aplicación enfocada en la Pastelería, de los estudiantes Mora Veliz Lucí M. y Ventura Izquierdo Carmen, (2018), se centraron en el uso de la cáscara de piña, aportando nuevos conocimientos e implementando un uso correcto de la utilización de dicho producto en la gastronomía. Los resultados que se lograron obtener fue un producto de buena textura, excelente color, el sabor y aroma característico de la piña mediante varias pruebas de ensayo, la harina de cáscara de piña se logró obtener por medio de secado del horno deshidratador y molienda aplicando las normas y técnicas para producir un producto inocuo, por lo tanto la harina se sometió a un cultivo durante ocho días y dio resultado que la harina de cáscara de piña es apta para el consumo humano, detallando bajos niveles de *Escherichia coli*, en hongos y levaduras.

Harina a base de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*). Del estudiante Alvarado Yepes Joselyne A., (2021). Esta elaboración de la harina de cáscara de papa sazonada con especias naturales (sal, jengibre y orégano) a partir del aprovechamiento de desperdicios agroindustriales del procesamiento de la papa. Como resultado de los análisis se pudo determinar que la harina de cáscara de papa sazonada puede ser considerada como un producto con valores nutrimentales: potasio de 1876,78 mg/100g y de vitamina C de 321, 02 mg/100g, destacada capacidad de antioxidante de 5.29 mg/ml IC50 y 1.48 mg/ml IC50 (A. Ascórbico).

Harina de cáscara de plátano, este proyecto fue elaboración de galletas sustituyendo parcial de harina de trigo lo cual los resultados obtenidos de fisicoquímicos de la galleta a base de harina de cáscara de plátano fueron de pH 6.72, 0.1% de acidez acética y una proporción de sólidos totales de 25.7%. Los resultados de análisis bromatológico fueron Proteína 10.4%, 0.04mg/g de vitamina C, 0.007mg/g de vitamina B, 47.87% de carbohidratos, 5.74% de hierro y un 2.76% de

fibra. Las características organolépticas determinaron que el color, el olor, el sabor y la textura son factores determinantes para la aceptación de la galleta a base de harina de plátano como sustituto parcial de la harina de trigo (Huamán, 2020).

Harina de cáscara de vaina de cacao, A base de las investigaciones se dice que, en la industria del cacao, la cáscara de vaina de cacao es desechada en los cultivos, donde se descompone, lo cual se aprovechó la transformación y reutilización lo cual se realizó ciertos análisis Químico proximal, capacidad antioxidante, características morfométricas para evaluar su viabilidad como materia prima, dando como resultado fibra cruda de 26.75%, ceniza 8.41%, humedad 6.26%, proteína 5.27% y grasa 0.69%. Contenido de compuestos fenólicos de 8,48 mg de ácido gálico/g muestra seca, concluyendo así que la harina de cáscara de vaina de cacao aporta cenizas y fibras, además de mostrar capacidad antioxidante (Güemes, *et al.* 2020).

Harina de cáscara de naranja, con el objetivo de desarrollar galletas a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por las obtenidas de las cáscaras de naranja y de zanahoria lo cual otorga propiedades funcionales a las galletas, ya que las cáscaras de naranja son ricas en fibras la cáscara de zanahoria aporta vitaminas y minerales brindado un alto valor en preparaciones, y que ambos pueden ser aprovechados en la elaboración de productos en repostería (Muñoz, 2020).

Harina de semilla de mango, de los estudiantes Velásquez Vilela Junior A. y Medina Flores Ronaldo. A base de estudios de la harina de semilla de mango obtuvo propiedades funcionales de interés para la industria galletera, aportando Fibra dietética 3.12%, carbohidratos 58.19% totales, contenido proteico 6.9% además de una buena fuente de muchos aminoácidos esenciales, capacidad de absorción de agua y lípidos, capacidad y estabilidad emulsificante, por lo tanto, se determinó que reemplazo de harina de trigo por la harina de semilla de mango fue de 75%.

Harina de cáscara de sandía y de plátano para el desarrollo de una sopa instantánea del estudiante Ochoa Aguilar Víctor A. a base de estudios de análisis proximal de la harina de sandía se obtuvieron humedad 2.94, cenizas 11.54 y proteína 7.12. (Solano y Coello, 2019).

De igual manera se obtuvieron un reporte de actividad antioxidante de extracto metanólico de la cáscara de sandía 92.12% (Gonzabay y Lindao, 2019).

Las características físicas, químicas y proximales de la harina de cáscara de plátano en cuyo análisis obtuvieron valores correspondientes a los siguientes: 9.2 % de humedad, 11.57 % de

proteínas, 3.3 % de grasas, 5.5 % de fibra cruda, 2.41 % de cenizas, 68.02 % de carbohidratos, 0.15 % de acidez y 348.06 kcal/100 g (Falla y Ramón, 2019).

Harina a base de cáscara de maracuyá por lo que busca añadir un valor agregado a la materia prima no aprovechada, de manera que se obtenga un producto con mayor valor nutritivo. Este producto se puede añadir a cualquier alimento, bebidas, batidos y así se podrá beneficiar de su valor nutricional. Es un producto natural que no se origina de sustancias químicas, ya que posee nutrientes y vitaminas que se adquieren de las propiedades del fruto del maracuyá. Es un producto innovador y beneficioso para la salud, y analizando su obtención es muy sencilla (Chung *et al.*, 2018).

RAMBUTÁN

Descripción

El rambután (*Nephelium Lappaceum L.*). Es un árbol tropical originario del sudeste asiático (como Malasia e Indonesia, aunque su cultivo se ha extendido a las Filipinas, Singapur, Tailandia, Vietnam, India, Siria, Zaire, Sudáfrica, Madagascar y Australia) (Castillo *et al.*, 2017) que se da principalmente en climas cálidos y ofrece una fruta que posee el mismo nombre considerada una de las frutas más exóticas del mundo y expertos la consideran una super fruta, por los grandes beneficios que ofrece. (SADER, 2019)

Es un árbol que alcanza alturas de 10 a 20 metros, mientras que los árboles injertados son de porte más bajo entre 10 y 12 metros de altura. Un árbol produce de cinco mil a seis mil frutos. (Osorio *et al.*, 2018). Existen 3 tipos de árboles, los que dan fruta son hembra, los que no producen fruta son macho y los hermafroditas, el árbol debe estar en un lugar donde existan para un cultivo eficiente. Los frutos son ovalados, con cierto parecido a la pulpa de la uva, tiene un sabor fresco, jugoso y un poco ácido, su interior es de color blanco contiene dentro de la pulpa una semilla. Su aspecto exterior está formado por una delgada capa alrededor de una pulpa de pericarpio rojo o amarillo, con espiternos o pelos largos (SADER, 2019).



Figura 1. Árbol de rambután (Osorio, 2019)

Taxonomía.

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Sapindales

Familia: Anacardiaceae

Género: Nephelium

Especie: Nephelium

Nombre común: Rambután, mamoncillo, lichi, mamón chino, lichas, en algunas regiones achotillo. La clasificación Taxonómica fue determinada según el sistema de clasificación de cronquist (1998) (Palomino y Salazar, 2020)



Figura 2. Rambután (Castillo, 2017)

Cultivo

El cultivo de rambután se introdujo al municipio de Tuxtla Chico entre los años 1950 y 1960, durante los primeros 30 años el cultivo se mantuvo como una planta exótica y ornamental en algunas huertas de familias en la zona del Soconusco (Caballero, 2012).

En México para ser precisos en la región del Soconusco, dentro del estado de Chiapas, se han desarrollado zonas importantes del cultivo (Pérez y Jürgen, 2015).

En 1990, se establece la primera huerta comercio de rambután en México por Alfonso Pérez Romero en el rancho “San Alberto” de Cacahoatán, en 1993 se establece la segunda huerta con 10 hectáreas con material injertado. La propagación del rambután por medio de semilla genera >50% de árboles que no producen fruta es decir árboles machos y la calidad de la fruta es muy heterogénea en consecuencia, la propagación vegetativa resulta ser el método más adecuado (Castillo *et al.*, 2017).

Cosecha

El rambután es una fruta muy perecedera por lo que los agricultores tienen cuidado desde el momento del corte de los racimos para mantener la calidad de los frutos y además cuidar de las

condiciones adecuadas para su almacenaje. El almacenaje debe estar a temperaturas bajas de 5 a 10 °C y rápido empaque y embalaje en condiciones controladas, para evitar la respiración y la deshidratación alta e impedir si, al máximo posible la decoloración y el negreo de las espigas (Bautista y Moran, 2019).

El rambután es una fruta no climatérica, lo que significa que no continúan madurando después de haberse cosechado por lo que se debe cosecharse en el momento de la madurez adecuado cuando ha alcanzado la óptimas condiciones de calidad adecuadamente las exigencias de los consumidores, un parámetro importante el cual ayuda a definir el estado de madurez adecuado de la fruta es el conteo de los días después de la floración, transcurrido el tiempo la cosecha debe realizarse en las primeras horas de la mañana es decir en horas frescas cuando la temperatura es baja, los racimos de la fruta deben cosecharse con tijeras especiales bien afiladas unidas al extremo de una barra de 2 a 3 m de longitud (Ramírez, 2015).

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL

El rambután es una fruta con un importante contenido de vitaminas, minerales y azúcares que permite completar las necesidades nutricionales del consumidor, presentados en la siguiente **Tabla 3.**

Tabla 3. Información nutricional por cada 100 g

Descripción	Valores	Descripción	Valores
Grasa	0,68%	Zinc	0,17mg/100g
Proteína	0,91%	Fibra	0,05%
Magnesio	12,3 mg/100g	Vitamina A	< 40 IU / 100g
Tiamina	< 0,010 mg/100g	Azúcares totales	17,2%
Vitamina C	59,4mg/100g	Ceniza	0,33%

Calcio	9,58mg/100g	Hierro	0,34 mg/100g
Potasio	84,1mg/100g	Lactosa	0.1 g
Ácido cítrico	0.31 g	Agua	82.1 g
Nitrógeno	0.14 g	Sucrosa	11.4 g
Energía	297.0 KJ	Ácido absorbido	70 mg
Riboflavina	0.050mg	Maltosa	<0.1g
Azufre	5 mg	Fructosa	2.9g

Fuente: (Bautista y Moran, 2019)

El rambután está constituido por pulpa, cáscara y semilla, el peso promedio es de 27.4g como peso total, 13.2 g cáscara, 11.7 g de pulpa, 2.53g de semilla y 1.60g embrión, en la siguiente **Tabla 4**, muestra la composición nutricional del fruto de manera individual.

Tabla 4. Composición nutricional individual.

Parte del fruto.	Composición nutricional.	Cantidad.	Referencia
Pulpa (g 100g·)	Carbohidratos	15.7-19.66	(Hernández <i>et al.</i> , 2017)
	Proteínas	0.46-1.05	
	Fibra	0.3-2.8	
	Cenizas	0.3-0.6	
	Fósforo	17.1	
	Potasio	229.0	
	Calcio	8.7	

	Magnesio	16.6	
	Ácido ascórbico	22.2-29.0	
Semilla (%)	Contenido de ceniza	1.70	<i>(M. Wahini et al., 2018)</i>
	Agua	14.20	
	Carbohidratos	64.19	
	Lípido	6.01	
	Proteína	11.38	
	Fibra	2.51	
	Vitamina B	0.33	
	Mineral (Ca-Fe-P)	62.50	
Cáscara (mg/L)	Cobre	0.070	<i>(Mahmood et al., 2018)</i>
	Magnesio	0.15	
	Zinc	0.080	
	Fierro	0.29	
	Potasio	0.57	
	Calcio	0.51	

VARIEDADES DE RAMBUTÁN

El Rambután es un árbol de origen nativo de Indonesia y Malasia, el cual se ha desarrollado exitosamente en América central (Vargas, 2003). En 1988 el biólogo Guillermo Fraire, a partir de diversos análisis obtuvieron más de cien árboles hermafroditas, de diversas calidades en las cuales destacan tres materias seleccionadas RI-104, RI-133 y RI-148 (“RI” de Rosario Izapa, seguido por el último número de selección) estos árboles han sido principal fuente de semilla y germoplasma dispersado hacia los cultivos de traspatio de Cacahoatán, Tuxtla Chico, Huehuetán, Tapachula y otros municipios circunvecinos.

En el 2003 se introdujeron materiales procedentes del jardín botánico “Lancetilla”, localizado en Honduras, por el ing. Rubén Darío Joo, quien intercambia varetas de variedades presentes en el Soconusco, Chiapas por varetas de variedad R-132, R-135, R-136, R-134, R-167 de origen malayo y la variedad Jitlee (originaria de Singapur) (Castillo *et al.*, 2017).

Los árboles que están caracterizados se encuentran ubicados en el centro de investigación de Rita, propiedad de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA S.A). El área experimental se encuentra ubicada en el distrito de Rita, cantón de Pococí, provincia de Limón (Vargas, 2003).

PROCEDENCIA DEL RAMBUTÁN

En la siguiente **Tabla 5 y Figura 3**. Se muestra la procedencia de las selecciones de rambután, las **cuales** fueron evaluadas en el soconusco de Chiapas, México (Avendaño *et al.*, 2011).

Tabla 5. Variaciones de rambután

Selección	Localidad	Municipio	Altitud (m)	(° C) y HR (%)
RI-115	Rosario Izapa	Tuxtla chico	435	22.9 /75.4
RI-148	Rosario Izapa	Tuxtla chico	435	22.9 /75.4

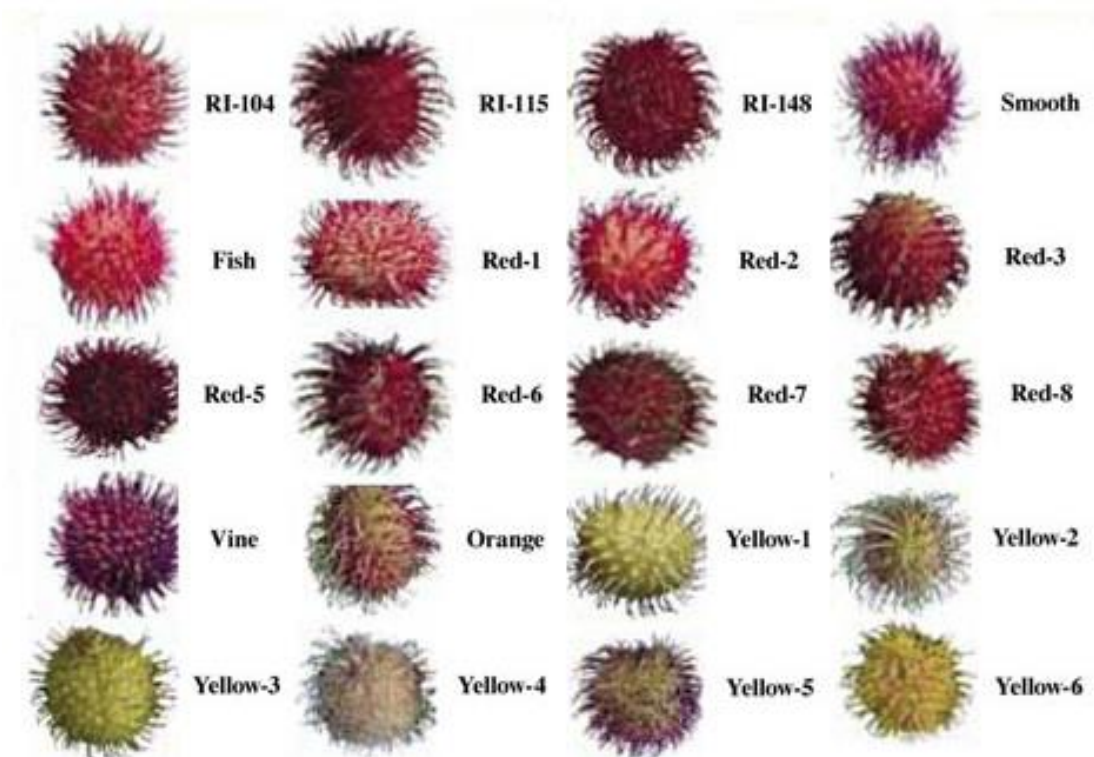


Figura 3. Procedencia evaluada. (Avendaño *et al.*, 2011)

TEMPORADA

En prácticas de cosecha y postcosecha, de la región del soconusco, se han observado tres tipos de fructificación: precoz, normal y tardía. La cosecha precoz inicia a principios de mayo y termina a finales de junio; la cosecha del árbol normal se hace a fines de julio y finales de agosto, el árbol tardío inicia a principios de agosto y se termina a fines de octubre, los árboles adultos llegan a producir de 100 a 300 kg de frutas (Pérez y Jürgen, 2015).

MANEJO DE COSECHA

Durante la cosecha en Chiapas en la región del soconusco **Figura 4**, el fruto cosechado en estado inmaduro (pericarpio y espiternos verdes) es ácido y sin dulzura adecuada, mientras que en cosecha tardía el fruto puede ser muy suave por la pérdida de firmeza, con el arilo más seco, y la formación de una cámara de aire entre el arilo y el pericarpio (Osorio *et al.*, 2019).

La sequía es uno de los factores limitantes durante el desarrollo de las plantas de rambután, especialmente en los primeros años de edad; la muerte de algunos árboles en edad juvenil y adulta, así como de ramas durante veranos, por lo tanto, el riego es esencial (Arias *et al.*, 2016).

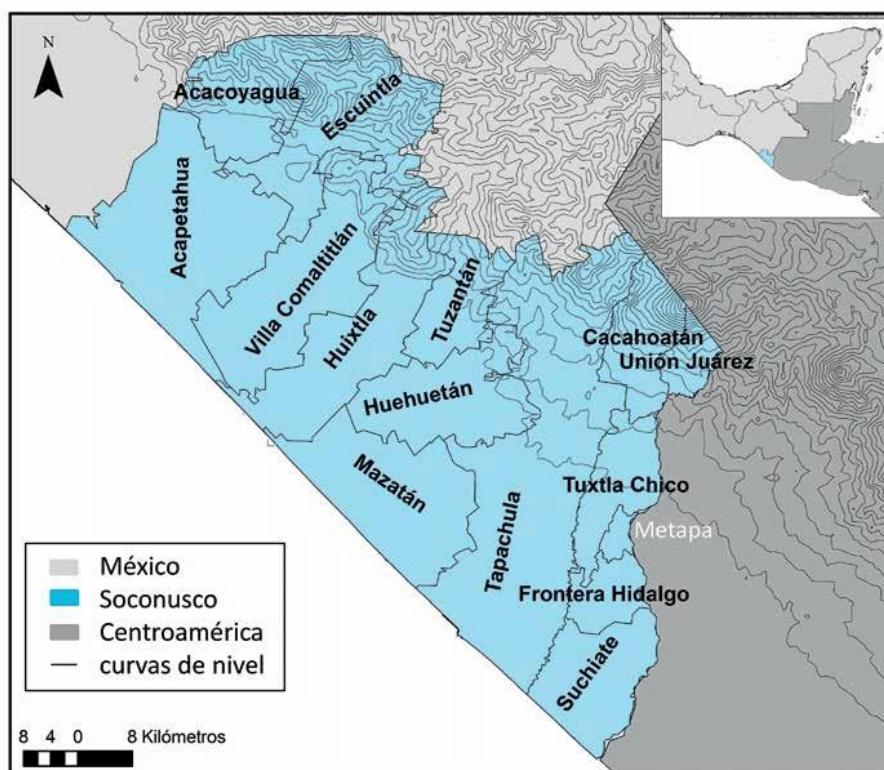


Figura 4. Localización del soconusco (1er informe de gobierno, estado de Chiapas 2013)

PRODUCCIÓN DE RAMBUTÁN EN MÉXICO Y CHIAPAS

En Chiapas México, SIAP reportó un número aproximado a las mil hectáreas establecidas a la realidad aún no se ha logrado tener un número cercano a la realidad de la superficie en México. Diversos autores mencionan que se acerca a las dos mil hectáreas, el presidente de la Asociación de Productores de Rambután, menciona que hay aproximadamente 2500 hectáreas en producción y otras 1000 en etapas de crecimiento el cual ha ido en ascenso desde 2017.

Por el comportamiento de las producciones muestra que el rambután constituye una opción productiva de gran provecho para los agricultores de fruta fresca, el precio del rambután en el año del 2016 en el mercado informal fluctúa entre 12-15 mil pesos mexicanos por tonelada de

frutos frescos, un equivalente a 1000 dólares la tonelada, cifra que incrementó en el 2017 (Hernández, *et al.* 2019).

En el boletín de exportaciones del rambután, la SIAP reportó en 2018 sobre el volumen exportado es decir las exportaciones mexicanas de rambután alcanzaron las 4 mil 491 toneladas, en total por cada tonelada exportada en 2018 se captó 815 dólares. Por lo que las ventas nacionales al exterior generaron 3.7 millones de dólares, en los que se destaca Estados Unidos como el principal destino comercial del fruto.

EXPORTACIÓN DE RAMBUTÁN

La creciente demanda de diversos mercados de países asiáticos ha determinado que un grupo de fruticultores mexicanos lo adopten como un cultivo con perspectiva de comercialización nacional e internacional. Son cuatro las entidades de cosecha de rambután, entre ellas destaca Chiapas, con un aporte del 96.4% de las 9 mil 800 toneladas obtenidas anualmente. En las exportaciones de la fruta de México, Estados Unidos es cliente consolidado, debido a que compra 4 mil 490 toneladas al año (SIAP, 2019).

El rambután crece como planta silvestre en varios lugares de Asia oriental, se cree que es originario del archipiélago malayo de donde ha sido distribuido hacia el sudeste asiático; ha sido comercializado desde hace más de 800 años por comerciantes árabes hasta el oriente africano. El rambután es una de las especies más difundida y cultivada a nivel mundial debido a su gran capacidad de adaptación a una amplia diversidad de suelos (Arias *et al.*, 2016).

No obstante, el rambután ha mostrado ser detonante económico para el Soconusco, por lo que algunos productores lo llaman el oro rojo. Cultivares con una calidad homogénea del fruto, es uno de los mayores retos, pero se tiene como ventaja una amplia riqueza genética presente en la región, su adaptación de las condiciones agroclimáticas y ubicación geográfica, que pueden ser elementos importantes para competir en los mercados internacionales y colocar al rambután como una alternativa económica y ecológicamente viable en nuestro país (Castillo *et al.*, 2017).

PRODUCTOS ELABORADOS A BASE DE RAMBUTÁN

Registros estadísticos muestran que el 97% de la producción total de rambután es utilizado para la obtención de alimentos, y el restante (3%) en productos para el cuidado de la salud, personal y belleza. Estos productos fueron lanzados principalmente en países asiáticos como Tailandia e Indonesia. Entre los alimentos procesados se comercializa el rambután en almíbar, snack y bebidas. En Costa Rica, se han realizado proyectos en deshidratados, jugos, mermeladas, suplementos alimenticios (Ulloa, 2019).

- Xencha de Colombia procesa bebidas que utilizan como ingrediente principal o como saborizante principalmente en té fríos listos para consumo. Se obtiene un sabor suave y aromático, con propiedades revitalizantes, fibra y vitamina C (Xencha, 2018).



Figura 5. Té (Xencha, 2018)

- Holavie Health de Taiwán elaborado con 100% fruta natural, libre de aditivos, colorantes artificiales, edulcorantes y conservantes. Este producto no frito se elabora mediante un proceso de liofilización para mantener su nutrición y textura crujiente (Ulloa, 2019).

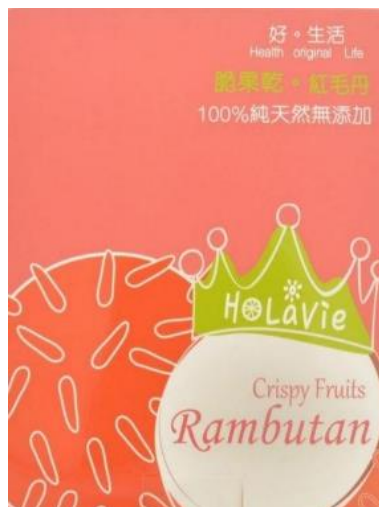


Figura 6. Crispy (Ull0a, 2019)

- Chips, a partir de semilla de rambután como snacks antidiabéticos, en el cual el proceso de trituración ahí puede ser natural o añadiendo otras hierbas dando un sabor a papas fritas (Dur y Lubis, 2021)
- Yogurt de rambután, originario de Tailandia con una marca comercial de Dutchie, en el sureste asiático se destaca por su producción de yogures y productos congelados.
- Nephelium, bebida alcohólica fermentada a base de rambután elaborada en Tuxtla Gutiérrez, en la universidad de ciencias y artes de Chiapas (Galdámez y Rueda, 2016)

En el mundo, diversos productos a base de rambután han salido al mercado desde 2014 a 2018, teniendo un ranking de 10 países con más aprovechamiento de esta fruta, en la **Tabla 6** se muestran algunos productos.

Tabla 6. Productos de diversos países.

Ranking	País	Lanzamientos 2018	Total 2014-2018	Principal. Sub categoría
1	Tailandia	11	35	Almíbar
2	Indonesia	2	10	Snacks de rambután
3	China	2	3	Bebidas

4	Francia	0	3	Alimentos precocidos
5	Taiwán	0	3	Almíbar
6	Malasia	0	3	Gelatinas saborizadas
7	Myanmar	0	3	Almíbar
8	Colombia	1	2	Bebidas
9	Sri Lanka	0	2	Almíbar
10	India	1	1	Rambután deshidratado

(Ulloa, 2019)

En el lanzamiento de los diversos productos con rambután en la investigación hecha por Ulloa en 2019, se registró un aumento de productos elaborados a base de rambután en el período 2014 - 2018, debido a la búsqueda de alimentos con mayor calidad nutricional.

PRODUCTOS A PARTIR DE RESIDUOS DE RAMBUTÁN

La semilla y la cáscara de rambután se consideran un subproducto residual del procesamiento del fruto. Los residuos de la semillas y cáscara generalmente se desechan o se eliminan en grandes cantidades sin un valor económico que se ha convertido en un problema que se debe resolver (Hernández *et al.*, 2019).

Actualmente se desconoce qué porcentaje de residuos generan las empresas que elaboran productos alimenticios a base de la fruta rambután.

En la actualidad solo un producto ha aprovechado la cáscara de rambután como un suplemento alimenticio en cápsulas, llamado Ramboost, que contiene el extracto de la cáscara de rambután que se caracteriza por su alto contenido de antioxidantes y efectos hipoglucémicos para la salud. Este proyecto con la agencia Universitaria de Gestión del Emprendimiento y varios centros de investigación y laboratorios de la Universidad de Costa Rica (O'Neal, 2019)

Unos de los productos elaborados a base de la semilla de rambután es chocolate de los estudiantes Cinthya Jazmín García Velázquez y Julio César Méndez Pinola Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (Unicach), elaboraron un producto a partir de semillas de rambután, cuyo sabor es similar al chocolate, generando así una opción de aprovechamiento de residuos agroindustriales mediante el análisis químico de las semillas del rambután, se determinó que comparten propiedades organolépticas (que se percibe con los sentidos) con el cacao (Velásquez y Méndez, 2016).

Snacks producto elaborado a base de semilla de rambután, estos snacks son bocadillos ligeros que funcionan como anti diabéticos, el proceso principal es el proceso de trituración. Estos snacks también pueden ser variado con la adición de hierbas o especias y otros ingredientes mixtos como la harina de trigo, sagú, harina, maicena y otros. Las semillas de rambután, que han sido categorizadas como residuo, ahora se puede utilizar como un aperitivo ligero en forma de patatas fritas que funcionan como antidiabéticos (Dur y Lubis, 2021).

HIPÓTESIS

La cáscara de rambután en polvo se espera que mejore la calidad nutricional de la harina de trigo al formular harinas compuestas.

METODOLOGÍA

TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental ya que se manipulan temperatura, concentración de los componentes de la harina y evaluación sensorial al producto y cuantitativo, porque se analizarán los datos a través de un programa estadístico de la composición química proximal de las cáscaras y del alimento para determinar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Lo cual llevó a cabo nuestras investigaciones en el laboratorio de análisis de alimentos 1 y 2 y en el laboratorio de tecnología de alimentos, de la Universidad de Ciencias Artes de Chiapas, lo cual nos permite obtener más información para nuestro trabajo de investigación.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño experimental que se usará es un diseño multifactorial de $1 \text{ CF} + (1 \text{ T} \times 1 \text{ P}) + (2 \text{ CH} \times 2 \text{ p}) = 6 \text{ M}$, en donde “CF” es la cáscara en fresco, “M” se refiere a muestras, “T” a temperatura, “P” se refiere a polvo, “CH” se refiere a combinaciones de harina y “p” a panqués. La temperatura usada fue de 50°C para la deshidratación y obtención del polvo. Para los análisis proximales se compararon la cáscara en fresco, el polvo y las dos harinas combinadas. Además, se evaluaron las propiedades tecnológicas del polvo, y para los panqués, se aplicó un análisis sensorial de 4 tributos con 5 categorías a 30 panelistas no entrenados.

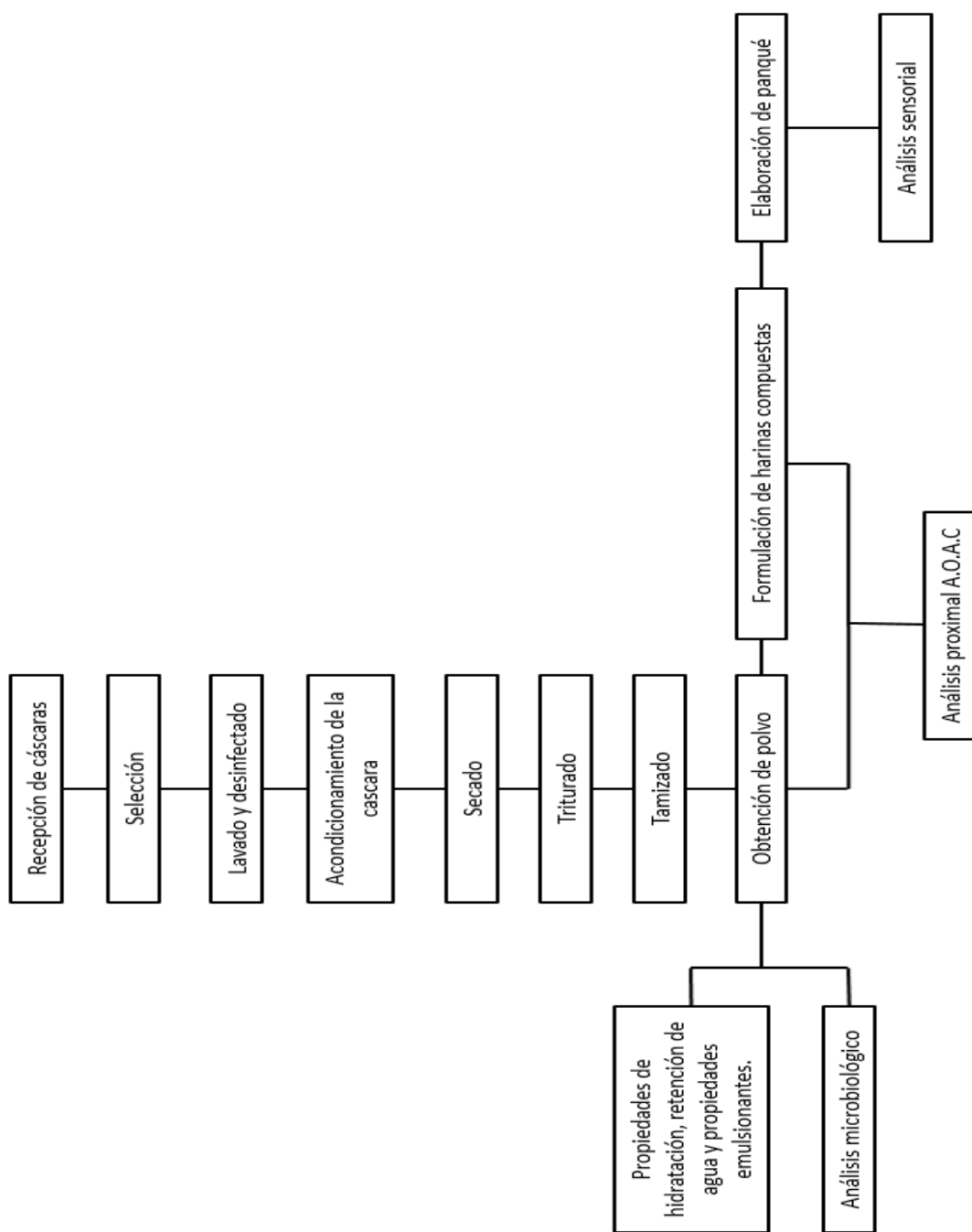


Figura 7. Diagrama de flujo.

Variables independientes y dependientes.

En la **Tabla 7**, se presentan las variables dependientes e independientes que se evaluarán en el proyecto, las dependientes están representadas por los tratamientos que se aplicarán y las independientes estas representan las pruebas que realizarán para verificar su composición.

Tabla 7. Diseño de variables.

Dependientes	Independientes
Análisis proximal <ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Cenizas • Grasa • Proteína • Fibra • Hidratos de carbono 	Cáscara <ul style="list-style-type: none"> • CF= Cáscara fresca Temperatura. <ul style="list-style-type: none"> • T1= 40-50°C
Análisis tecnológico Propiedades de hidratación y retención de agua <ul style="list-style-type: none"> • Sólidos solubles • solubilidad • Higroscopicidad • Humectabilidad • Capacidad de hinchamiento • Capacidad de atrapar agua • Capacidad de retener agua 	Polvo <ul style="list-style-type: none"> • 1 P= Polvo de cáscara de rambután Combinaciones <ul style="list-style-type: none"> • CH 1= 65% HT + 35% P.C • CH 2= 35 HT + 65 % P.C
Propiedades emulsionantes <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de retención de aceite • Estabilidad emulsionante 	Producto <ul style="list-style-type: none"> • p1=65% HT + 35% P.C • p2= 35 HT + 65 % P.C

<p>Análisis sensorial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Textura • Color • Olor • Agrado 	
--	--

NOTA: P= Polvo de cáscara de rambután, CH= Combinación de harina, T= Temperatura, HT= Harina de Trigo, HCR= Harina de Cáscara de Rambután, p= panqués

DESCRIPCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

En el presente trabajo, la materia prima que se utilizó para diferentes estudios fue la cáscara de rambután, lo cual se utilizó para la elaboración de harinas, la materia prima se adquirió en el municipio de Tuxtla chico, Chiapas, México, con un proveedor local, lo cual fue una combinación de variantes de rambután (RI 115 y RI 148), el traslado del fruto se realizó en bolsas, 8 kg de cáscara congelada en estado de refrigeración entre (4° a 8°), se almacenó en bolsas previamente cerradas.

Harina: Unos de los ingredientes que se utilizamos para la elaboración de harinas combinadas, fue harina de la marca Selecto de 2 kg, se adquirió en el supermercado Bodega Aurrera, se almacenó a temperaturas ambiente en un lugar seco.

Huevo: Uno de los ingredientes que utilizamos para la elaboración de panqués, fue 10 huevos de la marca San Juan, se adquirió en locales de abarrotes.

Leche: otro ingrediente que utilizamos para la elaboración de panqués, fue la leche de la marca alpura de 1 litro, se adquirió en el supermercado Bodega Aurrera, se almacenó a temperatura de refrigeración.

Reactivos: En el presente trabajo, los reactivos que se utilizaron para los análisis de las cáscaras, harinas y el producto son: Ácido Bórico, Ácido sulfúrico, Ácido Clorhídrico al 0.05 Normal, Hexano, Scharrer-Kurschener (S-K), Sulfato de potasio, Sosa-Tiosulfato, Óxido de mercurio.

Materiales para los análisis, Matracas de balón con las perlas de ebullición, Crisoles, Desecador, Matraz balón de destilación, Placa de Petri, Pinza, Vasos Berzelius

Equipos: para los análisis de la cáscara, harina y producto, Balanza analítica de la marca (DENVER, modelo TP-340, año 2000), Equipo soxhlet (NOVATECH, modelo IH-6 ESP, año 2000), Digestor para proteína (NOVATECH, modelo MOK-6, año 2000), Digestor de Fibra cruda (LABCONCO, modelo 30001-00, año 2000), Estufa de vacío (VECO, modelo I-25162, año 2000), Horno (FELISA, año: 2000), Mufla (ARSA, modelo AR-340). Tamizador (DAVI, año 2000, Malla No 50).

MUESTRA

El análisis sensorial fue análisis hedónico en el cual se evaluaron dos muestras con se 30 panelistas no entrenado,

PROCESO

En esta tabla 8. Se describen los procesos y condiciones para llegar al producto final panqué, plasmado en la **Figura 7. Diagrama de flujo.**

Tabla 8. Descripción de los procesos.

Proceso	Descripción	Condición
Recolección	Durante este proceso se recolecta la fruta en un estado maduro.	Maduro
Selección de cáscara	Se separa la cáscara del fruto, seleccionando las cáscaras, verdes, amarillas, cafés o rojas.	
Lavado y desinfectado	Antes de que se manipule, la cáscara deberá ser lavada y desinfectada.	

Conservación a T. congelada	Previamente lavada se usará un método de conservación de la cáscara a T. de congelamiento	4-8°C
Acondicionamiento de la cáscara	Después de congelar la cáscara, antes que se ponga a secar, se acondicionara la cáscara por el método de chorro directo.	
Escaldado	Previamente descongelada la cáscara se pica y que el agua se encuentre en su punto de ebullición la cascara se pone a escaldar.	10 min
Secado	Se secará la cáscara en un horno de aspersión, previamente picada en tiras de 1cm.	40- 50 °C/ 24 Hrs
Triturado	Previamente secada la cáscara, se molerá hasta conseguir una consistencia (polvo).	
Tamizado	Después de la molienda se tamiza con un tamizador de nivel industrial para poder eliminar partículas de mayor tamaño y todas queden homogéneas.	50 micras
Almacenamiento de la harina	Después de tamizar se guardará la cáscara en recipientes esterilizados para evitar contaminaciones.	25 - 30 °C
Elaboración del producto		
Tamizado	Se tamiza las harinas para que entre oxígeno y poder conseguir una textura blanda	
Mezclado de harinas	Se mezclan las harinas de cáscaras frescas y congeladas con la harina base de trigo para que la integración sea homogénea.	CH1= 65% HT+ 35% P.C CH2= 35 % HT+ 65% P.C

Incorporación de ingredientes	Después de la integración de las harinas, se incorporarán los ingredientes, leche, huevos, margarina.	
Mezclado	Previamente incorporado se batirán los ingredientes en una batidora hasta conseguir una mezcla homogénea	180 °C
Cocción directa	Se precalienta el horno, después se pondrá margarina para que no se pegue, y agregamos la mezcla en forma de un círculo para que se forme los Panqué	230 °F
Enfriamiento	Después de que salgan los panqués se extienden en una charola para que se enfríen y evitar así que suden.	25 - 30 °C
Empaquetado	Previamente fríos se empacaron en bolsas tipo ziploc para poderlos almacenar.	
Almacenamiento	Finalmente, en empacados se almacenarán en un lugar oscuro a temperatura ambiente para evitar el crecimiento de mohos.	25 - 30 °C

TÉCNICAS ANALÍTICAS

Análisis químico proximal

(Método Oficial de Análisis Químico 930.1503, A.O.A.C, 2000)

Cáscara

Humedad: la determinación de humedad, se define como la pérdida en peso que sufre un alimento al someterlo a condiciones de tiempo y temperatura. El contenido de humedad se determinó por el método oficial de análisis químico 923.03 (A.O.A.C, 2000) **(Anexo 1)**.

Ceniza: las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. El contenido de cenizas se determinó por el método oficial de análisis químico 923.03 (A.O.A.C, 2000) **(Anexo 2)**.

Grasa: la determinación de grasa cruda o extracto etéreo se determinó por el método soxhlet de acuerdo al método oficial de análisis químico 920.39. **(Anexo 3)**.

Fibra: se denomina fibra a los grupos de polisacáridos estructurales que contiene un alimento. El contenido de fibra cruda se determinó por el método oficial de análisis químico 923.03 (A.O.A.C, 2000) **(Anexo 4)**.

Proteína: las proteínas representan uno de los componentes principales de los alimentos y tienen propiedades tanto funcionales como nutricionales. El contenido de proteína cruda se determinó por el método oficial de análisis químico 960.52. **(Anexo 5)**.

Extracto libre de nitrógeno (eln) o carbohidratos solubles totales: los carbohidratos abarcan un gran número de compuestos que van desde los azúcares simples mono y disacáridos como la glucosa y la sacarosa, hasta los más complejos como el almidón y la celulosa. El cual se determinará por el método oficial de análisis químico 960.52. **(Anexo 6)**.

Polvo de cáscara de rambután.

Análisis proximales: **Anexo 1-6**

Análisis físicos:

Solubilidad: determinación de solubilidad sirve para calcular la velocidad y nivel en que los componentes de las partículas de polvo se disuelven en agua, por lo que el resultado expresa el porcentaje de polvo depositado en el sobrenadante (serna-cock et al., 2015). **(Anexo 7)**.

Sólidos solubles: **(Anexo 8)**

Tamaño de partícula: Es el tamaño que tienen las partículas del polvo, dependiendo el tamiz a utilizar **(Anexo 9)**

Capacidad de hinchamiento: Es la capacidad que tiene un producto para aumentar su tamaño en presencia de exceso de agua **(Anexo 10)**

Capacidad de atrapar de agua: la capacidad de retención de agua se diferencia de la (caa), capacidad de absorción de agua tras someter la muestra a una fuerza externa como la presión o la centrifugación. (raghavendra *et al.*, 2006) **(Anexo 11)**.

Capacidad de retención de agua: La capacidad de atrapar agua se define como la cantidad de agua retenida, sin aplicación de fuerza externa, a excepción de la gravedad y de la atmósfera. (raghavendra *et al.*, 2006) **(Anexo 12)**

Capacidad de retención de aceite: La capacidad de retención de aceite se determinó según el método definido por; (Garau *et al.* 2007) **(Anexo 13)**

Estabilidad emulsionante: Actividad emulsionante: La actividad emulsionante se midió por método de Yasumatsu. (Yasumatsu *et al.*, 1972) **(Anexo 14)**

Higroscopicidad: La higroscopicidad se evalúa como la capacidad que tiene el producto de absorber humedad (Cai y Corke., 2000). **(Anexo 15)**

Análisis microbiológico

Norma oficial mexicana nom-111-ssa1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos, el método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra de prueba en un medio selectivo específico, acidificado a un ph 3,5 e incubado a una temperatura

de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos. (**Anexo 16**)

Harinas compuestas a base de cáscara de rambután y harina de trigo

Análisis proximal: **Anexo 1-6**

Producto Panque a base de harinas compuestas.

Análisis sensorial:

Se aplicó a partir de las 2 formulaciones de harina y polvo de cáscara de rambután a 30 panelistas no entrenados evaluando textura, color, sabor y agrado en la escala hedónica de 5.

La evaluación sensorial comprende un conjunto de técnicas para una medición precisa de respuestas humanas a los alimentos, como tal, intenta aislar las propiedades sensoriales de los alimentos en sí mismos y proporciona información importante y útil sobre las características sensoriales de productos. (Lawless y Hayman, 2010).

Análisis estadístico:

Se usó un software estadístico STATGRAPHICS 18 y se aplicó un análisis ANOVA multifactorial con prueba de Kruskal-Wallis a las muestras, para evaluar si existían diferencias estadísticamente significativas entre ellas, con un nivel de confianza de $p \geq 0.05$.

RESULTADOS

ANÁLISIS PROXIMAL

Se elaboraron 2 harinas combinadas, a partir del polvo de cáscara de rambután (M2) y harina de trigo (M3, 65% HT+ 35% P.C) y (M4, 65% P.C+ 35% HT). El polvo se obtuvo a partir del secado de la cáscara de rambután en estado fresco, cabe resaltar que las cáscaras se mantuvieron en congelación (4-8°C) antes de deshidratar. En la **Tabla 9** se observan los resultados obtenidos en el análisis proximal aplicado a las muestras M1, M2, M3 y M4.

Tabla 9. Análisis proximal de la cáscara en fresco, en polvo y combinaciones.

Tipo de análisis	Cáscara de rambután	Polvo de cáscara de rambután	CH1 (65% HT+ 35% PC)	CH2 (65% PC + 35% HT)
	M1	M2	M3	M4
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
Humedad	72.58±0.20 ^d	4.15±0.02 ^a	4.97±0.00 ^c	4.36±0.00 ^b
Cenizas	0.52±0.03 ^a	2.50±0.06 ^d	1.32±0.02 ^b	1.73±0.02 ^c
Grasa	0.44±0.01 ^a	0.73±0.00 ^b	1.03±0.06 ^d	0.81±0.02 ^c
Fibra	4.94±0.00 ^a	17.73±0.32 ^d	6.09±0.30 ^b	12.64±0.11 ^c
Proteína	0.95±0.00 ^a	3.05±0.48 ^b	3.31±0.00 ^b	3.33±0.00 ^b
Carbohidratos	20.53±0.20 ^a	71.79±0.40 ^b	83.38±0.45 ^d	77.12±0.17 ^c

Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Fisher $p \leq 0.05$

Se realizó una búsqueda en base de datos científicos usando como palabras clave: rambután, *nephelium lappaceum* L., harinas, polvos, cáscaras, productos de rambután, entre otros.

La temperatura aplicada en cáscara fresca y polvo fue de 60°C para realizar los análisis proximales, según investigaciones por (Acevedo *et al.*, 2017) menciona que los polifenoles reducen su concentración a 60°C, lo anterior sustenta que el polvo obtenido puede contener antioxidantes como geraninas, corilaginas y ácido elágico, estos compuestos polifenólicos fueron reportados por (Hernández *et al.*, 2017) en extractos de cáscaras de rambután secas se identificaron algunos minerales como Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni y Zn reportados por (Manaf *et al.*, 2016).

La temperatura aplicada a las muestras M2, M3 y M4, ayudó a obtener humedades de entre 4.15 y 4.97%, las cuales se pueden observar en la **Figura 8**, porcentaje aceptado para la NOM-247-SSA1-2008 (Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas), debido a que el límite máximo permitido de humedad en harinas es de 15%.

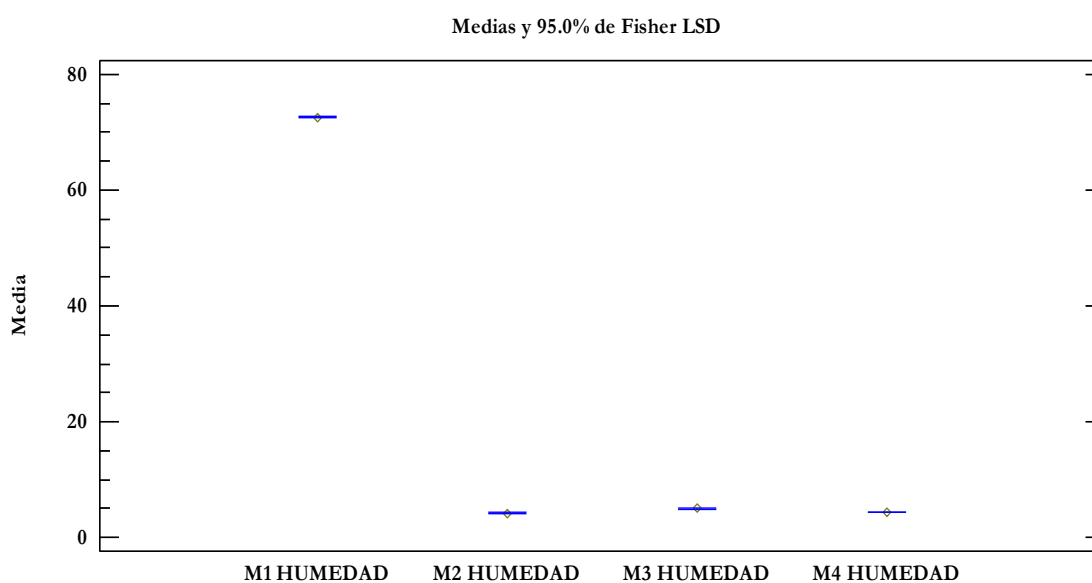


Figura 8. Medias y Fisher (Humedad)

En alimentos se considera que el contenido de cenizas representa la cantidad de minerales presentes en el alimento (Morillas y Delgado, 2012); en la cáscara de rambután en estado fresco, se encontró que el 0.52% corresponde a cenizas, lo anterior se puede considerar que el aporte

de minerales de la cáscara en fresco se encuentra dentro del rango sugerido de consumo diario de minerales en adultos, debido a que la FAO sugiere que el consumo de minerales debe ser entre 0.4 y 0.5 g diarios. Respecto al polvo y las harinas combinadas, el contenido de cenizas aumento debido a la pérdida de agua, favoreciendo la concentración de minerales representado por el contenido de cenizas de entre 1.32 y 2.50%, con lo anterior podemos decir que los polvos pueden ser consumidos por mujeres embarazadas, ya que el consumo sugerido según la FAO es de 0.8 a 1g diario. Reportes de investigaciones en cáscaras de rambután mencionan que puede contener cobre, magnesio, zinc, fierro, potasio y calcio (Mahmood *et al.*, 2018).

En el análisis estadístico se encontró diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en las 4 muestras, este resultado se puede observar en la **Figura 9**, esto se debe a que las matrices analizadas no tienen las mismas proporciones que las constituyen, en este caso, el polvo se elaboró de 100% con cáscaras de rambután, mientras que las harinas combinadas se utilizaron proporciones de polvo al 35 y 65%, y de harina de trigo 65 y 35%, respectivamente.

Medias y 95.0% de Fisher LSD

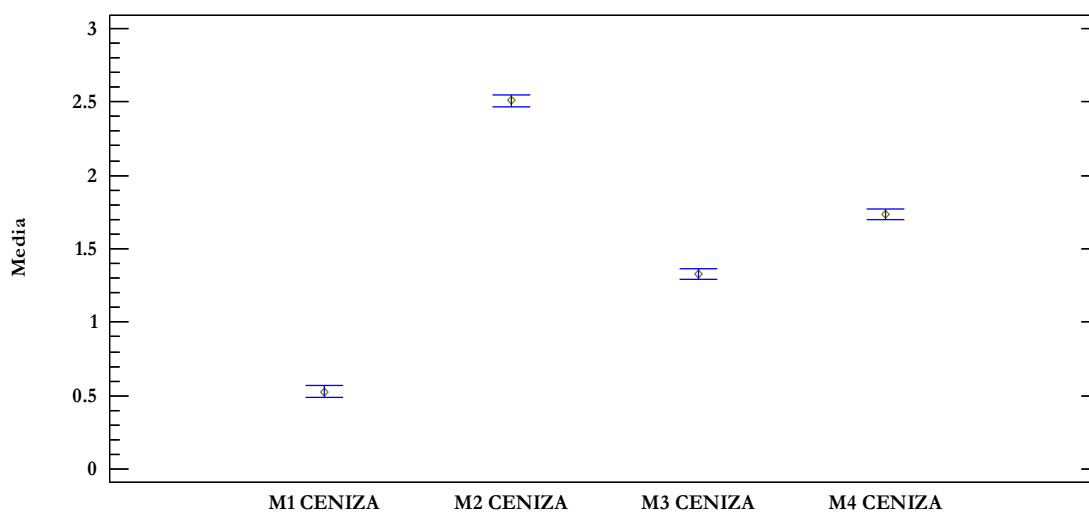


Figura 9. Medias y Fisher (Ceniza)

Las grasas son la reserva energética más importante del organismo, fuente de energía de diversos alimentos las cuales ayudan a nuestro cuerpo, además de ser transportador de vitaminas liposolubles (Cabezas *et al.*, 2016). En esta investigación se extrajo la grasa por el método de Soxhlet (A.O.A.C 2000). Donde el contenido de grasa de las muestras M1 y M2 son bajas a

comparación del Intervalo de Ingesta de Referencia (RI) ó la Ingesta Adecuada (AI), la cual siguiere un consumo de 20-35% (García *et al.* 2017), y nuestro rango de grasa de las muestras de cáscara y polvo se encuentran entre 0.44% y 0.73%.

Mientras tanto en las harinas combinadas podemos observar que el contenido de grasa aumenta de manera proporcional al porcentaje de polvo añadido a la harina de trigo. Lo anterior se observa en el análisis estadístico (**Figura 10**), donde se obtuvo que $p \geq 0.05$ comparando M3 y M4, lo que indica que, a mayor proporción de polvo, menor contenido de grasa en la harina combinada. Otra característica de las harinas combinadas obtenidas, es que su contenido de grasa es menor que las harinas comerciales, las cuales se encuentran entre los (2.1% y los 3.490%), arrojando entre 0.81 y 1.03% de grasa para M3 y M4, respectivamente. Cabe destacar que nuestra investigación podemos encontrar grasas insaturadas y poliinsaturadas, debido a que son de origen vegetal.

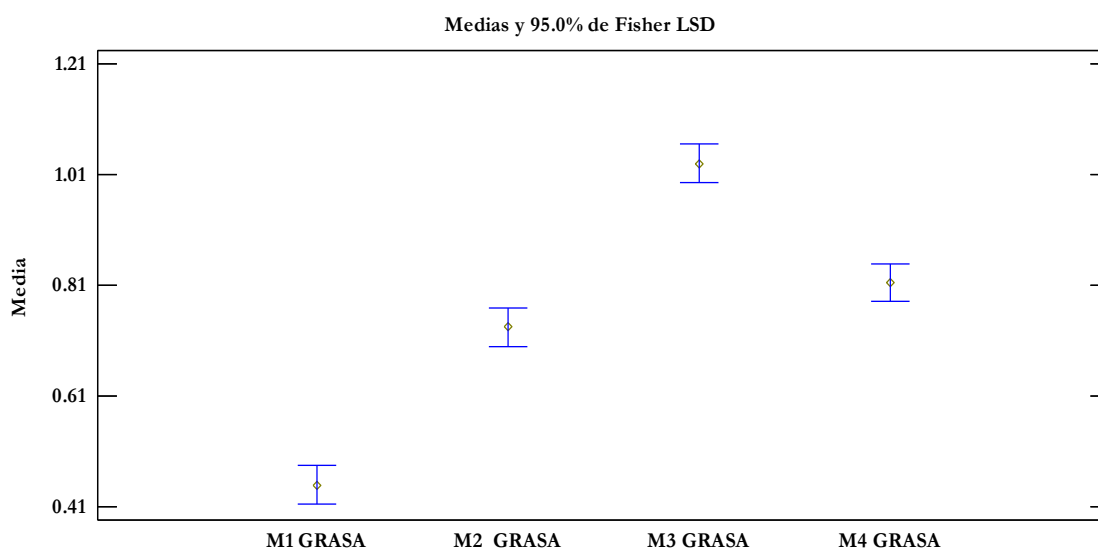


Figura 10. Media y Fisher (Grasa)

La fibra es fundamental en la alimentación porque participa en el funcionamiento óptimo del sistema digestivo desde la masticación hasta la evacuación (Villanueva, 2019). Los resultados obtenidos en los análisis proximales reflejan que el contenido de fibra en el polvo es mayor que el de las cáscaras en su estado natural (fresco), obteniendo lo siguiente: porcentaje de fibra para M1 fue de 4.94% y para M2 17.73 %. La diferencia estadísticamente significativa entre las dos

muestras se debe a la concentración de macronutrientes por la pérdida de agua que se generó durante la deshidratación, generalmente ocurre en los alimentos constituidos mayoritariamente por agua. En investigaciones se ha reportado que la avena tiene 12.2% de fibra cruda (Rivera *et al.*, 2020) sin embargo, el polvo de rambután tiene 17.73% de fibra, este contenido está por arriba de lo que se reporta para la avena, la cual es considerada uno de los alimentos con mayor aporte de fibra al organismo.

Además, en las harinas combinadas, formuladas en esta investigación, demostraron tener un contenido alto de fibra con 6.09% para M3 y 12.64% para M4; al comparar las muestras se encontró diferencia estadísticamente significativa, como se observa en la **Figura 11**.

En virtud de lo anterior se deduce literariamente que la fibra presente en la cascara de rambután es fibra insoluble debido a sus características que esta posee. La fibra insoluble está compuesta principalmente de la pared celular de las plantas y cascara de frutas, esta contiene celulosa y lignina las cuales son sustancias insolubles al agua y en algunos solventes comunes (Cayo y Matos, 2019), de la misma forma esto se ve reflejado en los resultados de los análisis físicos de solubilidad, higroscopicidad y humectabilidad. Este tipo de fibra es funcional para el organismo debido a que puede ayudar a prevenir algunas enfermedades cardiovasculares y crónicas degenerativas.

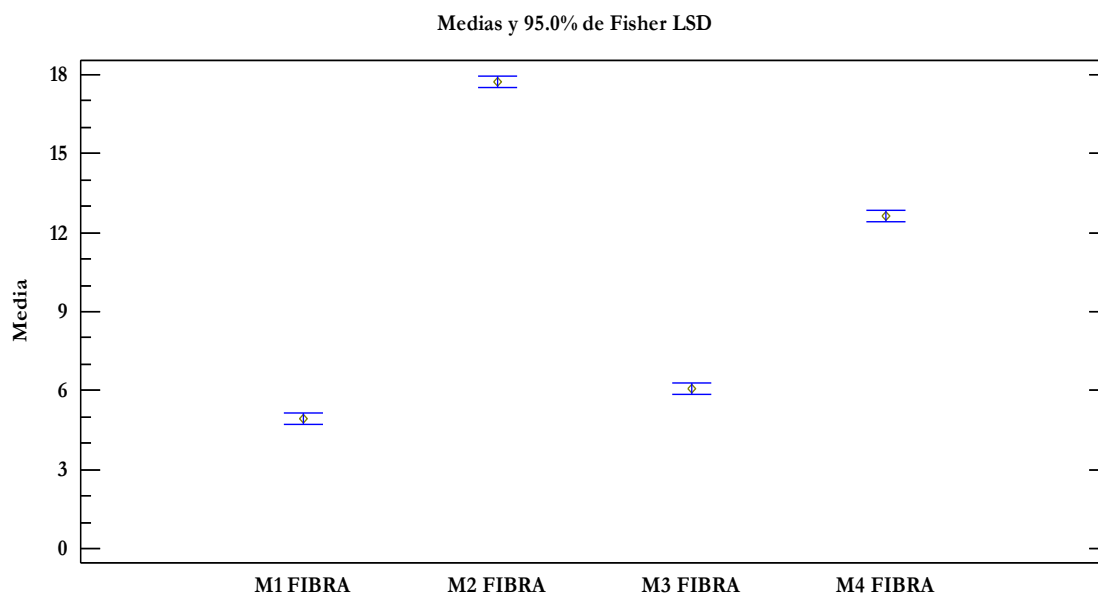


Figura 11. Medias y Fisher (Fibra)

En el análisis estadístico, **figura 12**, se observa que la muestra M1 cascara de rambután es significativamente diferente a M2 polvo de cascara, M3 y M4 las combinaciones P.C y HT respecto al contenido proteico, con 0.95%, mientras para las otras muestras, tienen alrededor de 3.05 y 3.33% de proteína. Esto es ocasionado ya que es una proteína de origen vegetal y la matriz, no pertenece a las leguminosas, por lo que contenido proteico es bajo en comparación con otras harinas o polvos, en otras investigaciones deducen que las proteínas de origen vegetal, son una fuente incompleta ya que contienen una cantidad menor o nula de diversos aminoácidos (Quesada y Gómez 2019) sin embargo es los resultados de nuestra investigación se obtuvo presencia de proteínas en menor proporción, debido a que el contenido representa $\frac{1}{3}$ de la que se describe en la FAO en ingesta diaria de proteína de 0.75 gr por Kg de peso por día, por lo que indica que las harinas compuestas y polvo cuentan con características de ser un alimento de calidad.

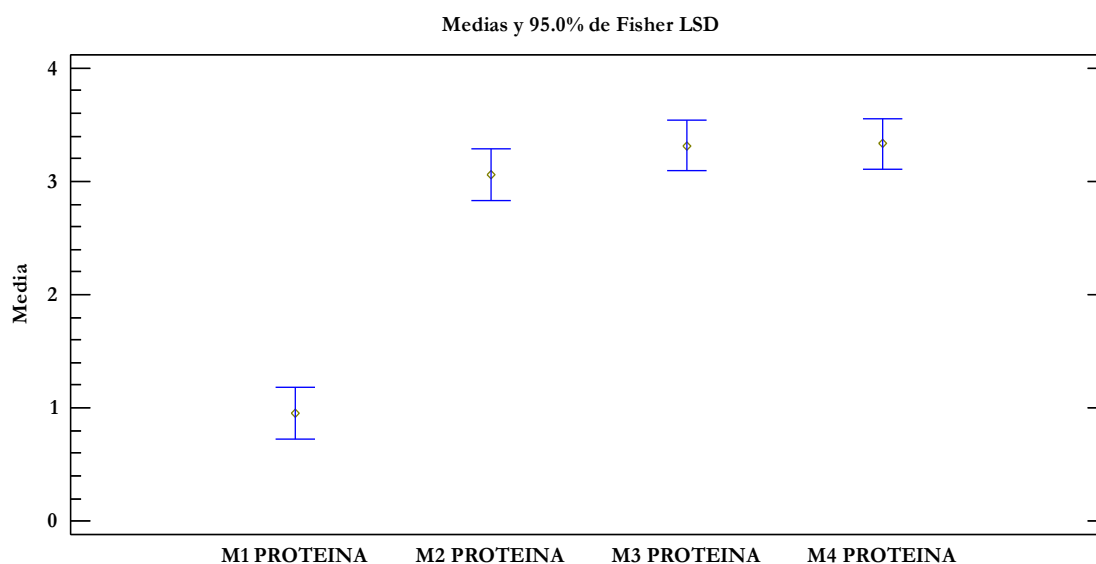


Figura 12. Medias y Fisher (Proteína)

Posteriormente, se determinó el contenido de hidratos de carbono (CHOs) los cuales son compuestos esenciales para todos los seres vivo, es uno de los principales componentes de la alimentación, que proporciona energía a todos los órganos (SMNE, 2021). En las muestras M1 y M2, se obtuvo 20.53%, y 71.29%, respectivamente; se puede apreciar que los macronutrientes

se concentraron al deshidratarse. Respecto a las harinas combinadas, el contenido de hidratos de carbono es bajo, debido a que M3 y M4, ronda entre 77.12 y 83.38% por lo que, en el análisis estadístico, **Tabla 9, Figura 13**, se encontró que todas las muestras tienen diferencias estadísticamente significativas de CHOs.

Con lo anterior, las muestras analizadas (M2, M3 y M4) se consideran están dentro del rango de la clasificación de la dieta cetogénica, comúnmente llamada dieta muy baja en hidratos de carbono debido a que el rango de consumo de CHOs debe ser mayor a 50 % y menor que 130% (Moreno y Capponi, 2020). Esto deduce que el polvo y las formulaciones son una opción más en la preparación de alimentos para personas que buscan reducir el contenido de carbohidratos en su dieta.

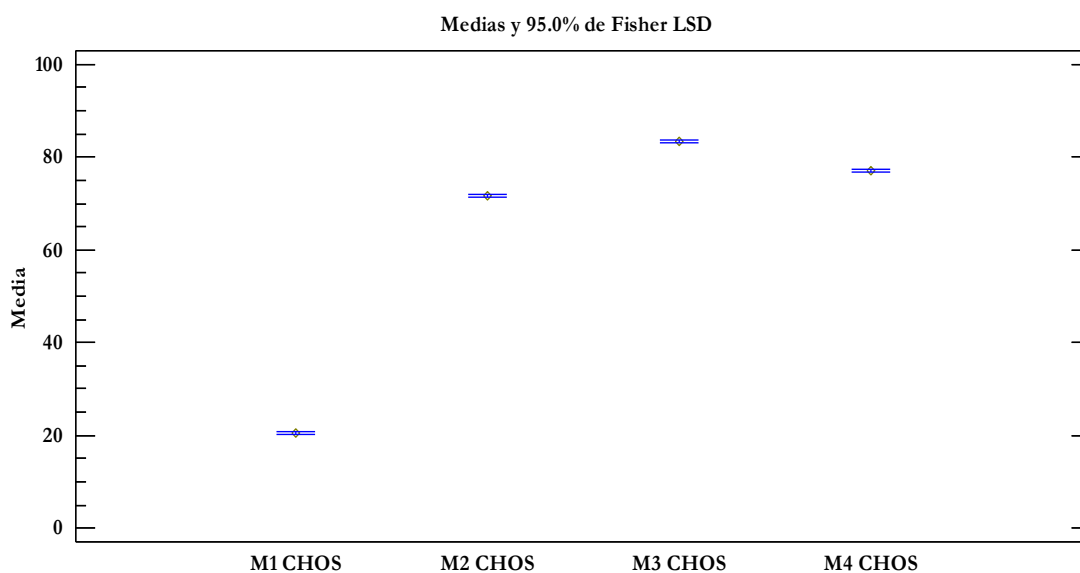


Figura 13. Medias y Fisher (CHOs)

ANÁLISIS FÍSICOS

La calidad del polvo de cáscaras de rambután también depende de propiedades físicas como hidratación, retención de agua y propiedades emulsificantes. En la **Tabla 10** se puede observar los resultados obtenidos que pueden definir el comportamiento o funcionalidad del producto terminado.

Tabla 10. Resultados de propiedades de hidratación, retención de agua y propiedades emulsionantes.

	Polvo de cáscara de rambután	Media \pm DE
Propiedades de hidratación y retención de agua.	Sólidos Solubles (%)	13.29 \pm 0.49
	Solubilidad (%)	9.41 \pm 1.23
	Higroscopicidad (%)	12.94 \pm 0.04
	Humectabilidad (s)	32.75 \pm 0.56
	Capacidad de hinchamiento (ml/g)	6.75 \pm 0.05
	Capacidad de atrapar agua (g/g)	0.26 \pm 0.02
	Capacidad de retención de agua (g agua/ g producto seco)	0.09 \pm 0.02
Propiedades emulsionantes	Capacidad de retención de aceite (g aceite/g muestra)	0.90 \pm 0.00
	Estabilidad emulsionante (%)	7.17 \pm 0.02

De acuerdo con la prueba de fisher $p \leq 0.05$.

Los sólidos solubles (SS) se relacionan con fracciones nutricionales como por ejemplo los carbohidratos no estructurales, que brindan energía inmediata, sin embargo, existen los hidratos

de carbono estructurales que ayudan a la estructura celular y almacenan energía que no son parte de los SS (Cardona *et al.*, 2020). Lo anterior justifica que el polvo de rambután con 13.29% de SS presenta bajo contenido de hidratos de carbono no estructural.

La solubilidad (SD) es la velocidad en que las partículas del polvo se disuelven en agua (Serna *et al.*, 2015), o la fracción de sólidos solubles (SS) (Mimouni *et al.*, 2009). Por lo que 13.29% representa los sólidos que se pueden disolver en agua u otros solventes, mientras que el 9.41% representa los sólidos disueltos en agua, lo anterior también se conoce como porcentaje de SD que además depende del tamaño de partícula, es decir, a menor tamaño, mayor es la velocidad en que se disuelven en agua.

La Higroscopicidad se relaciona con la capacidad de absorber humedad (Cai y Corke., 2000). Colqui y Escobar (2023) mencionan que el porcentaje de higroscopicidad se considera menor cuando es menos del 2%, mediano del 2 al 15% y alto >15%. Por lo tanto, el polvo de rambután se considera que tiene un porcentaje medio de higroscopicidad, con 12.94%. En general, aquellos polvos considerados como buenos, son los que presentan baja higroscopicidad y baja humedad (Bhusari *et al.*, 2014), que favorece resultados satisfactorios durante su almacenamiento.

La humectabilidad de un polvo refleja la capacidad que tienen de absorber agua a una determinada temperatura y tiempo en el que el polvo desaparece bajo la superficie de un líquido o bien, cuando la capa del polvo es penetrada por el agua (Jurado *et al.*, 2021). En este estudio el polvo de cascara de rambután se humectó a los 32.75 segundos, tiempo promedio en que tardó el polvo en absorber el agua. Con lo anterior se puede decir que la humectabilidad se relaciona con la solubilidad, debido a que la primera indica en cuanto tiempo se disuelve el polvo, y la segunda cuanto se logra solubilizar en agua.

En las propiedades de retención de agua y emulsificantes se obtuvo 6.75% de hinchamiento (CH), el cual mide la relación del volumen ocupado por la muestra hidratada durante un determinado tiempo (Raghavendra *et al.*, 2004; Robertson *et al.*, 2000), 0.90% en retención de aceite (CRAC) definido como el valor de retención de componentes de naturaleza aceitosa (Ruiz *et al.*, 2017), y 0.09% en retención de agua (CRA), Vargas *et al.*, (2019) menciona que el CRA es la capacidad que tiene una materia seca para retener el agua, esto se relaciona según el tipo de fibra, debido a lo anterior el CRA, CRAC y CH en el polvo son bajos. En investigaciones se ha descrito que la fibra está constituida por fibra insoluble que es incapaz de retener suficiente aceite

y agua (Pérez y Márquez, 2006). Tal es el caso de nuestro polvo por lo que podría entrar en la clasificación de fibras insolubles ya que en los resultados este revela porcentajes bajos.

Posteriormente se obtuvo 7.17% de estabilidad emulsionante, según Abdul y Luan (2000) menciona que el porcentaje de estabilidad emulsionante se considera bajo cuando es menos del 50%, con lo anterior se puede considerar que el polvo de rambután tiene baja de estabilidad emulsionante.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

El análisis microbiológico se aplicó la norma para Mohos y Levaduras de la Norma oficial mexicana nom-111-ssa1-1994, método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Y análisis para Salmonella de la Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994, método para la determinación de salmonella en alimentos. Lo cual se reporta ausencia de Mohos, Levaduras, Salmonella y Shigella en el polvo de cáscara de rambután, por lo que se declara que es un producto inocuo y seguro para el consumidor, los resultados se observan en la **Tabla 11, Tabla 12 y Figura 14.**

Tabla 11. Análisis microbiológico para Mohos y Levaduras.

Diluciones	Muestra P.C.	Tiempo de incubación
1 ⁸	Ausente	72hrs
1 ⁹	Ausente	72hrs
1 ¹⁰	Ausente	72hrs

Los análisis de Salmonella y Shigella se realizaron debido a que la materia prima es un residuo, demostrado que se aplicaron de manera correcta las de buenas prácticas de higiene (BPH), además de señalar que es un producto inocuo y seguro para el consumidor.

Tabla 12. Análisis microbiológico para Salmonella y Shigella

Diluciones	Muestra P.C.	Tiempo de incubación
1 ⁸	Ausente	72hrs
1 ⁹	Ausente	72hrs
1 ¹⁰	Ausente	72hrs

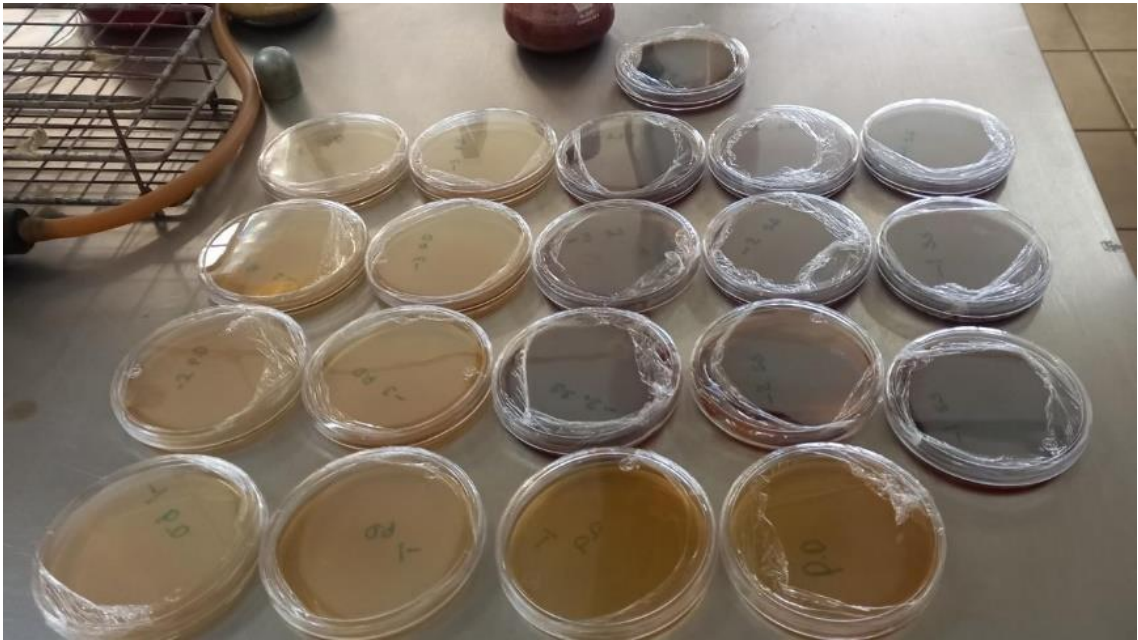


Figura 14. Resultados microbiológicos

ANÁLISIS SENSORIALES

Para demostrar las aplicaciones del polvo de rambután rico en fibra, se formularon dos harinas combinadas con trigo, de las cuales se elaboraron 2 panqués (p1 y p2). La muestra p1 y p2 se sometieron a una evaluación sensorial de escala hedónica donde se evaluó color, sabor, olor y textura, se aplicó una encuesta a 30 jueces no entrenados entre los 18 y 35 años de edad. De los panqués evaluados el P1 (65% HT+ 35% P.C) fue el que presentó mayor aceptabilidad debido a que obtuvo promedios de evaluación hedónica más elevada en sabor, color y agrado, a excepción del atributo de textura, con diferencia significativa descritos en la **tabla 13** y **Figura 15**.

Tabla 13. Resultados de la evaluación sensorial de panqué

Formulaciones	Atributos			
	Textura	Color	Sabor	Agrado
p1	4.06±0.98 ^a	4.23±0.56 ^a	4.36±0.85 ^a	4.33±0.84 ^a
p2	4.4±0.57 ^a	4.03±0.92 ^a	3.73±0.78 ^b	3.63±0.92 ^b

Se utilizó una escala hedónica de 5 puntos donde 1= Me disgusta, 2=Me disgusta poco, 3= Ni me disgusta, ni me gusta, 4= Me gusta poco, 5= Me gusta. Columnas con letras distintas presentan diferencia significativa de acuerdo con la prueba de fisher ($p \leq 0.05$). CH: Combinaciones de harina, HT: Harina de trigo, P.C: Polvo de cáscara de rambután.

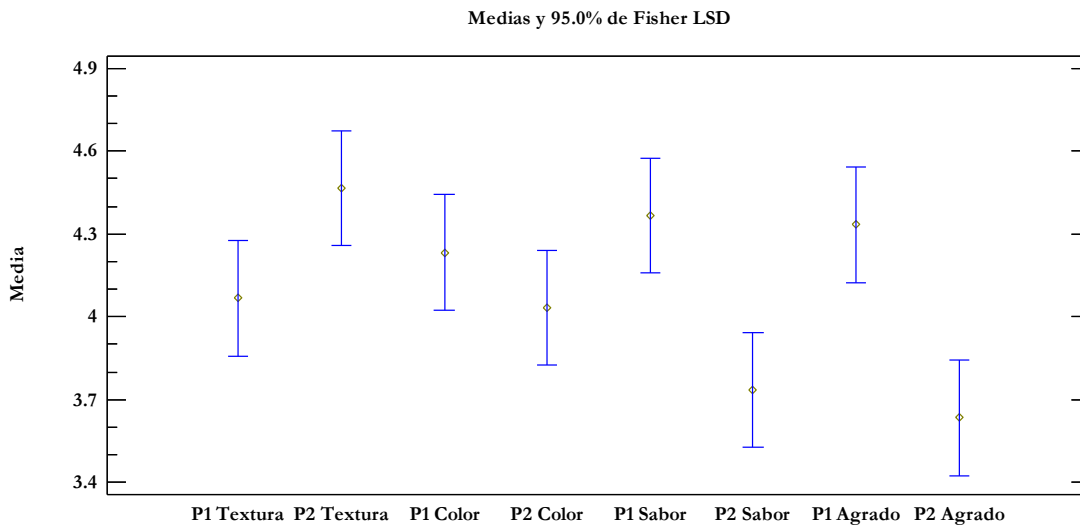


Figura 15. Promedio de análisis sensorial

En la **Figura 16** se observa que el panqué p1 en la escala hedónica de 5 puntos, me gusta, del 100% de los jueces, el 36%, 33.33%, 50% y 46.67%, en atributos de textura, color, sabor y agrado, respectivamente, les gustó a los panelistas.

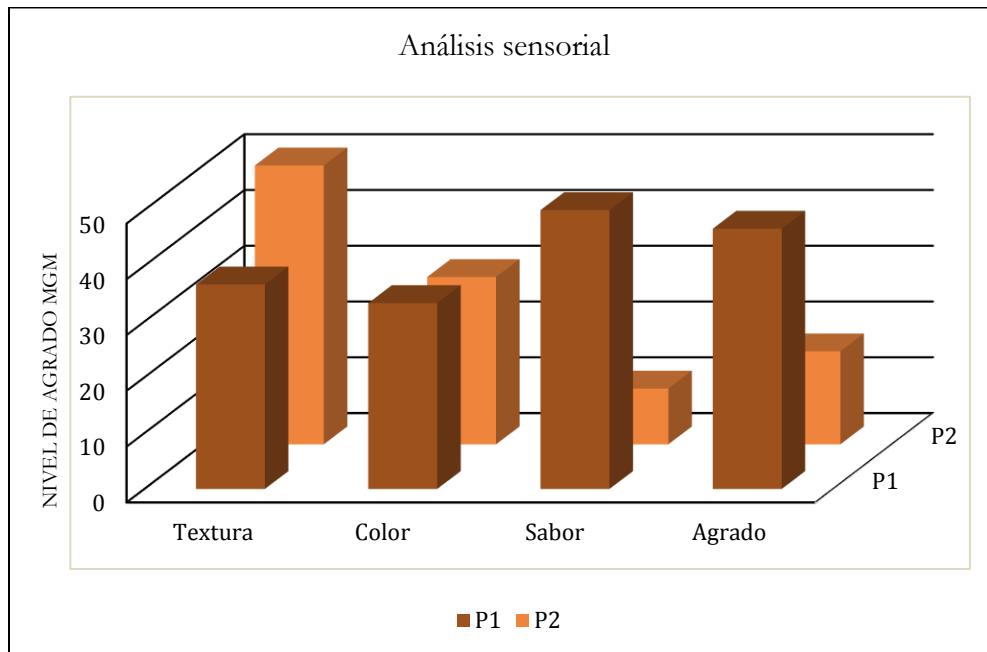


Figura 16. Gráfico comparativo de análisis sensorial

CONCLUSIÓN

En esta investigación se desarrolló un polvo a partir de cascara de rambután de dos variedades originarias de Tuxtla chico, en donde se evaluaron propiedades de hidratación y retención de agua, y propiedades emulsionantes, destacando los análisis de CRA, CRAC y CH. Los análisis antes mencionados y la literatura consultada abren las posibilidades que el polvo de rambután esté constituido mayoritariamente por fibra insoluble, debido a que se obtuvieron porcentajes bajos en las propiedades de retención de agua, retención de aceite, higroscopicidad y capacidad de hinchamiento, esto es ocasionado a que las fibras no son solubles en agua.

Al comparar las harinas compuestas, se observa que la harina CH2 es la que contiene mayor porcentaje de ceniza y fibra, sin embargo, en los panqués elaborados con CH1 y CH2, el más aceptado fue el panque p1, elaborado con CH1, por lo que se sugiere formular otra harina con porcentajes entre 35 y 65% para equilibrar el valor nutricional y la aceptación sensorial de los productos desarrollados a partir de esta harina compuesta.

Con lo anterior, se deduce que la cascara de rambután en polvo es viable para la formulación de harinas compuestas y desarrollar productos de panificación sustituyendo hasta un 35 y 65% de polvo de rambután, debido a que no se ven afectados de manera significativa las propiedades organolépticas según los resultados obtenidos en el análisis sensorial.

GLOSARIO

Alimentos funcionales: Alimentos que, además de su función nutritiva básica, aporta ventajas al organismo.

Análisis Microbiológico: consiste en la determinación del grado de contaminación por microorganismos.

Antioxidante: los antioxidantes se encuentran en las frutas y verduras, que pueden prevenir o retrasar algunos tipos de daño a la celulosa.

Análisis proximal: es un método para determinar los porcentajes de humedad, cenizas, grasa, proteína, fibra y carbohidratos en los alimentos.

Alimento funcional: son aquellos que aportan algún efecto añadido y es beneficioso para la salud y reducen el riesgo de contraer ciertas enfermedades.

Compuestos bioactivos: son sustancias químicas, que se encuentran en ciertos alimentos (frutas, verduras, aceites, nueces y granos) incluyendo las plantas. Cumpliendo como función en el cuerpo que promueve buena salud.

Desecho orgánico: son residuos como cáscaras, semillas, raíces y hojas, que provienen principalmente de frutas y hortalizas u otros alimentos.

Emulsión: son sistemas bifásicos donde uno de dos líquidos inmiscibles se encuentra disperso en el otro.

Fitoquímico: Compuestos químicos secundarios sintetizados por las plantas, las cuales incluyen terpenos ácidos fenólicos y tiólicos, lignanos flavonoides, metabolitos los cuales son esenciales para el crecimiento de la planta o en defensa contra competidores, patógenos o depredadores.

Harinas compuestas: Mezclas elaboradas para producir alimentos a base de trigo.

Insoluble: (Sustancia insoluble) Que no puede ser disuelto ni diluido.

Propiedades Tecno-funcionales: son todas las propiedades no nutricionales que influyen el comportamiento de las proteínas en un alimento.

Propiedad de hinchamiento: consiste en el aumento de volumen que se observa al hidratar el material.

Valor agregado: Transformación de la materia prima a un producto con el fin de darle un mayor valor comercial, sin perder su calidad de origen.

Variedad: Conjunto de cosas diversas.

REFERENCIAS DOCUMENTALES

Abdul A., y Luan Y. 2000. *Functional properties of dietary fiber prepared from defatted rice bran.* Food Chem. 68: 15-19.

Acevedo Alzate, L.K [et al.]. 2017 *efecto de la temperatura del conchado sobre los polifenoles en un chocolate semi- amargo.* Revista de Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 25, No 41.

Aguilar, C.N [et al.]. 2019. *Rambután (Nephelium Lappaceum L.): Una revista general.* Revista científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. Vol. 11. Núm. 21. Disponible en: <http://www.biochemtech.uadec.mx/Articulos/No.21/rambutan.pdf>

Aguirre Zavala A. 2022. *Uso de harinas compuestas en la industria alimentaria.* Mundo Agropecuario. [Consultado: 22 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://mundoagropecuario.com/uso-de-harinas-compuestas-en-la-industria-alimentaria/>

Aguire Tinoco, J. 2022. *Incorporación de harina de cáscara de piña como fuente de fibra en la elaboración de un producto cárnico tipo hamburguesa.* Universidad de la salle, Bogotá. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos.

Alvarado Yepes, J. A. 2021. *Obtención de harina a base de la cáscara de papa (Solanum tuberosum) sazonada.* Paz Yépez, C. A. (DRA). Tesis, Universidad Agraria del Ecuador. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/cia>

Angulo Arias, L., [et al.]. 2018. *Caracterización de subproductos agroindustriales: naranja y maracuyá.* Vol. 20. Disponible en: <https://doi.org/10.25054/22161325.1916>

Araujo, Edilene, [et al.]. 2018. *Biodisponibilidad de minerales quelados y no que lados: una revisión sistemática.* Santiago: Scielo, 2018, Vol. 4. ISSN 0717-7518.

Ascacio V, J. 2015. *Aprovechamiento de la cáscara de rambután como fuente de antioxidantes.* Investigación, Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro y Universidad Autónoma de

Coahuila. Disponible en: <https://es.slideshare.net/ChristianHernandez24/aprovechamiento-de-la-cascara-de-rambut-an-como-fuente-de-antioxidantes>

Arias T. M. y Calvo V. I. 2014. *El cultivo de rambután o mamón chino*. IV. Costa Rica: Ministerio de Agricultura Y Ganadería: Instituto Nacional y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. ISBN 978-9968-66-4.

Arias Cruz, M. [et al.]. 2016. *El rambután (Nephelium Lappaceum), frutal asiático con potencial para Colombia: avances de la investigación en el piedemonte del Meta*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, Vol 10, No 2.

Baticon S. 2020. *Floja, de fuerza, integral, de arroz... ¿sabes cuántos tipos de harina hay y para qué sirven* [En línea]. ¡H! Cocina. [Consultado 22 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.hola.com/cocina/noticiaslibros/galeria/20200911175002/harina-tipos-variedades-usos/1/>

Bautista Santiago y Moran Miguel 2019. *Innovaciones en una buerta de rambután (Nephelium Lappaceum)*. Tecnológico Nacional de México. Disponible en: <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/1108>

Barreto Penie, J, Mariño Garcia, A. y Núñez Velázquez, A. 2016. *Microbiota, probióticos, prebióticos y simbióticos*. Acta médica de Cuba. Vol. 17, No 1.

Bergues G. 2022. *Harina de fuerza: qué es, para qué sirve y usos en la cocina* [En línea]. Bon Viveur. [Consultado: 22 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.bonviveur.es/gastroteca/harina-de-fuerza>

Betzady, et al. 2016. *Elaboración de tortas de chocolate a base de harina compuesta (plátano, trigo, avena y arroz)*. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/324159131/informe-harinas-compuestas>

Belancic Majcenovic, A. B. y Ceppi de Lecco Infante C. 2018. *Compuestos Azufrados y su impacto en el aroma de los vinos*. [Consultado: 25 de octubre de 2022]. Disponible

en:<https://docplayer.es/26971934-Compuestos-azufrados-y-su-impacto-en-el-aroma-de-los-vinos-andrea-belancic-majcenovic-consuelo-ceppi-de-lecco-infante.html>

Bellver, C. I. 2019. *Caracterización de polvos de residuos de caqui deshidratados para su uso como ingrediente funcional en alimentos.* Seguí Gil. L. (dir.) Tesis, Universidad Politécnica. Disponible en: <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/download/9309/9781?inline=1>

Brito Figueroa H,[et. al.] 2018. *Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos.* Universidad autónoma del Estado de México. Disponible en: <https://doi.org/10.30878/ces.v26n2a6>

Bhusari, S. [et. al.] 2014. *Effect of carrier agents on physical and microstructural properties of spray dried tamarind pulp powder.* Powder Technology, 266: 354-364.

Caballero Perez J. F. 2012. *Estudio sobre la morfología y oscurecimiento del pericarpio de frutos de rambután (*Nephelium lappaceum* linn.).* Instituto de investigación en ciencias agrícolas. Disponible en: http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/775/1/Caballero_Perez_JF_DC_Fructicultura_2012.pdf

Cabezas Zábala, C. [et. al.] 2016. *Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial.* Revista de la Facultad de Medicina. Vol. 64, No 4.

Cai, Y.Z. y Corke, H. 2000. *Production and properties of spray -dried amaranthus betacyanin pigments.* Journal of Food Science 65(7): 1248-1252.

Calvo Carrillo, M. [et. al.] 2021. *Evaluación fisicoquímica y sensorial de un pan tipo baguette utilizando harinas de trigo (*Triticum spp*) y chícharo (*Pisum sativum* L.).* Biotecnia. Vol. 22, No 3.

Castillo, [et. al.] 2017. *La historia del cultivo de rambután (*Nephelium Lappaceum* L. en México).* Agro Productividad, Vol. 10, No 9. Disponible en: <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/191>

Castillo H, [et. al.]. 2019. *Sustitución de la harina de trigo por harinas compuestas e ingredientes funcionales para elaboración de panes libres de gluten.* Revista Mexicana de Agroecosistemas, Vol 6, No 2. Disponible en: https://rmae.voaxaca.tecnm.mx/wp-content/uploads/2020/11/6-RMAE_2019-24-Pan-To-edit.pdf

Cardona J. [et. al.]. 2020. *Evaluación de sólidos solubles en recursos forrajeros del trópico alto en el departamento de Nariño.* Rev. CES Med. Zootec. ISSN 1900-9607. Vol 15, No 2: 8-22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.15.2.1>

Cayo A, E. y Matos C, A. 2009. *Obtención De fibra insoluble a partir de cascaras de naranja (Citrus sinensis)* Universidad Peruana Unión. Revista Universitaria. Vol. 1, No 1. Disponible en: file:///C:/Users/jm75e_000/Downloads/685-Texto%20del%20art%C3%ADculo-889-1-10-20180524.pdf

Cereceres A, [et.al.]. 2019. *Ingestión de compuestos fenólicos en población adulta mayor.* Nutrición Hospitalaria, Vol. 36, No 2. 470-478. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112019000200470#:~:text=Se%20ha%20demostrado%20que%20los,entre%20otras%20\(T%20abla%20202\)](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112019000200470#:~:text=Se%20ha%20demostrado%20que%20los,entre%20otras%20(T%20abla%20202))

Ceballos, A., [et al.]. 2012. *Effect of freezing rate on quality parameters of freeze dried soursop fruitpulp.* Journal of Food Engineering: Vol 111, No 2, pág. 360–365.

Cortez, J. D. [et. al.]. 2018. *Determinación de polifenoles en frutas con vitamina C incorporada: Metodología para mejorar la especificidad del ensayo de Folin-Ciocalteu.* Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, Vol. 19, No. 2. ISSN 1665-0204. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81357541002>

Cury R, [et. al.] 2017. *Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento.* Revista Colombia de Ciencia Animal. Vol. 9, No S1. Disponible en: <https://doi.org/10.24188/recia.v9.nS.2017.530>

Colqui A., y Escobar B. 2023. *Optimización de la extracción y microencapsulación de compuestos fenólicos de pergamino de café (coffea arabica).* Perú. Disponible en:

<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9134/TESIS%20%20Colqui%20,%20%20Escobar%20%20-%20OPTIMIZACI%3%93N%20DE%20LA%20EXTRACCI%3%93N%20Y%20MICROENCAPSULACI%3%93N%20DE%20COMPUESTOS%20FENOLICOS%20DE%20PERGAMINO%20DE%20CAF%3%89%20.pdf?sequence=1>

Chung O, [et. al.] 2018. *Diseño de una línea de producción de harina a base de la cáscara de Maracuyá en Quicornac S.A.C.* Universidad de Piura. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/3829>

Dahl, W. y Ford, A. L. 2020. *Alimentos funcionales.* University of Florida. Disponible en: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FS213>

Duarte Serma, S. 2019. *Caracterización de polvo de Bagaço de Lulo (Salanun quiteño) para su utilización como ingrediente funcional en alimentos.* Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/128065>

Dur, S. Y Lubis, D. 2021. *Pemanfaatan biji rambutan sebagai emping panganan ringan antidiabet.* Jurnal abdi adzkia. Vol 1. No.2, ISSN 2774-9223. Disponible en: <http://jurnal.uinsu.ac.id/index.php/adzkia/index>

Egas Astudillo L. 2019. *Aplicación de la atomización y la Liofilización para la obtención de polvo y snack de pomelo.* Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/129860/Egas%20-%20Aplicaci%3%B3n%20de%20la%20atomizaci%3%B3n%20y%20la%20liofilizaci%3%B3n%20para%20la%20obteni%3%B3n%20de%20polvo%20y%20snack%20de%20pomelo.pdf?sequence=1>

FAO. 2022. *Alimentos funcionales.* AGROVOC. Disponible en: <https://www.fao.org/agrovoc/index.php/es/concepts-of-the-month/alimentos-funcionales>

Falla Dejos, F. y Ramón Lluén, M. 2018. *Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano (Musa paradisiaca).* Robles Ruiz, F. (dir.). Tesis, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Disponible

en: http://repositorio.ug.edu.ec.pe/bitstream/handle/UNPRG/3970/BC-TES-TMP_2731.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Freire Velastegui, V. A. 2021. “Evaluación de las características físicas, químicas y microbiológicas de cáscara fresca y deshidratada de plátano hawaiano (Hua Moa) y su potencial uso en alimentación animal”. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/53670/1/T-111315%20FREIRE%20VELASTEGUI%20C%20VIBEKA.pdf>

FDA. 2020. *Fibra alimentaria. Etiqueta de información nutricional interactiva.* In Food and Drug Administration. pp. 1–3. Disponible en: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/interactivenutritionfactslabel/es-dietary-fiber.cfm>

Garau, M. C.[et al.] 2007. *Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (Citrus aurantium v. Canoneta) by-products.* [Consultado: 18 de febrero de 2023] chemistry, 104(3), pp. 1014-1024.

Galdámez Robledo, F. E. y Rueda Pérez, E. 2016. *Bebida alcohólica fermentada a base de rambután.* Zea Caloca, S. G. (dir.). Tesis profesional, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Disponible en: <https://docplayer.es/107460444-Facultad-de-ciencias-de-la-nutricion-y-alimentos-bebida-alcoholica-fermentada-a-base-del-rambutan-nepehelium-lappaceum.htm>

García, A. K. 2021. *En México se desperdicia el 35% de los alimentos que se producen; hay que crear canales para aprovechar estos excedentes: Cheaf.* [Consultado: 16 de abril de 2022.]. Disponible en: https://www.economista.com.mx/empresas/En-Mexico-se-desperdicia-el-35-de-los-alimentos-que-se-producen-hay-que-crear-canales-para-aprovechar-estos-excedentes_Cheaf-20210425-0004.html

García, A. [et al.] 2017. *Ingesta de energía y nutrientes recomendadas en la Unión Europea.* 2008-2016. Nutrición hospitalaria, Vol. 34, No 2. Pag.490-498

García y Méndez. 2016. *Elaboración de un producto a base de la semilla de rambután.* Tesis profesional, Vol. 1. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Gonzabay, C, [et. al.] 2019. *Determinación de polifenoles totales y actividad antioxidante del extracto metanólico de la cáscara de sandía (Citrullus lanatus) variedad Charleston Gray.* Silva Huilcapí, C. (dir.). Tesis, Universidad de Guayaquil. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/43616>.

Grajales y Ovando. 2013. *Elaboración y Evaluación sensorial y proximal de tostadas a base de cáscara de cacahuete, maíz azul y ajonjolí.* Tesis. Universidad de ciencias y artes de Chiapas.

Güemes V. [et. al.]. 2020. *Harina de cáscara de vaina de cacao: Una opción para el aprovechamiento de residuos agroindustriales.* Boletín de Ciencias Agropecuarias. ISSN 2448-5357 Disponible en: <http://doi.org/10.29057/icap.v6i11.5322>

Hernández C. [et. al.] 2017. *Polyphenolic content, in vitro antioxidant activity and chemical composition of extract from Nephelium lappaceum L. (Mexican rambutan) husk.* Journal of Tropical Medicine, Vol. 10, No12

Hernández C. 2019. *Identificación y caracterización de compuestos bioactivos obtenidos de cáscara de rambután por una tecnología emergente y evaluación de sus propiedades nutracéuticas.* Tesis maestría, Universidad autónoma de Coahuila. Disponible en: <http://www.investigacionyposgrado.uadec.mx>

Hernández C., [et. al.] 2019. *Rambután (Nephelium Lappaceum L.): una revisión general.* JBCT. ISSN 2683 3271 Vol. 85. Disponible en: <http://www.biochemtech.uadec.mx/2019/06/14/rambutan-nephelium-lappaceum> [-l-una-revision-general/](#)

Hernández [et. al.] 2019. *Rambután (Nephelium Lappaceum L.): Nutritional and functional properties.* Vol. 85. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.01.018>

Hernández García, B. 2016. *Alimentos funcionales*. Vol. 30, No. 2. Disponible en: <https://salud.hidalgo.gob.mx/contenido/informacion/gaceta/2020/G.2020-2.AlimentosFuncionales.pdf>

Hernández, M., [et. al.] 2019 *La producción del rambután (Nephelium Lappaceum L.) en Chiapas, México. Oportunidades para una producción agroecológica*. INCA. Vol. 40. No. 1. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v40n1/1819-4087-ctr-40-01-e14.pdf>

Huamán M., Zevallos K. 2018. *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de café (Coffea arabica L.) Tostado y verde en las características sensoriales y fisicoquímicas de las galletas dulces*. Tesis de grado, Universidad Nacional "Daniel Alcides Carrión". Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/594>

Huamán A. 2020. *Elaboración y caracterización de galletas a base de cáscara de plátano (Musa paradisiaca) como sustituto parcial de la harina de trigo según NTP 206.0001-03, 1992*. Tesis, Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/68861>

Jurado H., y Cerón J., 2021. *Aplicación de un probiótico (Lactobacillus Renteri ATCC 53608) Microencapsulado en una bebida tipo sorbete a base de pulpa de fruta (banano y mango) como alimento funcional y s...* ResearchGate. ISSN 2215- 7360. Vol. 12. Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Jhon-Ceron>

Lawless y Hayman. 2010. *Evaluación sensorial de los alimentos: principios y prácticas*. 2a ed. Springer.

López M. 2022. *Beneficios de los productos de cereales sin gluten*. La región. [Consultado 22 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.laregion.es/articulo/salud/beneficios-productos-cereales-gluten/202207132136351145903.html>

Macías Torres, E. 2019. *Extracción y cuantificación de compuestos fenólicos en cáscara de rambután (Nephelium Lappaceum L.) De dos variedades (dulce y amarga)*. Valdez López L. (dir.). Tesis, Universidad de Guayaquil facultad de ciencias químicas. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39960>

Manaf A. 2016. *Extraction yield, polyphenolic content and DPPH radical scavenging activities of Rambutan (Nephelium lappaceum) peel and seed.* Molecular biology and biotechnology in conjunction with the 23rd MSMBB Scientific Meeting. 7(38).

MasterSense. 2021. *¿Está usted adjunto a las tendencias de 2021 para la industria de alimentos y bebidas?* [Consultado el: 14 de abril de 2022.] Disponible en: <https://www.mastersense.com/es/esta-usted-adjunto-a-las-tendencias-de-2021-para-la-industria-de-alimentos-y-bebidas/#:~:text=Los%20alimentos%20funcionales%20han%20sido,la%20salud%20adem%C3%A1s%20de%20nutritivos>

Mejía N., [et al.]. 2016. *Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México.* Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. Vol. 2 Núm. 6. Disponible: https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales/vol2num6/Revista_de_Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales_V2_N6_4.pdf

Morocho G., [et al.]. 2021. *Aprovechamiento de los residuos agrícolas del epicarpio de la manzana (Pyrus malus linnaeus) para la obtención de harina.* Vol. 5, No 9. Disponible en: <https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/facsalud-unemi/article/view/1465>

Mora L. M. y Ventura A. 2018. *Propuesta para la elaboración de una harina a base de cáscara de piña (ananás comosus) y su aplicación en la pastelería.* Zambrano Cabrera. F. (dir.). Tesis Licenciatura, Universidad de Guayaquil. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35976>

Moreno J. y Capponi M. 2020. *Dieta baja en carbohidratos y dieta cetogénica impacto en enfermedades metabólicas y reproductivas.* Revista Médica de Chile. Vol. 48. No. 11. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872020001101630&script=sci_arttext

Morillas J. y Delgado J. 2012. *Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales.* Nutrición clínica y dietética hospitalaria. Vol. 32, No. 2. Disponible:

http://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/SALUD_10/Nutricion_y_Dietetica/92.pdf#page=8

Muñoz A. 2020. *Desarrollo de una galleta a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por las obtenidas de las cáscaras de naranja (Citrus x sinensis) y zanahoria (Daucus carota).* Moreno Veloz, E. N. (dir.). Tesis, Universidad católica de Santiago de guayaquil. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15267>

Ochoa L., [et al.]. 2011. *Propiedades de rehabilitación y funcionales de un producto en polvo a base de jugo de Granada y Manzana.* Instituto Tecnológico de Durango. Disponible en: https://www.uaq.mx/investigacion/revista_ciencia@uaq/ArchivosPDF/v4-n2/propiedades.pdf

O'Neal K. 2019. *Jóvenes lanzan al mercado un producto antioxidante a base de cáscara de rambután.* [Consultado: 11 de marzo de 2022] Disponible en: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2019/03/05/jovenes-lanzan-al-mercado-un-producto-antioxidante-a-base-de-cascara-de-rambutan.html>

Osorio H., [et al.]. 2019 *la producción de rambután (Nephelium Lappaceum L.) en Chiapas, México.* vol.40, n.1 ISSN 1819-4087 Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362019000100014&lng=es&nrm=iso. ISSN 0258-5936

ONU. 2018. *El desperdicio de comida, una oportunidad para acabar con el hambre.* Organización de la Naciones Unidas. s.l.: Mirada Global, 2018. [Consultado: 11 de abril de 2022]. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2018/10/1443382#:~:text=El%20desperdicio%20de%20comida%2C%20una%20oportunidad%20para%20acabar%20con%20el%20hambre,-FAO%2FRobert%20Atanasovski&text=En%20el%20mundo%20se%20desperdician%20anualmente%201300%20millones%20de%20toneladas%20de%20alimentos.&text=Unos%201300%20millones%20de%20toneladas,del%20total%2C%20termina%20e%20vertederos>

Palomino M. y Salazar P. 2020. *Efecto antiinflamatorio y capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico del pericarpio de Nephelium Lappaceum L.* Justificación Guerrero, H. J. (dir.). Tesis profesional, Universidad Norbert Wiener. Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/3665>

Pérez C. 2018. *Siete pieles de frutas que mejorarán tu salud.* [Consultado: 15 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20180309/441309702493/p-icles-frutas-nutrientes-fibra-comer.html>

Pérez A. y Jürgen H. 2015. *Prácticas de cosecha y poscosecha del rambután en el Soconusco, Chiapas, México.* Huehuetán, Chiapas. Revista de Agroecología. v. 20, núm. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/282133309_PEREZ_ROMERO_A_POHLAN_J_Practicas_de_cosecha_y_poscosecha_del_Rambutan_en_el_Soconusco_Chiapas_Mexico
[LEISA Revista de Agroecología diciembre 2004 - volumen 20 no 3 24 - 26](http://leisa.revistaagroecologia.com.mx/2004/20-3-24-26)

Pérez J., Márquez L. 2006 . *Caracterización físicoquímica y funcional de harina de cáscara de espárrago blanco (Asparagus officinalis L.) husks and sensorial evaluation in substitutions of sweet cookies.* Vol. 17, No 2.

Pomar D. 2018. *Estudio de la deshidratación de subproductos de caqui para la obtención de productos en polvo. Propuesta de diseño de un secador continuo.* Universidad Politécnica Valencia. Disponible en: <https://m.riunet.upv.es/handle/10251/166428>

Quesada D. y Gómez G. 2019. *¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente.* Revista de nutrición clínica y metabolismo. Vol. 2, No. 1. Disponible en: <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/index.php/nutricionclinicametabolismo/articulo/view/rncm.v2n1.063>

Ramírez T. *Consejos básicos para la cosecha y poscosecha del rambután.* Programa de diversificación de la FHIA. [Consultado: 21 de octubre de 2022]. Disponible en: http://www.fhia.org.hn/descargas/diversificacion/hoja_tecnica_diversificacion_No.7.pdf

Ramírez., [et. al.]. 2017. *Los residuos orgánicos como alternativa para la alimentación en porcinos.* Rev. Cienc. Agr. Vol .34, No 2, pp.107-124. ISSN 0120-0135. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-01352017000200009

Ramírez., [et. al.]. 2022. *Modelo institucional con perspectiva de ciclo de vida para el tratamiento de residuos orgánicos.* Revista Copala. Vol. 7. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=668171207002>.

Raghavendra., [et al.]. 2006. *Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue : A source of dietary fiber.* Journal of food engineering. Vol 72, No 3. Pag. 281-286. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00217-004-0889-2>

Requena J. 2013. *Harinas y derivados féculas y almidones.* Innovación y experiencias educativas. ISSN 1988- 6047 Disponible en: <https://archivos.csif.es/iee>.

Rodríguez A., [et al.]. 2021. *Incidencia de las variables de proceso en el rendimiento de la obtención de almidón de avena (aveta sativa).* Polo del conocimiento. Vol. 6, No 3. Pag 2539-2540. Disponible en: <file:///C:/Users/ingj/Downloads/DialnetIncidenciaDeLasVariablesDeProcesoEnElRendimientoDe-7926951.pdf>

Roig S. 2017. *Caracterización del polvo obtenido a partir de residuo de arándano y su uso como ingrediente funcional en la formulación de galletas.* Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/86933>

Ruiz S. 2020. Probióticos. Sesión Medicina Interna. [Consultado: 24 de abril de 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/184665928-Probioticos-sesion-medicina-interna-sandra-diez-ruiz-residente-de-ap-digestivo.html>

Ruiz A., [et al.]. 2017. *Caracterización funcional de fibras comerciales modificadas por medios físicos.* Investigación y Desarrollo en Ciencia y tecnología de alimentos. Vol. 2. 422-427. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/23740/1/75.pdf>

Sáez R. 2018. *Caracterización de polvos de piel de mandarina para uso como ingrediente funcional en alimentos.* Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/93422>.

SADER. 2019. *Rambután: Beneficios, curiosidades y mucho más.* SADER. [Consultado: 20 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura%7Cnayarit/es/articulos/rambutan-beneficios-curiosidades-y-mucho-mas>

Serna C., [et. al.]. 2015. *Evaluación de polvos alimentarios obtenidos de cascara de mango (Mangifera indica) como fuente de ingredientes funcionales.* Scielo. Vol. 26, No 2. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v26n2/art06.pdf>

SIAP. 2019. *Boletín de exportaciones Rambután.* Gobierno de México. [Consultado: 26 de abril de 2022]. Disponible en: <http://www.gob.mx>.

Solano D. Y Coello J. 2019. *Elaboración y análisis proximal de la harina de sandía en 2 variedades diferentes (Citrullus lanatus, Charleston Gray y Crimson Sweet).* Tesis, Universidad de Guayaquil. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45437>

SSA. Norma Oficial Mexicana. Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semillas. México: Dof. 2009

SMNE, 2021. *¿Qué son los carbohidratos?* Sociedad mexicana de nutrición y endocrinología. [Consultado: 22 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://endocrinologia.org.mx/pdf_pacientes/22_Recomendaciones_alimentacion_saludable.pdf

Tumbaco, M. 2021. *Lípidos. Slideshare.* Disponible en: <https://es.slideshare.net/MayraTumbaco/lpidos-250233648>

Ulloa E. 2019. *Evaluación de opciones de valor agregado para rambután y bambú.* [Consultado: 25 de abril de 2022]. Disponible en: <http://sistemas.procomer.go.cr>

Vargas A. 2003. *Descripción morfológica y nutricional del fruto de rambután (Nephelium Lappaceum).* Nota técnica. Agronomía mesoamericana. Vo.14, No 2. Pág. 201-206.

Vargas, [et. al.]. 2019. *Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos.* Universidad Autónoma del Estado de México, Ciencia ergo. ISSN 2395 8782 Disponible en: <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/9309>

Vargas P., [et. al.]. 2019. *Análisis bibliográfico sobre el potencial nutricional de la quinoa (Chenopodium Quinoa) como alimento funcional.* Scielo. ISSN 2223- 4861. Vol. 46. Disponible en: <https://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612019000400089&script=arttext>

Velásquez A. 2020. *Estudio de la deshidratación convencional de la semilla de mango (Mangifera indica L.) De descarte, para la obtención de harina, en la elaboración de galletas.* Universidad Nacional de Piura. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/235>

Villanueva R. 2019. *Fibra dietaria: una alternativa para la alimentación.* Redalyc. ISSN: 1025-9929. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/3374/337461321011/337461321011.pdf>

Ulloa E. 2019. *Evaluación de opciones de valor agregado para rambután y bambú.* [Consultado: 25 de abril de 2022]. Disponible en: <http://sistemas.procomer.go.cr>

Yasumatsu, K., [et. al.]. 1972. *Whipping and emulsifying properties of soybean products.* [Consultado: 18 de febrero de 2023]. Agricultural and Biological Chemistry, Vol. 36, No 5, Pág.. 719-727.

Young K. 2000. *AGA technical review: impact of dietary fiber on colon cáncer, ocurrence.* Gastroenterología, Vol. 118. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0016-5085\(00\)70377-5](https://doi.org/10.1016/S0016-5085(00)70377-5)

Zegarra S., [et. al.]. *Elaboración de un pan libre de gluten a base de harina de cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) y evaluación de la aceptabilidad sensorial.* Rev. Chil. Nutrición. Vol. 46, No 5. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182019000500561&script=sci_arttext

ANEXO

ANEXO 1. ANÁLISIS PROXIMAL DETERMINACIÓN HUMEDAD.

Para determinar la humedad de cada una de las harinas se pesó de 3 a 5 g de muestra en cajas Petri libres de humedad que se llevaron a un horno de aire caliente (Felisa, modelo 292A) durante 48 horas a una temperatura de 50-65°C (hasta peso constante). Se realizaron análisis por triplicado y se calculó el porcentaje de humedad de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$(1) \% \text{ Humedad} = (Pm + Po) - P1 / Pm \times 100$$

En donde:

Po = Peso constante de caja Petri (g)

Pm = Peso de muestra (g)

P1 = Peso de caja Petri más muestra seca (g). (A.O.A.C, 2000).

ANEXO 2. DETERMINACIÓN DE CENIZA.

Material, equipo: 3 crisoles, tripie, maya de asbesto, mechero de fisher, pinzas de crispo, mufla, desecador, horno de secado.

La determinación se realizó en una balanza analítica de la marca (DENVER, modelo TP-340) pesando 5 g de muestra en crisoles previamente puestos a peso constante, posteriormente se carboniza para liberar la carga de carbonos en forma de humo, este proceso duró 30 minutos hasta que la muestra deja de desprender humo. Posteriormente las muestras se colocaron en una mufla (ARSA, modelo AR-340) a 550°C por 3 horas (hasta que la muestra adquiere un color blanco a gris-blanco); y transferidas a un desecador de vidrio durante 1 hora con ayuda de unas pinzas y guantes de carnaza. Transcurrido este tiempo, se pesarán nuevamente los crisoles. El cálculo para el porcentaje de cenizas se obtuvo con la siguiente fórmula:

En donde:

Po= Peso constante del Crisol (g)

Pm= Peso de la muestra (g)

Pf= Peso final de Crisol más muestra incinerada (g).

ANEXO 3. ANÁLISIS PROXIMAL DETERMINACIÓN GRASA.

Los matraces de balón con las perlas de ebullición y cartuchos de celulosa se colocaron en el horno (FELISA) a 60° C hasta obtener peso constante. Se preparan los cartuchos formando una cama y un tapón con algodón (en la parte inferior y superior después de pesar 5 g de harina). Con ayuda de una pinza se depositarán cada uno de los cartuchos con muestra cuidando que éste se mantuviera en la parte baja. Enseguida se conectó y se adicióno de 2 a 3 sifonadas de hexano sobre la boquilla de la cámara de extracción. La cámara preparada se transfiere al equipo de calentamiento para extracción de grasa (NOVATECH, modelo IH-6 ESP), durante 14 horas. Finalmente se dejará evaporar el Hexano contenido en el extracto durante 12 horas en un horno de aire caliente, a 60°C. Los matraces se transfieren en un desecador durante 1 hora y se pesarán. El cálculo de contenido de grasa se realizó de la siguiente manera:

Donde:

P0= Peso constante del matraz en gramos

Pm= Peso de la muestra en gramos

P1= Peso final del extracto en gramos. (A.O.A.C, 2000).

ANEXO 4. DETERMINACIÓN DE FIBRA.

Para su determinación se colocaron 2 g de harina previamente seca y desengrasada en vasos Berzelius de 600 ml; posteriormente se agregaron 30 ml de reactivo Scharrer-Kurschener (S-K). En seguida se moverá la muestra preparada al condensador de Fibra cruda (LABCONCO, modelo 30001-00) y se llevará a ebullición por 30 minutos. Posteriormente se filtró la muestra condensada sin enfriar utilizando un embudo Buchner y papel filtro previamente puesto a peso

constante. El residuo que se obtuvo en el vaso Berzelius se lavará con agua caliente hasta no tener residuos de muestra. Finalizado el proceso se lavó el residuo obtenido en el papel filtro con acetona, se dejó evaporar el solvente y se colocó a peso constante el papel filtro. Este análisis se realizará para los dos tipos de harinas. Los cálculos de fibra cruda se obtendrán mediante la siguiente fórmula:

En donde:

PO: Peso constante de papel filtro (g)

Pm = Peso de muestra (g)

P1= Peso de papel filtro más residuo (g)

ANEXO 5. DETERMINACIÓN PROTEÍNA.

En el cual se pesó 0.1 g de las cáscaras y de las harinas libre de grasa de cada grado de maduración, el cual se moverá a un matraz Micro-Kjeldahl de 30 mililitros previamente lavado, enseguida se le añadirá 2 gramos de catalizador Micro-Kjeldahl (1,9 g de sulfato de potasio más 40 mg de óxido de mercurio) y 2 ml de ácido sulfúrico. Se colocó en el digestor (NOVATECH, modelo MOK-6) por 90 minutos divididos en dos etapas, 30 minutos para que la muestra se tornara transparente y los 60 minutos restantes para terminar de digerir. Cuando el proceso anterior termine, los matraces se dejarán enfriar hasta que la muestra forme un compuesto sólido. Posteriormente el compuesto sólido se situará en un equipo de destilación donde el matraz se lavó de 5 a 6 veces con agua destilada; el agua recuperada se deposita en un matraz balón de destilación y se agregó 10 ml de solución Sosa-Tiosulfato. En seguida se prepararon matraces Erlenmeyer (capacidad de 125 ml) con 5 ml de ácido Bórico y 3 gotas de indicador Micro-Kjeldahl. Los matraces se colocarán en la parte inferior de la manguera colectora para iniciar la destilación. Finalmente, se titulará cada destilado con ácido Clorhídrico al 0.05 Normal hasta obtener una coloración naranja. Adicionalmente se realizará todo el proceso descrito anteriormente en un matraz sin muestra (blanco). Se calculará el nitrógeno total para poder cuantificar proteína cruda con la siguiente fórmula utilizando 6.25 como factor de conversión. (A.O.A.C, 2000).

ANEXO 6. CARBOHIDRATOS SOLUBLES TOTALES.

El ELN o los CST se calculan por diferencia de 100

$ELN = 100 - \% \text{ cenizas} - \% \text{ humedad} - \% \text{ extracto etéreo (grasa)} - \% \text{ fibra cruda} - \% \text{ Proteína cruda}$
Para obtener el % de carbohidratos, tiene que pasar todos sus resultados en Base Húmeda.

B. CORRECCIONES EN LOS CALCULOS DEL ANALISIS PROXIMAL

1. CONVERSIONES A BASE HUMEDA (BH) Y BASE SECA (BS)

$$P_i (BH) = (100 - \% \text{ Humedad (BH)}) (P_i (BS)) / 100 = (MS) (P_i (BS))$$

$$P_i (BS) = 100 (P_i BH) / (100 - H(BH)) = P_i (BH) / MS$$

i = proteína, lípido, cenizas, fibra o carbohidratos

p = % Del componente i

ANEXO 7. ANÁLISIS TECNOLÓGICO DETERMINACIÓN DE SOLUBILIDAD.

Para la determinación de los sólidos totales (ST), colocar 1 gramo de muestra en 100ml de agua destilada. Agitar manualmente transferir en tubos para su centrifugación a 5260 rpm durante 10 minutos, tomar 25 ml y se colocara en cajas Petri colocarlos al horno a 105° C durante 5hrs.

ANEXO 8. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES

Para ello, se realizó una dilución de los polvos obtenidos en agua destilada en una proporción 1:12 (m:v) y se miden los grados brix empleando el refractómetro. De acuerdo al método ISO 1743:1982.

ANEXO 9. TAMAÑO DE PARTÍCULA

Para el tamaño de partícula se medirá dependiendo el tamaño de tamiz que se utilizó al momento de triturar y tamizar la harina obtenida.

ANEXO 10. CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO.

Se pesaron alrededor de 1 gramo de polvo y se colocaron en tubo icónico graduado añadiendo 10ml de agua destilada. Esta muestra se dejó hidratar durante 18 h a 25 °C. Después de este tiempo se midió el volumen final alcanzado por el polvo. La ecuación muestra el cálculo de la capacidad de hinchamiento.

CH: volumen ocupado por la muestra (ml) / peso inicial de la muestra (g)

ANEXO 11. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA).

Para eso se pesará alrededor de 1 gr de polvo de cáscara de rambután y se colocará en un tubo cónico graduado añadiendo 10 ml de agua. Se dejará hidratar durante 18 horas a 25 ° C. Pasado el tiempo de hidratación se centrifuga durante 30 min a 2000 rpm. Después el sobrenadante se eliminará y se obtiene el peso del residuo decantado, se pesa la fibra húmeda restante (R+W2), así como el residuo seco (R), calculando la WRC.

$$CRA= w2(g \text{ agua}) R (g \text{ residuo seco})$$

ANEXO 12. CAPACIDAD DE ATRAPAR AGUA (CAA)

La capacidad de atrapar agua se define como la cantidad de agua que queda retenida, sin aplicación de fuerza externa alguna, a excepción de la gravedad y la atmósfera. Para ello, se pesaron alrededor de 0,2 g de polvo de rambután y se colocaron en un tubo cónico graduado añadiendo 10 ml de agua. Esta muestra se dejó hidratar durante 18 h a 25 °C. A continuación, se eliminó el sobrenadante y se obtuvo el peso del residuo decantado (RH). Posteriormente, el residuo se transfirió al horno de secado para obtener el peso seco de la muestra (RL). Por último, la CAA se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$CAA= (gg)=RH-RLRL$$

ANEXO 13. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE ACEITE.

Para ello, se mezclaron las muestras (0,2 g aprox.) con 1,5 g de aceite de girasol, se dejaron durante una noche en reposo a temperatura ambiente, y luego, se centrifugaron a 1500xg durante 5 minutos. El sobrenadante se decantó y se pesó para obtener el peso del residuo. Por lo tanto, la capacidad de retención de aceite se evaluó en base al aumento de peso de la muestra y se expresó en g de aceite absorbido por g de muestra inicial

ANEXO 14. ESTABILIDAD EMULSIONANTE.

La estabilidad emulsionante se evaluó a partir del método modificado de Yasumatsu et al., (1972). Para ello, se mezclaron 7 mL de disolución acuosa del polvo al 2% (m/v) con 7 mL de aceite de girasol, y se homogeneizaron durante 5 minutos a 2400 rpm con un Vortex. Las emulsiones se calentaron a 80 °C durante 30 minutos, se enfriaron durante 15 minutos en agua corriente y se centrifugaron a 2000 rpm durante 5 minutos.

La estabilidad de la emulsión se calculó siguiendo la ecuación.

$$EE(\%) = VE / V \times 100$$

Donde:

EE: estabilidad emulsionante (%).

VE: volumen de la emulsión (mL).

V: volumen total del fluido (mL).

ANEXO 15. CAPACIDAD DE ATRAPAR AGUA

Pesar 0.2g de polvo y se disolver en 10ml de agua destilada. Dejar reposar por 18 horas a 25 °C, enseguida quitar el sobre nadante y pesar los sólidos obtenidos, transferir la muestra humedad al horno de secado.

ANEXO 16. HIGROSCOPICIDAD

La higroscopicidad se determinó según el método descrito por Cai y Corke (2000), que consiste en introducir 2 g de muestra en una placa de Petri de vidrio de 3 cm de diámetro en un ambiente creado por una disolución saturada de sulfato sódico (Na_2SO_4) a $25\text{ }^\circ\text{C}$ durante 7 días en un desecador cerrado herméticamente. La higroscopicidad se evalúa como la capacidad que tiene el producto de absorber humedad, por tanto, se realizó una pesada después de una semana para determinar la cantidad de agua que había ganado la muestra. El resultado se expresó en g de agua/100 g de muestra.

ANEXO 17. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DETERMINACIÓN MOHOS Y LEVADURAS.

NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

Colocar por duplicado en cajas Petri 1 ml de la muestra líquida directa o de la dilución primaria, utilizando para tal propósito una pipeta estéril. Repetir el procedimiento tantas veces como diluciones decimales se requiera sembrar, utilizando una pipeta estéril diferente para cada dilución.

Verter de 15 a 20 ml de agar papa dextrosa acidificado, fundido y mantenido a $45 \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ en un baño de agua. El tiempo transcurrido entre la preparación de la dilución primaria y el momento en que es vertido el medio de cultivo, no debe exceder de 20 minutos. Mezclar cuidadosamente el medio con seis movimientos de derecha a izquierda, seis en el sentido de las manecillas del reloj, seis en el sentido contrario y seis de atrás para adelante, sobre una superficie lisa. Permitir que la mezcla se solidifique dejando las cajas Petri reposar sobre una superficie horizontal fría. Preparar una caja control con 15 ml de medio, para verificar la esterilidad. Invertir las cajas y colocarlas en la incubadora a $25 \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$. Contar las colonias de cada placa después de 3, 4 y 5 días de incubación. Después de 5 días, seleccionar aquellas placas que contengan entre 10 y 150 colonias. Si alguna parte de la caja muestra crecimiento extendido de mohos o si es difícil contar colonias bien aisladas, considerar los conteos de 4 días de incubación y aún de 3 días. En este

caso, informar el periodo de incubación de 3 o 4 días en los resultados del análisis. Si es necesario, cuando la morfología colonial no sea suficiente, examinar microscópicamente para distinguir las colonias de levaduras y mohos de las bacterias.

ANEXO 18. EVIDENCIAS



Figura 17. Cascaras de rambután.



Figura 18. Muestras M1, M2, M3 y M4.



Figura 19. Análisis de grasa de rambután.

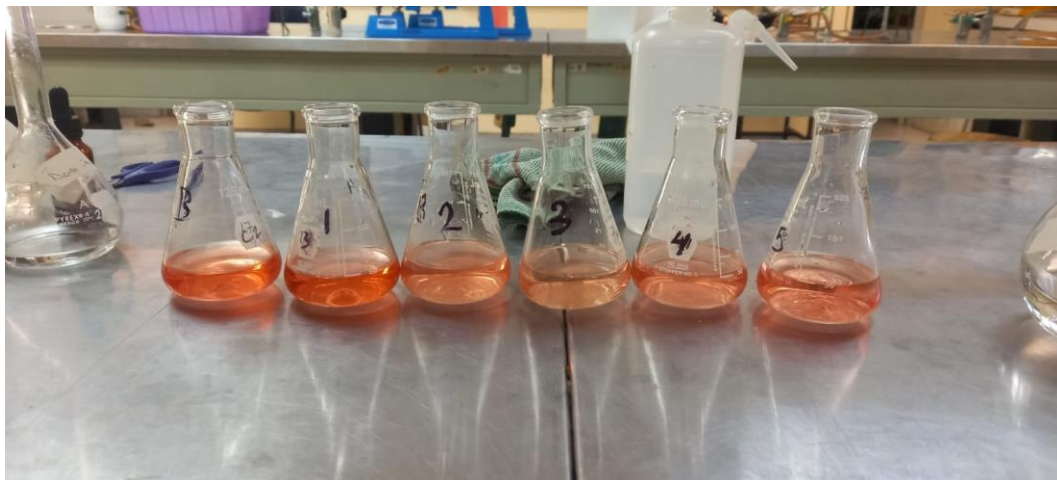


Figura 20. Análisis de proteína de rambután.



Figura 21. Análisis de fibra (M1, M2, M3 y M4)



Figura 22. Higroscopicidad de P.C

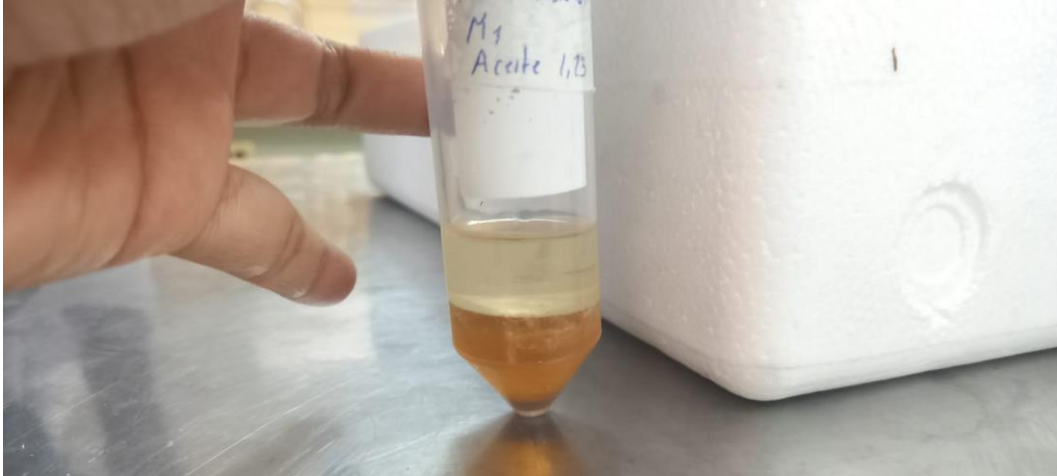


Figura 23. Retención de aceite de P.C



Figuras 24. Propiedades emulsionantes de P.C

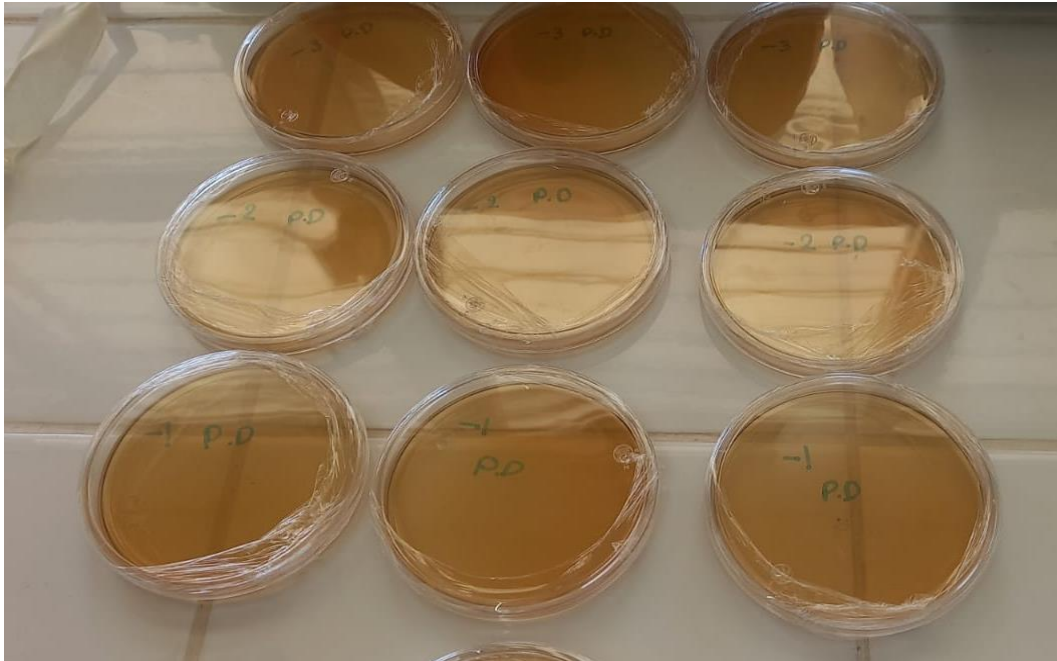


Figura 25. Mohos y levaduras de P.C

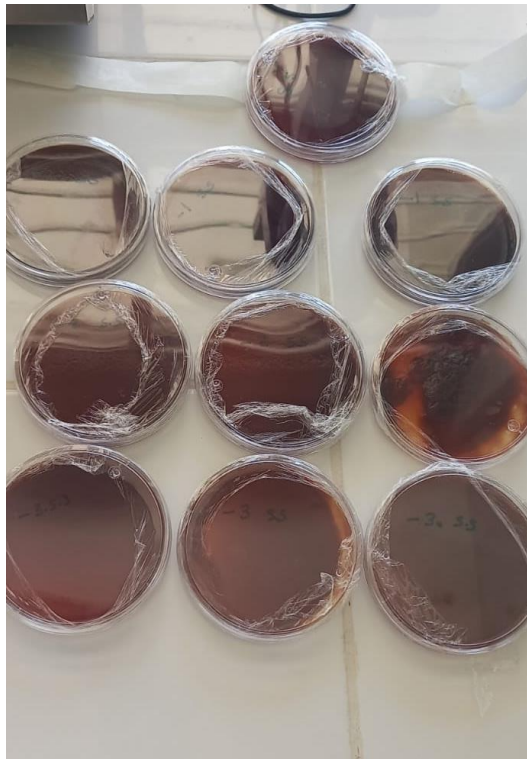


Figura 26. Shigella y Salmonella de P.C