

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

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

TESIS PROFESIONAL

**POLVOS FUNCIONALES A BASE DE
RESIDUOS DE PITAHAYA (*H.
UNDATUS*)**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

PRESENTA

**RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ TERESA DE JESÚS
GARCÍA HERNÁNDEZ PAOLA BERENICE**

DIRECTOR DE TESIS

MTRA. MAYRA RUBY MÉNDEZ BAUTISTA



TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

MAYO, 2024

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en mis momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Laura Hernández Martínez y Jaime Antonio Rodríguez Cruz por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo, por un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de esta etapa.

A mi sobrina Valery Alexa Gutiérrez Rodríguez por ser la alegría de la casa y de nuestras vidas.

A mi novio Francisco Javier Valencia Camacho por ser una parte importante en mi vida, por su apoyo incondicional, cariño, y sobre todo por alentarme para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

A toda mi familia, porque cada uno de ellos ayudaron con sus consejos de una forma u otra animándome a que siga adelante.

A mi compañera de tesis, Paola Berenice García Hernández, por su esfuerzo para poder sacar adelante el proyecto.

Le agradezco la confianza, paciencia, apoyo y dedicación de mi directora de tesis, la Mtra. Mayra Ruby Méndez Bautista, quien con su conocimiento y su guía fue una pieza clave para que pudiera resolver cada etapa del desarrollo del trabajo.

Teresa de Jesús Rodríguez Hernández.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente le agradezco a Dios por darme la oportunidad de culminar una etapa más de mi vida, por guiarme siempre en cada uno de mis pasos, nunca dejarme sola y darme fuerzas en cada momento.

Agradezco a mis padres José Juan García López y Claribel Hernández Escobar, por siempre apoyarme en el transcurso de mi carrera, por ser mi apoyo en los momentos difíciles, por el sacrificio que hizo cada uno para darme la educación necesaria y así poder ser una persona de bien, por cada enseñanza y por siempre darme motivación cuando más me sentía débil. A mi hermano Paulo Cesar, por apoyarme de una u otra manera, nunca dejarme sola y por motivarme a seguir adelante.

Gracias a mi hijo Liam Mateo por ser mi fuerza e inspiración durante la carrera, eres el mejor regalo que Dios me mandó, gracias por entender que durante esta etapa fue necesario sacrificar situaciones y momentos a tu lado para así poder concluir esta etapa. Agradezco cada una de tus sonrisas y tus muestras de cariño hacia mí, todos mis esfuerzos han valido la pena porque haz estado a mi lado, iluminándome con tu amor. Estoy muy orgullosa de ser tu madre... ¡Te amo!

A una persona especial José Luis Ancheyta Cossio que durante este proceso me motivo y apoyo para que nunca me rindiera, gracias por creer en mis capacidades y siempre estar para mí.

A mi compañera de tesis Teresa de Jesús Rodríguez Hernández por permitirme trabajar juntas este proyecto, por tu comprensión, tu apoyo, dedicación y esmero durante esta trayectoria.

A mi asesora, la maestra Mayra Ruby Méndez, quien dedico su tiempo y conocimientos para guiarme en este proceso y siempre estuvo dispuesta a aclarar mis dudas y orientarme en todo momento.

Paola Berenice García Hernández

Extendemos nuestros agradecimientos a la señora Esperanza Martínez y el señor José Manuel Cárcamo, ya que este proyecto fue apoyado por los dueños del rancho “la pit’yaya” de Suchiapa, Chiapas.



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



Autorización de Impresión

Lugar y Fecha: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 09 de mayo de 2024

C. Teresa de Jesús Rodríguez Hernández

Pasante del Programa Educativo de: Ciencia y Tecnología de Alimentos

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
Polvos funcionales de residuos de pitahaya (*h. undatus*)

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.

Revisores

Mtra. Rosa Márquez Montes

Mtra. Susana Guadalupe Zea Caloca

Mtra. Mayra Ruby Méndez Bautista

ATENTAMENTE



COORDINACIÓN
DE TITULACIÓN

Firmas



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



Autorización de Impresión

Lugar y Fecha: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 09 de mayo de 2024

C. Paola Berenice García Hernández

Pasante del Programa Educativo de: Ciencia y Tecnología de Alimentos

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
Polvos funcionales de residuos de pitahaya (*h. undatus*)

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.

Revisores	ATENTAMENTE	Firmas
<u>Mtra. Rosa Márquez Montes</u>		
<u>Mtra. Susana Guadalupe Zea Caloca</u>		
<u>Mtra. Mayra Ruby Méndez Bautista</u>		

Ccp.Expediente

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
OBJETIVO	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
MARCO TEÓRICO.....	6
ALIMENTOS FUNCIONALES.....	6
Definición	6
Origen.....	6
Clasificación de alimentos funcionales	6
Tipos de alimentos funcionales.....	7
RESIDUOS AGROINDUSTRIALES	8
Porcentaje de generación de residuos	9
Causas	9
Aprovechamiento de residuos agroindustriales.....	10
PITAHATA (<i>Hylocereus undatus</i>)	15
Generalidades	15
Taxonomía	18
Producción a nivel internacional de pitahaya.....	19
Exportación de pitahaya	20
Variedades.....	21
Composición química y nutricional.....	28

Aplicaciones tecnológicas en harinas y/o polvos no convencionales.....	30
Análisis tecno-funcionales en harinas y/o polvos.....	32
HIPÓTESIS	35
METODOLOGÍA.....	36
Tipo de investigación:.....	36
Variables independientes y dependientes.....	38
Población.....	41
Descripción de las materias primas.....	41
Proceso.....	42
Polvos de residuos de pitahaya	42
Elaboración de productos	43
Técnicas analíticas	46
Análisis químico proximal	46
Muestra	48
RESULTADOS	49
Análisis proximal	49
Análisis tecno-funcionales.....	56
Análisis microbiológicos.....	66
Análisis sensorial.....	68
CONCLUSIÓN.....	71
GLOSARIO	72
REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	73
ANEXOS.....	87
Anexo 1. Determinación de humedad	87
Anexo 2. Determinación de ceniza.....	87
Anexo 3. Determinación de grasa cruda.....	88

Anexo 4. Determinación de proteína cruda	89
Anexo 5. Determinación de fibra cruda.....	90
Anexo 6. Determinación de carbohidratos.....	90
Anexo 7. Determinación de sólidos solubles	91
Anexo 8. Determinación de solubilidad.....	91
Anexo 9. Higroscopicidad.....	91
Anexo 10. Humectabilidad.....	91
Anexo 11. Capacidad de hinchamiento.....	92
Anexo 12. Capacidad de retención de agua.....	92
Anexo 13. Capacidad de retención de aceite	92
Anexo 14. Estabilidad emulsionante	92
Anexo 15. Estabilidad de emulsión	93
Anexo 16. Determinación de mohos y levaduras	93
Anexo 17. Determinación de salmonella	94
Anexo 18. Evaluación sensorial de turrón adicionado con polvo de cáscara de pitahaya y turrón blanco (testigo).	94
Anexo 19. Evaluación sensorial de un panque adicionado con polvo de cáscara de pitahaya y un panque blanco (testigo).....	96
Anexo 20. Evaluación sensorial de un dulce de polvo de cáscara de pitahaya y un dulce de tamarindo (testigo)	98
Anexo 21. Evaluación sensorial de un agua fresca de polvo de semilla de pitahaya y un agua de chía (testigo).....	99
ANEXO 22. EVIDENCIAS	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de alimentos funcionales.	7
Tabla 2. Tipos de alimentos funcionales.	7
Tabla 3. Principales países productores de Pitahaya.....	19
Tabla 4. Principales productores de México de pitahaya.	20
Tabla 5. Principales países de exportación de pitahaya producidas en Vietnam	21
Tabla 6. Composición nutricional individual de pitahaya amarilla.	23
Tabla 7. Valor nutricional de pitahaya de pupa roja.	26
Tabla 8. Valor nutricional individual de pitahaya de pulpa blanca.	28
Tabla 9. Diseño de variables.....	38
Tabla 10. Análisis proximal en base seca de los polvos P1 y P2 (polvo de cáscara y semilla de pitahaya).....	49
Tabla 11. Resultados de propiedades de hidratación, retención de agua y propiedades emulsificantes	56
Tabla 12. Análisis microbiológico de mohos y levaduras.	66
Tabla 13. Análisis microbiológicos de salmonella y shigella.....	66
Tabla 14. Resultados de la evaluación sensorial de los productos propuesto para la muestra P1.	68

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Planta de pitahaya (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).....	16
Figura 2. Fruto de pitahaya (fuente propia).	17
Figura 3. Pulpa de pitahaya (fuente propia).	18
Figura 4. Fruto de pitahaya amarilla (Verona et al., 2020).	22
Figura 5. Fruto de pitahaya de pulpa roja (Martínez, 2022).....	26
Figura 6. Fruto de pitahaya de pulpa blanca (Silva, 2022).....	28
Figura 7. Diagrama de flujo.....	37
Figura 8. Medias y Fisher (Humedad).....	50
Figura 9. Medias y Fisher (Ceniza).	51
Figura 10. Medias y Fisher (Grasa).....	52
Figura 11. Medias y Fisher (Proteína).	53
Figura 12. Medias y Fisher (Fibra).....	54
Figura 13. Medias y Fisher (CHOs).....	55
Figura 14. Medias y Fisher (Sólidos Solubles).	58
Figura 15. Medias y Fisher (Solubilidad).....	59
Figura 16. Medias y Fisher (Higroscopicidad).	60
Figura 17. Medias y Fisher (Humectabilidad).....	61
Figura 18. Medias y Fisher (Capacidad de hinchamiento).	62
Figura 19. Medias y Fisher (Capacidad de retención de aceite).....	63
Figura 20. Medias y Fisher (Capacidad de retención de agua).....	64
Figura 21. Medias y Fisher (Estabilidad Emulsionante).....	64
Figura 22. Medias y Fisher (Actividad de emulsión).....	65
Figura 233. Medias y Fisher (Agua de limón con polvo de semilla de pitahaya y producto testigo).	70
Figura 24: Cáscara fresca de pitahaya.....	101
Figura 25: Análisis de humedad.....	102
Figura 26: Análisis de grasa.....	102
Figura 27. Análisis de fibra (P1 y P2).....	103
Figura 28: Análisis de higroscopicidad (P1).	104
Figura 29. Análisis de Capacidad de hinchamiento (P1).	105
Figura 30. Análisis microbiológico de muestra P1 y P2.	105

INTRODUCCIÓN

En México en el año 2016, tuvo una producción de más de 4 mil toneladas al año, Chiapas ocupa el sexto lugar en producir frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) (SADER, 2017). En el municipio de Suchiapa, Chiapas, el rancho productor y procesador de pitahaya “la pit’yaya”, produce al año 1 tonelada de este fruto. La comercialización de este fruto es en fresco y en productos como panes, mermeladas, salsas, gelatinas, entre otros, lo que genera alrededor de 300 kg de residuos (250k de cáscara y 50k de semilla) al año.

En investigaciones recientes se ha demostrado que la cáscara de pitahaya roja tiene potencial para reducir el colesterol total, triglicéridos y lipoproteínas de baja densidad (Ruiz, 2020), además de ser fuente ideal de pectina (Chua, 2018).

Por otro lado, las semillas contienen ácidos grasos naturales, así como el ácido linoleico 64.5%, ácido oleico 13.9% y ácido palmítico 14.4%. Siendo el más importante el ácido oleico ya que esta funciona en el organismo como buffer capturando el colesterol y generando un efecto cardiotónico (Chino, 2020).

Los polvos se utilizan ampliamente en la industria alimentaria por su estabilidad físico-química y microbiológica, porque aportan cualidades organolépticas, y contribuyen a mejorar las propiedades reológicas de los alimentos; además generan soluciones tecnológicas ya que son fáciles de conservar, transportar, almacenar, procesar, dosificar y utilizar (Serna *et al.*, 2015)

En el presente proyecto se elaboraron 2 polvos en el que se utilizará las cáscara y semilla de pitahaya (*Hylocereus Undatus*), para realizar diferentes productos debido a que estos residuos contienen propiedades físicas y químicas, que pueden ser utilizados como materia prima para la generación de productos con valor agregado.

Para lograr lo anterior, se elaboró un turrón, un panque y un dulce adicionado con polvo de cáscara de pitahaya y un agua fresca a base de semilla de pitahaya; posteriormente, cada producto se evaluó sensorialmente para evaluar la aceptación del consumidor.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la cáscara y semillas de pitahaya es considerado un residuo, a pesar de que se ha demostrado que tiene propiedades nutraceuticas importantes y ácidos grasos naturales, conforme a esto, no se ha obtenido un aprovechamiento total de estos residuos (Verona *et al.*, 2020).

La cáscara de pitahaya ha demostrado propiedades nutraceuticas importantes, para conocer sus propiedades se han realizado estudios del polvo de esta cáscara, donde se concluyó que el polvo de cáscara de la fruta de Pitahaya roja tiene potencial para reducir el colesterol total, triglicéridos y lipoproteínas de baja densidad (Hernawati, 2018).

Los estudios han demostrado que la cáscara de la fruta del dragón es una fuente ideal de pectina (Chua, 2018). El consumo regular de pectina otorga un efecto benéfico a la salud ya que disminuye los niveles séricos de lípidos y glucosa, ayudando a prevenir enfermedades como diabetes y dislipidemia (Trujillo, 2020).

Por otro lado, las semillas contienen ácidos grasos naturales, así como el ácido linoleico 64.5%, ácido oleico 13.9% y ácido palmítico 14.4%. Siendo el más importante el ácido oleico ya que este funciona en el organismo como buffer capturando el colesterol y generando un efecto cardiotónico (Chino, 2020). Las semillas contienen un aceite de efectos laxantes y ayudan al buen funcionamiento del aparato digestivo (Trujillo, 2020).

Hoy en día el fruto de la pitahaya es utilizado principalmente como una fruta fresca (Ponce, 2023). También en la aplicación en alimentos como helados, mermeladas, bebidas y en la industria farmacéutica, en la extracción de principios activos y de colorantes para diversos usos (Chino, 2020).

Dichos residuos representan una alternativa para la formulación de alimentos funcionales libres de productos químicos sintéticos al aprovechar su capacidad antioxidante con lo que se lograría disminuir el porcentaje de desechos provenientes de la industria (Vargas y Pérez, 2018).

Por lo anterior se propone desarrollar polvos a base de cáscara y semillas de Pitahaya, aprovechando sus compuestos funcionales y nutrimentales con el fin de aplicarse en el desarrollo de nuevos productos alimenticios.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El rancho “la pit'yaya” productor y procesador de pitahaya de Suchiapa, Chiapas produce 1 tonelada de Pitahaya (*Hylocereus Undatus*) al año, donde el 70% de su producción es dedicada a la elaboración de mermeladas, salsas, helados, licor y pan. Dentro de estos procesos se presenta la generación de residuos en un 30% (250 kg de cáscaras y 50 kg de semillas) al año; por lo que ocasiona pérdidas económicas al rancho “la pit'yaya” (Carcamo, 2022).

La cáscara de Pitahaya ha demostrado propiedades nutraceuticas importantes, tiene potencial para reducir el colesterol total, triglicéridos y lipoproteínas de baja densidad (Hernawati, 2018).

Los estudios han demostrado que la cáscara de pitahaya (*Hylocereus Undatus*) es una fuente ideal de pectina (Ruiz, 2020). El consumo regular de pectina otorga un efecto benéfico a la salud ya que disminuye los niveles séricos de lípidos y glucosa, ayudando a prevenir enfermedades como diabetes y dislipidemia (Trujillo, 2020).

Por otro lado, las semillas contienen ácidos grasos naturales, así como el ácido linoleico 64.5%, ácido oleico 13.9% y ácido palmítico 14.4% (Chino, 2020). Las semillas contienen un aceite de efectos laxantes y ayudan al buen funcionamiento del aparato digestivo (Trujillo, 2020).

Por lo anterior se propone formular y caracterizar polvos funcionales a base de cáscara y semillas de pitahaya, aprovechando sus compuestos funcionales y nutrimentales con el fin de aplicarse en el desarrollo de nuevos productos alimenticios.

OBJETIVO

Objetivo general

Evaluar la viabilidad de los polvos funcionales a base de residuos de pitahaya (*Hylocereus Undatus*) para elaborar diferentes productos alimenticios.

Objetivos específicos

- Formular polvos a base de cáscara y semillas de pitahaya y realizar la caracterización fisicoquímica (análisis proximales, análisis tecno-funcional y análisis microbiológicos) de cada polvo obtenido.
- Elaborar y evaluar la aceptación del consumidor de productos a base de polvo de cáscara de pitahaya como turrón, panque y un dulce con humedad intermedia (altamente viscoso).
- Elaborar y evaluar la aceptación del consumidor de un agua fresca a base de polvo de semilla de pitahaya.

MARCO TEÓRICO

ALIMENTOS FUNCIONALES

Definición

El concepto de “alimento funcional” nació en Japón durante los años ochenta, cuando sus autoridades sanitarias se dieron cuenta que, para controlar los gastos sanitarios generados por la mayor esperanza de vida de la población, había que garantizar una mejor calidad de vida. De esta forma se introdujo la necesidad de contar con alimentos que pudieran mejorar la salud de las personas y reducir el riesgo de contraer enfermedades (Méndez, 2020).

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 (FAO, 2022).

Los alimentos funcionales incluyen nutrientes o ingredientes alimentarios que ejercen un efecto beneficioso sobre la salud humana y reducen el riesgo de enfermedad más allá de las funciones nutricionales básicas (Ortegas *et al.*, 2016).

Origen

En 1924 por primera vez se habla de alimentos funcionales con la aplicación de una medida preventiva del bocio, consistente en el enriquecimiento de la sal con yodo en el Estado de Michigan. En la Década de los treinta, el Dr. Minoru Shirota inicia en Japón la investigación y desarrollo de una leche fermentada, con fines de prevención de enfermedades gastrointestinales. Para los años 50 la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece programas de enriquecimiento de alimentos para luchar contra la desnutrición en zonas desfavorecidas. En los años 80 ante el aumento de la esperanza de vida y el alza de los costes sanitarios, el gobierno japonés, pensó en los alimentos como una vía para mejorar la salud de los ciudadanos (Trujillo, 2018).

Clasificación de alimentos funcionales

Los alimentos funcionales se pueden clasificar en dos amplias categorías, como se muestra en la **tabla 1**, 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).

Tabla 1. Clasificación de alimentos funcionales.

Naturales	Procesados
Contienen sustancias beneficiosas de forma natural	Eliminan, añaden o incrementan un componente (leche deslactosada).
Ejemplo: Pescado o chía, por su alto contenido en omega 3.	Sustituyen un componente por otro (sustituyen sacarosa por edulcorantes no calóricos)
-----	Alteran la disponibilidad metabólica (hueco con mayor disponibilidad de ácidos grasos)

Fuente: Méndez, 2020.

Tipos de alimentos funcionales

Es importante incluir en la dieta diaria alimentos ricos en prebióticos y probióticos gracias a su utilidad en la disminución del riesgo y tratamiento de diversas enfermedades gastrointestinales, como se muestra en la **tabla 2**, la combinación de los probióticos y prebióticos en productos alimenticios como ingredientes funcionales se hace cada vez más interesante para la industria alimentaria (Arias *et al.*, 2018).

Tabla 2. Tipos de alimentos funcionales.

Ingrediente	Definición	Función	Fuente
Prebiótico	Son ingredientes no digestivos que forman parte de los alimentos y que benefician a la persona que lo consume, mediante la estimulación del crecimiento y de la actividad de las bacterias en el colon.	Regulan el tránsito intestinal a la vez que favorecen el equilibrio de la flora intestinal	(Arias <i>et al.</i> , 2018)
Probiótico	Microorganismos vivos que, al ser administrado en cantidades	Estimulan la población microbiana endógena en	(Ruiz, 2020)

	adecuadas, confieren un beneficio a la salud del huésped.	la flora intestinal.	
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).

RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

En la agroindustria, las materias primas son sometidas a procesos de adecuación o transformación para darle valor agregado, mediante la implementación de operaciones unitarias para facilitar su consumo; generando una de las principales problemáticas ambientales en nuestro medio, la alta producción de residuos (Macías, 2017). En algunos casos estos residuos son tratados; hasta reducir el impacto negativo que su emisión, vertimiento o disposición pudiera generar; convirtiéndolos en un producto útil y de mayor valor agregado que solucione una problemática y genere ingresos económicos adicionales (Cury, 2017).

Dicho, en otros términos, es una actividad económica que combina el proceso productivo agrícola con el industrial para generar alimentos o materias primas semi-elaboradas destinadas al mercado. También se dice que constituye una parte del sector industrial que se dedica a producir y/o transformar, almacenar y comercializar productos provenientes del campo (Saval, 2012).

La tendencia mundial es el notable crecimiento en la generación de residuos, derivado del incremento en la generación de productos comercializables (Mejía *et al.*, 2016). A partir del marco de referencia anterior, se puede entonces decir que los residuos agroindustriales son materiales en estado sólido o líquido que se generan a partir del consumo directo de productos primarios o de su industrialización, y que ya no son de utilidad para el proceso que los generó, pero que son susceptibles de aprovechamiento o transformación para generar otro producto con valor económico, de interés comercial y/o social (Villa, 2017).

Porcentaje de generación de residuos

En México, los residuos provenientes del procesamiento de alimentos derivados de la industria azucarera, agricultura, pesca, industria animal y fabricación de bebidas son considerados sectores contaminadores potenciales del medio ambiente (Hernández *et al.*, 2016). La industria cervecera solo utiliza el 8% de los componentes del grano (92% residuo), la industria del aceite de palma utiliza el 9% (91% residuo), la industria del café utiliza el 9.5% (90.5% residuo), la industria del papel utiliza menos del 30%, el resto es residuo (Espinoza *et al.*, 2019). Para la industria del vino se estima más del 20% de residuos de poda por cada kilo de uva para vino. Así mismo, de la obtención de aceite de ricino a partir de la semilla de higuera, la torta y cáscara restantes representan aproximadamente 50% y 30% del peso de la semilla (Banquez, 2017).

La creciente preocupación por el uso de desechos agroindustriales ha generado la búsqueda de procesos de transformación y reutilización de estos (Güemes *et al.*, 2020).

Causas

El problema al que se enfrentan los residuos agroindustriales es que no existe una clara conciencia ambiental para su manejo, además de que falta capacidad tecnológica y recursos económicos para darles un destino final, así como una legislación específica para promover la gestión de este tipo de residuos, que asegure un buen manejo desde su generación hasta su disposición final. Aún en nuestros días, esta problemática prevalece a nivel mundial (Baray *et al.*, 2019).

En la década de los 70, una parte importante de la biotecnología de todo el mundo enfocaron sus investigaciones hacia la utilización y aprovechamiento de los residuos agroindustriales para la producción de compuestos útiles como insumos de otros procesos industriales; los primeros años la prioridad se enfocó a la generación de productos con valor agregado (Rodríguez, 2015), años más tarde se sumó la prioridad de utilizar los residuos para reducir el impacto ambiental que ocasiona su disposición, y a partir del presente siglo la prioridad está enfocada a la producción de bioenergéticos y a la elaboración de nuevas formulaciones de alimentos para animales (Delgado, 2016).

Aprovechamiento de residuos agroindustriales

Los residuos agroindustriales se generan principalmente en estado sólido, líquido y gaseoso, desde el sector primario como la agricultura, producciones pecuarias, hasta en procesos de transformación con materia prima de origen biológico. El 52 % del residuo generado es susceptible al proceso de composteo, 27 % es material reciclable y únicamente el 21 % es residuo que se destinaría a relleno sanitario (Ruiz, 2012). El porcentaje de residuos totales aprovechados actualmente en la IBERO asciende a 26.23 %, se recicla el 100 % del residuo de jardinería, el 1 % del residuo alimenticio, el 23 % del papel, el 16.5 % del cartón, el 1.8 % de las botellas de PET y el 4 % de las latas de aluminio (Paredes *et al.*, 2022), y una mínima parte para la investigación, donde se han generado tecnologías como propuestas de aprovechamiento (Cury *et al.*, 2016).

Algunos ejemplos sobre aprovechamiento de residuos orgánicos son los siguientes:

Romo *et al.* (2023) Caracterizó polvos de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) gastada obtenidas de extractos de los calices de la flor de jamaica.

Para la obtención de los calices gastados de flor de jamaica, se llevó a cabo la extracción acuosa (p/v) de calices (Member's Mark): Se calentó agua por 1:60 minutos con tiempo de extracción de 25 min. a una temperatura de 94 ± 2 °C, para obtener un concentrado que posteriormente fue utilizado para la elaboración de agua de jamaica. Se utilizó una temperatura de 57°C por 8h, se sometieron a molienda y posteriormente se tamizaron durante 30 min. De esta manera los polvos fueron divididos en tres tamaños de partícula: J50: >300 μm , J60: 250 μm , J80: <180 μm , y se usó calices de flor de jamaica molida sin extracción como control (JSE). Para determinar el contenido de compuestos fenólicos se realizaron 2 técnicas, con ácido gálico y ácido clorogénico.

El objetivo de este estudio fue la obtención y caracterización de este subproducto para su evaluación como posible ingrediente alimentario. De los resultados obtenidos se concluye que existe un alto nivel de contenido de proteína (7.03% –7.58%), cenizas (5.4%–6.0%), grasa (1.07% –1.38%), fibra dietética insoluble (44.5% -48.6%) y soluble (16.0% –21.06%) y el prometedor contenido de compuestos fenólicos (JSE, AG 6.216 ± 0.281 y AC, 56.579 ± 1.221) (J50, AG 2.641 ± 0.135 y AC 25.125 ± 0.752) (J60, AG 2.787 ± 0.044 y AC 25.862 ± 0.752) (J80, AG 2.632 ± 0.274 y AC 26.449 ± 0.501) así como sus características fisicoquímicas como

capacidad de retención de agua (JSE 2.910%, J50 7.220%, J60 6.555% J80 7.488%), capacidad de retención de aceite (JSE 3.775%, J50 5.045%, J60 4.757% J80 5.164%), pH (JSE 2.20%, J50 2.23%, J60 2.37%, J80 2.40%) y acidez (JSE 15.851%, J50 10.667%, J60 10.133%, J80 9.813%,) de polvos de calices de flor de jamaica gastada.

Por su parte, Flores *et al.* (2024) obtuvo pectina a partir de residuos de naranja (*Citrus Sinensis*), mediante el método de hidrólisis ácida y evaluó su aplicación en la elaboración de mermelada, helado y mayonesa. Para la extracción de las pectinas se usaron tres tratamientos, basados en la modificación de pH, temperatura y tiempo, donde se observó que el mejor tratamiento de extracción de pectina fue a pH 1,5, por 60 minutos y a una temperatura de 70°C, obteniendo un porcentaje de rendimiento de 5,59%. En el análisis físico-químico se obtuvo una humedad de 10,91%, acidez libre de 0,21, peso equivalente de 4190,22 mg/mEq, porcentaje de metoxilo de 7,10, grado de esterificación del 62% y porcentaje de ácido anhidro galacturónico de 68%. Se concluyó que la pectina se ajustó a los parámetros de calidad de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y se demostró su utilidad en el área alimenticia al ser una pectina de alto metoxilo que le confiere las propiedades emulsificante, estabilizante y gelificante.

Actualmente el aprovechamiento de residuos orgánicos en la investigación, han sido desde cortezas de frutos, semillas, hasta tallos o raíces.

Una de las tecnologías propuesta por Pacheco *et al.*, (2022), fue la obtención de pectina a partir de la cáscara de mango (*Mangifera indica L.*), un aprovechamiento potencial para la industria de México.

Para la extracción de pectina se usaron diferentes métodos como, hidrolisis acida, microondas, oxalato de amonio y enzimático. Donde se observó que el mejor tratamiento de extracción de pectina fue la de hidrolisis acida/oxalato de amonio, obteniendo porcentajes de 26.3% y 31.8% Las características fisicoquímicas de esta pectina se mantuvieron dentro de los estándares internacionales, con un grado de esterificación del 82%, un contenido de grupos metoxilo del 12% y un 82% de ácido galacturónico. En el caso de la cáscara de “mango de azúcar maduro”, se ha reportado que el contenido de pectina es de 15.3% y que sus características de calidad son superiores a las de origen comercial (Merck) con la que fue comparada, esto de acuerdo

con los estándares de la farmacopea de los Estados Unidos (United States Pharmacopeia, USP). La pectina presentó 4.5% de humedad, un contenido de metoxilo de 12%, un grado de esterificación del 82% y un 82% de ácido galacturónico.

Otra propuesta por Guidi *et al.*, (2010) fue la obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá mediante hidrólisis ácida.

Para iniciar con el método de extracción, primero se prepara la muestra, se pesa, se selecciona, se lava y se realiza un troceado; luego viene la inactivación enzimática, hidrólisis ácida, filtración, centrifugación, enfriado, precipitación con alcohol, filtración, secado, molido, envasado y almacenado, en donde se obtuvieron en la caracterización fueron similares a la pectina comercial, en cuanto al contenido de materia seca, humedad y la de cenizas; se obtuvo pequeñas variaciones en cuanto a la acidez libre y el pH, la investigación se realiza con la finalidad de llevar a cabo la estandarización correspondiente para que la pectina obtenida, a partir de cáscara de maracuyá, se pueda utilizar directamente. Determinar los posibles usos que podrían obtenerse a partir del bagazo que queda después de la Hidrólisis Ácida.

La combinación de los factores, que dio un mayor rendimiento en pectina, fue de 50°C, con un tiempo de 10 min y a una concentración de 0.0045 M; su rendimiento fue de 8.59% y 7.09% (en respectivas réplicas). El grado de esterificación obtenido fue del 20% y del 30%, por lo tanto, la pectina obtenida se clasificaría como pectina de baja metoxilación.

Lo anterior hace notar que las cáscaras de frutos, dependiendo de los componentes que la caractericen, pueden ser de gran importancia para la generación de aditivos benéficos para la industria de alimentos, como son las pectinas.

Dentro de las propuestas para el aprovechamiento de semillas, encontramos a Ghobakhlo *et al.*, (2019) que caracterizaron tres variedades de aceite de semilla de rambután de Malasia.

Los residuos de semillas suelen desecharse o eliminarse en grandes cantidades sin un valor económico, lo que se ha convertido en un problema que debe resolverse. Sin embargo, la semilla contiene una cantidad considerable de grasa bruta. El propósito de este estudio fue caracterizar las propiedades fisicoquímicas del aceite de las semillas de tres variedades de rambután de Malasia para su potencial aplicación. No se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) para el contenido de ácidos grasos libres, el índice de peróxidos, el índice de p-anisidina, el índice de saponificación, la materia insaponificable, el color, la viscosidad y el

índice de refracción entre las tres variedades. Las variedades R7 y R4 y Serjan presentaron el mayor contenido de grasa bruta ($37.62 \pm 0.10\%$) y el menor ($34.25 \pm 0.07\%$), respectivamente. Los ácidos oleicos (37,75-40,58%) y araquídico (35,24-36,89%) fueron los principales ácidos grasos del aceite en el contenido de grasa bruta de la semilla entre tres variedades. Entre las tres variedades R7 tiene el mayor contenido de aceite (37,55%) que Serjan (35,6%) y R4 (34,2%), la variedad R4 tuvo el mayor contenido de grasa bruta que Serjan y R7. El alto porcentaje de aceite en la semilla (37,5 %) lo convierte en una fuente potencial distinta para la industria oleaginosas.

Este estudio revela que el aceite de semilla de rambután tiene potencial para ser utilizado en diversos sectores de la industria alimentaria. Por lo tanto, la semilla de rambután se puede utilizar completamente y, posteriormente, se puede minimizar la cantidad de desechos.

Además del aprovechamiento de las semillas de los frutos de rambután, también se ha detectado potencial en las cáscaras de este mismo fruto.

Franco y Pérez (2023) evaluaron la viabilidad de la cáscara de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) para la formulación de harinas compuestas, donde proponen transformar las cáscaras de rambután en polvo para formular harinas compuestas CH1 (65% harina de trigo + 35% polvo de cáscara de rambután) y CH2 (35% harina de trigo + 65% polvo de cascara de rambután) ya realizadas las harinas se desarrollaron 2 panqués (p1: 65% harina de trigo + 35% polvo de cáscara y p2 35% harina de trigo + 65 % polvo de cáscara).

Al comparar las harinas compuestas, se observa que la harina CH2 de combinación 35% harina de trigo + 65 % polvo de cáscara 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.

También se ha detectado gran potencial agroindustrial de las cortezas de pitahaya (*Hylocereus Undatus*). Martínez en el año 2021, formuló un suplemento con cáscara de pitahaya (*Hylocereus Undatus*) donde se evaluó el efecto de la suplementación con cáscara de pitahaya sobre la composición del microbiota intestinal (MI) en ratas con obesidad inducida por la dieta. Para el experimento se utilizaron 15 ratas Wistar macho con un peso aproximado de 240 g fueron distribuidas aleatoriamente en 3 grupos: un grupo alimentado con dieta estándar (3.35 kcal/g) (CTL); un grupo alimentado con dieta de cafetería (3.72 kcal/g) (CAF) y un grupo alimentado con dieta de cafetería y suplementado con cáscara de pitahaya (300 mg/kg peso corporal) (CAF+P). El peso corporal fue registrado 1 vez por semana y la ingesta dietética 3 veces por semana durante 15 semanas.

Al finalizar, se obtuvo la glucosa en ayuno y se recolectaron las heces para evaluar el microbiota intestinal mediante secuenciación del gen ARNr 16S. Posteriormente las ratas fueron sacrificadas y se extrajeron tejidos para análisis posteriores. Los resultados mostraron que CAF tuvo una ganancia de peso significativamente mayor (408.32 ± 65.72 g) que CTL (269.98 ± 14.99 g) ($p < 0.01$). CAF+P tuvo una menor ganancia de peso corporal (380.1 ± 62.97 g) que CAF, sin embargo, no fue estadísticamente significativo. El grupo CAF+P aumentó significativamente la diversidad (6.34 ± 0.15) de la MI en comparación con el grupo CAF (5.77 ± 0.30) según el índice de Shannon ($p < 0.01$). A nivel de filo, la dieta CAF disminuyó la abundancia de Bacteroidetes en comparación con CTL ($p < 0.05$). A nivel género, *Anaerotruncus* disminuyó significativamente en CAF+P ($0.01 \pm 0.00\%$) en comparación con CAF ($0.04 \pm 0.01\%$) ($p < 0.001$). Este estudio demostró que la dieta de cafetería incrementa la ganancia de peso corporal, induce mayores niveles de glucosa y una disbiosis intestinal. La suplementación con cáscara de pitahaya induce una menor ganancia de peso a través de la modulación de la diversidad y composición del microbiota intestinal.

Dentro de la industria existen diversas aplicaciones que no solo abarca la alimentación, por ejemplo, en el estudio de Alcalde *et al.*, (2020) elaboraron labiales a base de la cáscara de pitahaya. Para la obtención de los labiales, se procedió a secar las cáscaras de pitahaya en un horno deshidratador durante 14 horas, posteriormente ya deshidratada la cáscara se llevó a una pulverizadora. Después de realizar este paso se llevó a fundir la manteca de copoazú y la cera de abeja, primero se debe fundir la manteca de copoazú a una temperatura de 62°C, mientras en el otro espacio se calienta la cera de abeja a 65° C. Después se realiza la combinación de la

manteca de copoazú con la cera de abeja, luego se le añade el aceite de aguaje para así agregar el polvo de la pitahaya y el carmín en sus diferentes tonalidades hasta tomar una consistencia adecuada, finalmente dejar entibiar para agregar el propilparabeno. Una vez que se tenga la mezcla con una consistencia homogénea, verter en los moldes del labial para que tomen la forma esperada, para así colocarlos en la congeladora a una temperatura controlada hasta que se solidifiquen.

Los valores nutritivos que tiene la fruta pitahaya son favorecedores para los seres humanos. Según lo expuesto, su alto contenido de vitamina C ayuda a mejorar el sistema digestivo y crear defensas en el organismo. Por lo tanto, la línea de bálsamos que la empresa TAHAYALIPS SAC aprovechará los agentes positivos que contienen las cáscaras para usarlos en labiales como un producto natural, a comparación de lo convencional que está lleno de químicos como el plomo (PB) e industrializados para su larga duración

PITAHATA (*Hylocereus undatus*)

Generalidades

La pitahaya (*Hylocereus undatus*) es una cactácea nativa de América, cuya adaptabilidad a diversas condiciones ambientales ha favorecido su introducción a países con marcadas diferencias en clima y suelo. (Osuna *et al.*, 2011). Se considera una planta perenne trepadora (**figura 1**), porque su morfología les impide sostenerse y son resistentes a la sequía. Es originaria del Suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica y el Noroeste de México (Figueroa, 2020). La planta fructifica en el mes de abril-mayo y julio-septiembre, la fecha de siembra inicia en el mes de abril - mayo aprovechando las primeras lluvias del año, con el fin de que el cultivo se active (Castro, 2021).

Las pitahayas florecen en verano durante el periodo de lluvias y pueden ocurrir entre cuatro y siete ciclos de floración en un periodo de 8 meses (Murillo y Vera, 2023). Y prosperan desde el nivel del mar hasta 1850 m, requieren temperaturas de 18 a 26 °C, con precipitaciones de 650 a 1500 mm anuales, y su mejor desarrollo se logra en climas cálidos subhúmedos (Sangoquis, 2023).



Figura 1. Planta de pitahaya (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

Los frutos de *Hylocereus Undatus* reciben diversos nombres, según el país donde se produce, entre los cuales destacan: Pitahaya nombre común utilizado en Ecuador, Colombia, México, Perú; Belle de nuit, en Francia; flor de cáliz en Venezuela, Puerto Rico; Dragon fruit y Belle of the night en Países anglohablantes; Distelbrin en Alemania. Y en Vietnam se le conoce con el nombre de pitaya, picajón, yaurero, warakko, fruta del dragón (Verona *et al*, 2020).

Características físicas de los frutos

Una planta de pitahaya produce entre tres y cuatro frutos en los primeros 2 años y entre en quinto y sexto año la producción se estabiliza hasta producir 50 frutos por planta, se considera frutos no climatericos (Osuna *et al*, 2016), son de forma oblonga, se distingue por su piel roja con largas brácteas, como se muestra en la **figura 2**. El fruto tiene una longitud que varía de 8 a 12 cm, mientras que su peso va desde 150 hasta 700 g (López y Figueroa, 2020). La pulpa de los frutos es de color blanco y la cáscara de color rosa, conforme el fruto madura, el color de la corteza se intensifica hasta llegar a tonalidades rojo-rosados, aunque las brácteas permanecen verdes.



Figura 2. Fruto de pitahaya (fuente propia).

La parte comestible del fruto de la pitahaya es el mesocarpio, el cual tiene una textura mucilaginosa con muchas semillas pequeñas blandas, distribuidas homogéneamente en toda la pulpa, son de color negro, como se puede observar en la **figura 3**.



Figura 3. Pulpa de pitahaya (fuente propia).

La pulpa representa el 60-80% del peso de un fruto maduro en la mayoría de las especies de *Hylocereus* (Figueroa, 2017).

La cáscara y semilla tienen celulosa, hemicelulosa y pectina, además encontramos betacianinas, betalainas y 3 aminoácidos como prolina, taurina, carnosita, adicionalmente tiene un alto contenido de azúcares y polifenoles (Sangoquisa, 2023).

Taxonomía

Según el sistema de clasificación de Castro (2021). *Hylocereus undatus* “pitahaya” tiene la siguiente posición taxonómica.

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Cactaceae

Género: *Hylocereus*

Especie: *H. undatus*

Producción a nivel internacional de pitahaya

La superficie de cultivos de pitahaya a nivel mundial es de alrededor de 116.836, siendo ofertada principalmente en países latinoamericanos (Nicaragua, Colombia, Ecuador y México), y asiáticos (Vietnam, China, Indonesia, Tailandia y Taiwán) (Muñoz, 2018).

A nivel mundial la producción de pitahaya alcanza los 1,000,000 toneladas, considerándose a Vietnam como el principal productor de este fruto (**tabla 3**) (Enemegio, 2023).

Tabla 3. Principales países productores de Pitahaya

País	Área cosechada (Ha)	Rendimiento (t/ha)	Producción (t)	Porcentaje de participación en producción (%)
Vietnam	55,419	22-35	1,074,242	50.3
China	40,000	17.5	700,000	32.8
Indonesia	8,491	23.6	221,832	10.4
Tailandia	3,482	7.5	26,000	1.2
Taiwán	2,491	19.7	49,108	2.3
Colombia	1,514	8.8	13,250	0.6
Ecuador	1,528	7.6	11,613	0.5
México	1,496	6	9,029	0.4
Malasia	680	11.5	7,820	0.4
Filipina	485	10-15	6,063	0.3
Camboya	440	11	4,840	0.2
India	400	8-10.5	4,200	0.2
Estados Unidos	324	18	5,832	0.3
Perú	34.2	4.2	142	0.01
Australia	40	18.5	740	0.03
Sudáfrica	12	8.3	100	0.005
Total	116,836		2,134,810	

Fuente: Carrera, 2023

Producción a nivel nacional de pitahaya

En México se producen anualmente alrededor de 2,496 toneladas de pitahaya (Enemigio, 2023).

Actualmente, los estados como Quintana Roo, Yucatán y Puebla, poseen mayor superficie cosechada (**tabla 4**) con 1,267, 429 y 135 hectáreas, respectivamente, es decir, el 67.2%, 22.8% y 7.1% del total nacional, mientras que Yucatán, Tabasco y Puebla tuvieron el mayor rendimiento promedio, con 10.2, 7.4 y 4.7 toneladas por hectárea (Axayacatl, 2020).

Tabla 4. Principales productores de México de pitahaya.

Estado	Producción obtenida (t)	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Rendimiento promedio (t/ha)	Precio medio (\$/t)	Valor de la producción (mdp)
Aguascalientes	47	24	24	2.0	20,086	1
Guerrero	12	12	12	1.0	8,495	0
Puebla	630	135	135	4.7	15,483	10
Quintana Roo	5,687	1,267	1,267	4.5	14,109	80
Tabasco	132	18	18	7.4	14,803	2
Yucatán	4,359	430	429	10.2	16,600	72

Fuente: Axayacatl, 2020.

Exportación de pitahaya

Actualmente, Vietnam es el país líder como proveedor de la pitahaya a nivel mundial, como se observa en la **tabla 5**, con mayor participación en países asiáticos, europeos y en Estados Unidos. Hasta la actualidad la pitahaya producida en Vietnam sigue siendo una marca registrada por Asia y los Estados Unidos (Sierra y Selva Exportadora, 2021).

En el mercado estadounidense, México y Ecuador son los países con mayor ventaja competitiva debido a geografía frente a los proveedores asiáticos de pitahaya. De los proveedores a nivel de Centroamérica, destaca Canadá en Estados Unidos; Nicaragua en Europa y Japón. Por otro lado, Ecuador destaca en la variedad de pitahaya amarilla, siendo valorado su sabor y forma (Sierra y Selva Exportadora, 2021).

Los consumidores estadounidenses consideran que la pitahaya roja proveniente de Vietnam por lo general es de mayor tamaño que otras variedades de pitahaya, pero es de color claro y

no es tan dulce como la pitahaya amarilla. La pitahaya roja de Vietnam destaca en sabor en comparación a las pitahayas rojas de otros países (Sierra y Selva Exportadora, 2021).

Tabla 5. Principales países de exportación de pitahaya producidas en Vietnam

Países	Valor FOB (Miles US\$)	% Participación
China	1,040,672	92.4%
EE. UU	30,041	2.7%
Hong Kong	11,614	1.0%
Tailandia	10,793	1.0%
Unión europea	6,715	0.6%
Canadá	5,240	0.5%
India	4,442	0.4%
Singapur	3,946	0.4%
Emiratos Árabes Unidos	2,860	0.3%
Japón	2,203	0.2%
Australia	1,958	0.2%
Corea del sur	1,931	0.2%
Malasia	1,764	0.2%
Otros	1,821	0.2%

Fuente: Ministerio de Desarrollos Agrario y Riego, 2021.

Variedades

Existen más de 20 variedades de pitahaya que se distinguen por el color de la cáscara (roja, amarilla, verde), pulpa (blanca, roja, rosada). En la actualidad las variedades más comerciales y de mayor demanda son:

- **Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw).**

Selenicereus megalanthus Haw es originaria de México y cultivada en zonas tropicales de Colombia, Ecuador e Israel, entre otros. Puede encontrarse en el mercado entre enero y marzo (Sierra y selva exportadora, 2021).

Distribuida en Bolivia, Perú, Colombia, Venezuela y Ecuador (Sotomayor *et al.*, 2019). Su fruto es de piel amarilla y pulpa blanca, como se muestra en la **figura 4**, mide unos 90 milímetros de largo y tiene un diámetro de 65 a 70 milímetros, pesa entre 200 gramos a 1000 gramos (Huamani *et al.*, 2018). Este fruto se ha cultivado de forma intensiva en varios países, como Israel, Colombia, Nicaragua, Vietnam, Tailandia, China, y Australia (Setyowari, 2018).

La pitahaya amarilla es popular en Europa y Estados Unidos por su apariencia, sabor exótico y composición química, en su composición tiene compuestos bioactivos o fitoquímicos que son sustancias derivadas del metabolismo secundario de los vegetales y tienen efecto benéfico para la salud humana (Meregalli *et al.*, 2020); dentro de estos, se incluyen polifenoles y vitamina C que son compuestos con reconocida capacidad antioxidante (Torrez *et al.*, 2021).

Este fruto también alivia los problemas estomacales, endocrinógenos y también mejora el funcionamiento del tracto digestivo; el beneficio más conocido es su capacidad antioxidante que se le atribuye porque sus semillas tienen un alto contenido de ácidos grasos naturales, en especial el ácido linoleico, debido a que este funciona en el organismo como buffer capturando el colesterol, generando un efecto cardiotónico (Sotomayor *et al.*, 2019).



Figura 4. Fruto de pitahaya amarilla (Verona *et al.*, 2020).

El agua es el compuesto que se encuentra en mayor proporción en los frutos, las pitahayas contienen aproximadamente 85% de agua (**tabla 6**), lo que les contiene jugosidad (Guerrero, 2014).

Tabla 6. Composición nutricional individual de pitahaya amarilla.

Compuestos	Contenido en 100 gramos de pulpa	Cáscara	Semilla
Humedad (%).	85.4	77.52	56.5
Carbohidratos totales (g).	13.2	1.55	-
Ceniza (g).	0.4	-	7.0
Extracto etéreo (%).	0.1	-	23.27
Proteína (g).	0.4	-	-
Fibra (g).	0.5	-	-
Fosforo (mg).	16	-	-
Calcio (mg).	10	-	-
Hierro (mg).	0.3	-	-
Vitamina C (mg)	4	-	

Fuente: Guerrero, 2014, Bonilla *et al.*, 2024.

Para esta variedad de pitahaya se han propuesto las siguientes tecnologías viables para su aprovechamiento.

Pulpa:

Carranza *et al.*, (2019) realizo la elaboración de néctar de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) con piña (*Ananas comous*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) y su efecto en las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas.

Esta investigación se realizó con el fin de elaborar un néctar de pitahaya amarilla, con piña y maracuyá, el efecto en las características químicas, microbiológicas y organolépticas.

Se realizo 6 diferentes tratamientos (A1B1: 90% jugo de maracuyá + 10% pitahaya, A1B2: 80% jugo de maracuyá + 20% pitahaya, A1B3: 70% jugo de maracuyá + 30% pitahaya, A2B1: 90% jugo de piña + 10% pitahaya, A2B2: 80% jugo de piña + 20% pitahaya, A2B3: 70% jugo de piña + 30% pitahaya).

Para el pH, acidez, y sólidos solubles se realizó un análisis mediante una estadística descriptiva para el procesamiento de los resultados; realizando una comparación entre los tratamientos.

En la comparación de promedios según la prueba de Tukey al 0,05% de significancia para el Factor B (% de pitahaya), se evidenció que los tratamientos se dividieron en tres rangos, obteniendo los pH más altos, el néctar que se formuló con 30% de pulpa de pitahaya con promedio de pH 3,75, seguido de los tratamientos que se formularon con 20% y 10% de pulpa de pitahaya con promedios 3,58 y 3,45 respectivamente. Los porcentajes de la pupa de frutas influyo en los sólidos solubles (°Brix) y en el pH en la elaboración del néctar, en el análisis sensorial el tratamiento A1B2 (80% jugo de maracuyá + 20% pitahaya) tuvo mayor aceptabilidad.

Cáscara:

Torres *et al.*, (2021) realizo una evaluación de condiciones de extracción asistida por ultrasonido de compuestos bioactivos de cáscara de pitahaya amarilla.

Se deshidrataron las cáscaras y construyó cinéticas de secado a 60°C, con el fin de disminuir las reacciones de deterioro. Para la extracción, una solución de etanol al 96% (V/V) fue usada como disolvente, en una relación cáscara-disolvente 1:1. El proceso fue realizado a 25 °C en un sistema de ultrasonido indirecto con una frecuencia de 37 kHz. Se usó un diseño central compuesto, fueron evaluados el efecto de la potencia (40 - 80%) y tiempo de sonicación (11,90 - 33,10 minutos). Se hizo extracción con el método soxhlet. Los polifenoles totales y capacidad antioxidantes fue determinado por lo métodos Folin-Ciocalteau y ABTS respectivamente.

El ultrasonido tiene potencial en comparación con la técnica tradicional para reducir el tiempo de procesamiento en extracción de biocomponentes, en este caso aprovechar la cáscara de pitahaya amarilla que es considerada como un residuo, se encontraron concentraciones de polifenoles de 973,10 mg/L que pueden ser extraídos por ultrasonido a 222 W de potencia nominal (60%), 35kHz de frecuencia y 22 minutos y con una capacidad antioxidante superior al 90%.

Semilla:

Las semillas de pitahaya se han encontrado metabolitos como alcaloides, cumarinas, catequinas, saponina, azúcares reductores y compuestos grasos con alto contenido en ácidos poliinsaturados, como el ácido linoleico (69,98% (Trujillo y Villa, 2021).

Trujillo y Villa (2021) realizó una formulación de un producto lácteo (yogurt) a partir de la pitahaya amarilla y sus subproductos (semillas y cáscara).

El presente proyecto realiza la elaboración de un yogurt a partir de pitahaya amarilla y sus subproductos (semillas y cáscara), con el fin de contribuir a la ampliación de la gama de productos desarrollados con pitahaya como ingrediente. Se realizó un diseño experimental tomando como punto de partida el objetivo de crear un yogurt que cumpliera con los requerimientos sensoriales de los consumidores, logrando la aceptabilidad de la pitahaya amarilla dentro del mismo. De acuerdo con ello, se evaluaron los siguientes factores: tipo de edulcorante, con niveles cualitativos establecidos de sacarosa y “Estevia”, porcentaje en peso (%p/p) de jalea de pitahaya (porcentaje de la mezcla de fruta, polvo de semillas y de cáscara en el yogurt) con niveles establecidos en 15% y 30%p/p respectivamente, resultando así la formulación de cuatro tipos de yogures (Muestra control: Yogurt Alquería Actigest pitahaya amarilla, muestra 1: con azúcar como edulcorante y 15% p/p de jalea de pitahaya, muestra 2: azúcar como edulcorante y 30% p/p de jalea de pitahaya, muestra 3: Stevia como edulcorante y 15% p/p de jalea de pitahaya y muestra 4: con Stevia como edulcorante y 30% p/p de jalea de pitahaya). Se determinó que las muestras M3 y M1 presentaron mejores valores en los parámetros texturales de firmeza, consistencia, cohesividad e índice de viscosidad y que la adición de polvo de semilla y cáscara influyó significativamente en los mismos. Los resultados del análisis sensorial en los yogures presentaron una gran aceptabilidad en las formulaciones 1 y 2 elaboradas con azúcar. La mayoría de los consumidores indicó gran agrado por dichas muestras debido al dulzor y textura. En conclusión, se infiere que M1 y M2 se presentan como las de mayor potencial.

- **Pitahaya roja (*Hylocereus ocamponis*).**

La fruta del dragón, también conocida como pitaya o pitahaya, pertenece a la familia *Cactaceae* y es predominante en dos géneros separados, *Hylocereus* y *Selenicereus* (Martín, 2022). La pitahaya roja es un fruto con flores de 25 a 30 cm de largo, con segmentos perianto rojizos externos, especialmente en las puntas y amarillentos lóbulos de estigma. Su fruto se caracteriza por tener cáscara roja con bractéolas y pulpa roja brillante con pequeñas semillas negras (**figura 5**). Su fruto es elipsoidal (referencial a una baya) mide de 10–12 cm de diámetro (Lapo, 2022).

Este fruto presenta un alto valor nutricional (**tabla 7**), destacando el contenido de ácido ascórbico que se encuentra entre 4-25 mg/100g según su especie, teniendo el mayor valor la especie roja. La Pitahaya de pulpa roja (*Hylocereus Ocamponis*) es un fruto con alta capacidad antioxidante (160,84 mg de Trolox/100 mL de jugo), incluso superior al de otras cactáceas, como la tuna. Presenta compuestos bioactivos como las betalainas; que favorecen a los trastornos relacionados con el estrés y posee efectos antiinflamatorios, además presenta betaninas y betacianinas; que son una fuente de colorante natural (Verona *et al.*, 2020).



Figura 5. Fruto de pitahaya de pulpa roja (Martínez, 2022).

Tabla 7. Valor nutricional de pitahaya de pupa roja.

Componentes	Pulpa
Humedad (%)	87.3
Carbohidratos (%).	1.48
Proteína (%).	0.16
Fibra cruda (%).	10.1
Ceniza (%).	0.7

Calcio (mg).	5.7
--------------	-----

Fuente: Martín, 2022.

Pulpa:

Iman y Zapata, 2021. “Formulación y obtención de bebida funcional a base de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y jugo de pitahaya (*Hylocereus ocamponis*)”.

El objetivo del presente estudio fue formular y obtener la bebida funcional a base de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y jugo de pitahaya (*Hylocereus ocamponis*); siendo el propósito de ofrecer un producto con propiedades funcionales. Para ello primero se caracteriza la materia prima (pitahaya y yacón), para luego proceder con la formulación de la bebida, considerando las dos variables independientes que son la concentración de jarabe de yacón (30, 40 y 50°Bx) y dilución de la pitahaya pulpa: agua (1:2,5; 1:3,0; 1:3,5). La obtención de la formulación óptima, se realizó mediante evaluación sensorial y evaluación fisicoquímica de cada uno de las formulaciones, utilizando el modelo estadístico diseño factorial para su respectiva interpretación; obteniéndose que la concentración de jarabe de yacón y dilución de la pitahaya, no tienen un efecto significativo con respecto a las características sensoriales ($p > 0.05$). De este modo la elección de la formulación óptima, se define según la composición nutricional (vitamina C, capacidad antioxidante, polifenoles y fructooligosacáridos), el cual le brindará un mayor beneficio al consumidor; quedando seleccionado la formulación de 1:2,5 y 50°Bx (dilución de la pitahaya y concentración de jarabe de yacón). Finalmente se realizó la caracterización de la formulación óptima, obteniendo los siguientes resultados: acidez de $0,4011 \pm 0,0121\%$ (ácido cítrico), pH de $4,18 \pm 0,01$, sólidos solubles $13,33 \pm 0,24^\circ\text{Bx}$, vitamina C de $0,5890 \pm 0,0229\text{mg}/100\text{mL}$, polifenoles totales de $980,1565 \pm 1,7790\text{mg}$ Equivalentes de ácido gálico/L, capacidad antioxidante de $560,9260 \pm 1,2912\mu\text{g Trolox}/100\text{mL}$ y FOS de $0,2964 \pm 0,0028\text{mg}/100\text{mL}$.

- **Pitahaya roja (*Hylocereus undatus*).**

La pitahaya pertenece a la familia de las cactáceas (Cabrera *et al.*, 2018) y por lo general prefiere el clima cálido y húmedo, no obstante, también se crece en climas secos (Ramos, 2018). El fruto de *Hylocereus undatus* es una baya de gran tamaño y se presenta en diferentes formas: ovoide, redondeado o alargado. La cáscara tiene brácteas de aspecto carnosos (**figura 6**) y ceroso (Figuerola, 2020).

Las pitahayas florecen en verano durante el periodo de lluvias y pueden ocurrir entre cuatro y siete ciclos de floración en un periodo de 8 meses (Osuna *et al.*, 2016).

La pitahaya comienza a producir frutos después de aproximadamente 14 meses de su siembra definitiva, desde su trasplante. Su periodo de producción es de mayo a septiembre, la maduración del fruto tarda 30 – 40 días después de la polinización de la flor (Silva, 2022)

En México, el cultivo sobresale en los Estados de Yucatán, Quintana Roo y Puebla, con 328.8, 143.0 y 15.5 ha, respectivamente (Osuna *et al.*, 2011).



Figura 6. Fruto de pitahaya de pulpa blanca (Silva, 2022).

Composición química y nutricional

La fruta del dragón es rica en calcio, fósforo, potasio y vitamina C, como se muestra en la **tabla 8**, comparada con la manzana, plátano, naranja y piña; no obstante, es una rica fuente de agua, calorías, ácido ascórbico, fósforo y carbohidratos.

Tabla 8. Valor nutricional individual de pitahaya de pulpa blanca.

Componentes.	Contenido en 100 gramos de pulpa.	Cáscara	Semilla
--------------	-----------------------------------	---------	---------

Humedad (%).	87	87.5	60.2
Ceniza (%)	-	-	7.8
Proteína (%)	1.1	0.65	-
Carbohidratos (%)	11	-	-
Fibra (%)	3	69.3	-
Lípidos	-	0.02	-
Vitamina C	-	7.5	-
Vitamina B1 (tiaminas)	0.04 mg	-	-
Vitamina B2 (riboflavina)	0.05 mg	-	-
Vitamina B3 (niacina)	0.16 mg	-	-
Calcio	8.5 mg	-	-
Hierro	1.9 mg	-	-
Fosforo	22 mg	-	-
Polifenoles totales (mg).	-	1,594	-
Contenido de extracto etéreo (%).	-	-	26.19

Fuente: Chino, 2020, Martínez, 2021, Sociedad química de México, 2014.

Pulpa:

Es deficiente en hierro vitamina A, pero presenta un alto contenido de sodio y potasio. Es deficiente en hierro y vitamina A, pero presenta un alto contenido de sodio y potasio. El valor energético de los tallos es superior al de algunas verduras comunes (zanahoria, lechuga) y el contenido de hierro es similar al que se encuentra en las espinacas crudas (Montejo, 2020).

Cáscara:

La cáscara de pitahaya presenta un alto contenido de agua, el cual se eleva hasta 91% aproximadamente, mientras que las cantidades de lípidos, proteínas y minerales son muy bajas (0.02, 0.65, 0.22 g/100 g, respectivamente). El contenido total de fibra de la cáscara es muy alto, el cual representa un 69.3%, 34 del cual 56.50% corresponde a fibra insoluble y un 14.82% constituye la fibra soluble. Adicionalmente, diversos estudios han demostrado que la cáscara de pitahaya no sólo contiene una cantidad considerable de fibra dietética, sino que

también es rica en fitoquímicos como betalaína, polifenoles y flavonoides a los que se les atribuye actividad antioxidante, propiedades anticancerígenas, efectos antilipidémicos y actividad antimicrobiana (Hsu *et al.*, 2019). Se han identificado diversas betacianinas presentes en la cáscara de pitahaya como betanina, isobetanina, filocactina, isofilocactina, hylocerenina e isohylocerenina, entre otros. (Martínez, 2021).

Semilla:

Los resultados obtenidos de porcentaje de cenizas y humedad para la pitahaya (*Hylocereus Undatis*) contiene más aceite, la consistencia de este aceite es más espesa y un poco más amarillo en comparación de la especie *Stenocereus*.

Investigaciones recientes se han enfocado en la transformación de vegetales en harinas compuestas o alternativas como una opción para la formulación de alimentos con valor nutricional agregado, además de la aplicación de materias primas innovadoras (Méndez *et al.*, 2018).

Aplicaciones tecnológicas en harinas y/o polvos no convencionales.

Los polvos se utilizan ampliamente en la industria alimentaria por su estabilidad físico-química y microbiológica, porque aportan cualidades organolépticas, y contribuyen a mejorar las propiedades reológicas de los alimentos; además generan soluciones tecnológicas ya que son fáciles de conservar, transportar, almacenar, procesar, dosificar y utilizar (Serna *et al.*, 2015).

En la actualidad, se han propuesto diversas tecnologías para el aprovechamiento de residuos orgánicos, uno de ellos es el desarrollo de polvos o harinas para ser adicionado en la composición de productos de panificación, bebidas y suplementos. En investigaciones recientes se han desarrollado harina de diferentes frutas y verduras, como mango, maracuyá, zanahoria

- Ruiz *et al.*, (2021) “Harina de mango (*Mangifera indica*): Efecto del secado convencional sobre el contenido de compuestos bioactivos”.

Se realizó la determinación del contenido de vitamina C (ácido ascórbico) de la harina de mango. El tratamiento de 60°C de temperatura de secado y 5 mm de espesor de lámina, demostró el menor contenido promedio de vitamina C (AA). A 50°C y 2.5 mm de espesor se logró el mayor contenido promedio de vitamina C.

El contenido de vitamina C (AA) (48 a 126,95 mg/100g de muestra) en la harina de mango, es influenciado de manera significativa por las condiciones de secado, mayor es el contenido cuando es menor el espesor de lámina, y temperatura intermedia afecta positivamente, el tratamiento que demostró mayor contenido de vitamina C fue 50°C de temperatura de secado y 2,5 mm de espesor de lámina de pulpa de mango variedad Kent.

- Carrasco *et al.*, (2022) “Diseño de una planta de producción de galletas elaboradas con harina de cáscara de maracuyá”.

Esta harina contiene nutrientes y vitaminas, ya que, adopta los nutrientes del maracuyá como es la pectina, esta disminuye la absorción de carbohidratos por el organismo al formar un gel a nivel estomacal con el fin de controlar la fibra insoluble y niveles de glucosa, gracias a la formación del bolo fecal se llega a reducir las toxinas y la presión abdominal.

- Quitral *et al.*, (2023) “Harina de cáscara de zanahorias como ingrediente en la elaboración de galletas”

Se evaluó la incorporación de cáscaras de zanahoria como ingrediente en galletas en diferentes concentraciones, de esta manera se pueden disminuir los desperdicios además de aprovechar nutrientes, compuestos bioactivos y fibra dietética de las cáscaras. Se desarrollaron galletas con la incorporación de 0, 5, 10 y 20% de HCZ en reemplazo de harina (Muestras CZ0, CZ5, CZ10 y CZ20 respectivamente). Se evaluó la preferencia y aceptabilidad sensorial de las muestras de galletas, mediante prueba de ordenamiento y escala hedónica de 9 puntos. Se determinó el contenido de fibra dietética (FD) en la HCZ y en las muestras de galletas por método enzimático-gravimétrico. Los resultados demostraron que la muestra CZ20 logró la primera preferencia sensorial y la mayor aceptabilidad sensorial en forma significativa ($p < 0.05$). La incorporación de HCZ en galletas produjo aumento del contenido de fibra dietética y del CS. En base a los resultados obtenidos se concluyó que la mejor opción resultó ser la galleta con 20% de HCZ, ya que sensorialmente es la de mayor preferencia y de mayor aceptabilidad, contiene más fibra dietética y provoca más saciedad.

- Guardianelli *et al.*, (2019). Perfil nutricional de harinas de semillas de amaranto germinadas.

El objetivo es evaluar los cambios de composición porcentual, el perfil de aminoácidos y de ácidos grasos como consecuencia de la germinación de las semillas de amaranto, con el fin de utilizar estas harinas en panes funcionales de harina de trigo.

Simultáneamente el contenido de lípidos disminuyó (de 7,14% en C a 5,86% en G18). Por otra parte, la proporción de globulinas P y 11S (62 kDa) disminuyó mientras que el polipéptido A-11S (34 kDa) aumentó con la germinación. La harina obtenida de semillas germinadas durante 18 hs a 30°C mejoró la proporción de lisina y de ácidos grasos insaturados esenciales (ácidos linoleico y linolénico), lo que condujo a una baja relación de ω_6/ω_3 (<13). Estos resultados sugieren que la germinación es un tratamiento adecuado para mejorar el perfil nutricional de la harina de amaranto, convirtiéndola en un ingrediente alimentario interesante.

- Medina *et al.*, (2011). Estudio fisicoquímico funcional de los aislados proteico en semilla de maracuyá (*passiflora edulis f.*).

En este trabajo se presentan las propiedades funcionales de la harina y aislados proteicos de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis f.*). Los aislados proteicos fueron obtenidos de la harina desengrasada por solubilización alcalina a diferentes concentraciones de NaCl seguidas de precipitación isoelectrica, con un contenido proteico cercano al 90 %. Se evaluaron las distintas propiedades funcionales como; capacidad de retención de agua (CRA), absorción de grasa (CRL), capacidad de hinchamiento (CH), densidad aparente (DA), actividades emulsificantes (IAE) en el rango de pH 2-10 y capacidad espumante (CE). El incremento de la concentración de NaCl contribuye a exponer más grupos hidrófilos en la superficie, lo que explica la alta CRA y baja CRL, las propiedades de emulsión fueron dependientes del pH y concentración de NaCl. Una alta capacidad espumante y estabilidad de la espuma formada fue observada para los aislados obtenidos.

Análisis tecno-funcionales en harinas y/o polvos.

Las propiedades físicas de los polvos tienen gran importancia en la industria de los alimentos (Heredia, 2013), no solo influyen directamente en la calidad y aceptación de los consumidores

sino también en las condiciones de envasado, transporte, mezclado, diseño de equipo y la predicción de su funcionamiento (Gremasqui *et al.*, 2021).

1. Propiedades de hidratación y retención de agua:

Sólidos solubles: Los sólidos solubles se relacionan con fracciones nutricionales como por ejemplo los carbohidratos, no estructurales, que brindan energía inmediata (Cardona *et al.*, 2020).

Solubilidad: Este análisis indica la cantidad de sólidos disueltos en el agua cuando una muestra de harina o polvo se someten a un exceso de este líquido (Tovar *et al.*, 2017).

Higroscopicidad: Se relaciona con la capacidad de absorber humedad de una harina o polvo (Cai y Corke, 2000).

Humectabilidad: Este análisis refleja la capacidad que tiene un polvo de absorber agua a una determinada temperatura y tiempo en el que la muestra desaparece bajo la superficie de un líquido bien, cuando la capa del polvo es penetrada por el agua (Jurado *et al.*, 2021).

Capacidad de hinchamiento: Se refiere a la capacidad de la muestra para aumentar su volumen en presencia de exceso de agua (Ruiz *et al.*, 2017).

Capacidad de retención de aceite: Es definido como el valor de retener de un componente de naturaleza aceitosa (Ruiz *et al.*, 2017).

Capacidad de retención de agua: Es la capacidad que tiene una materia seca para retener el agua, esto se relaciona según el tipo de fibra (Vargas *et al.*, 2019).

2. Propiedades emulsificantes:

Estabilidad emulsificante: Se refiere a la cantidad máxima de aceite emulsificante (Aguilar y Vélez, 2013). Se consideran índices importantes para medir la funcionalidad de un componente alimenticio y su uso potencial (Ramírez y Pacheco, 2009).

Actividad de emulsión: Se determina la cantidad de emulsión formada por la muestra en presencia de aceite (Ramírez y pacheco, 2009).

HIPÓTESIS

Los polvos de residuos de pitahaya obtenidos tienen propiedades tecno-funcionales para la industria de alimentos, debido a que los productos desarrollados a partir de cáscara y semilla en polvo son sensorialmente aceptados por los consumidores.

METODOLOGÍA

Tipo de investigación:

El presente trabajo de investigación se considera de tipo aplicada, ya que los resultados obtenidos como las aplicaciones de los polvos serán parte del rancho llamado “La pit’yaya” de Suchiapa.

Diseño de investigación:

Este proyecto es de tipo experimental ya que, se manipulan temperatura, tiempos, para realizar los diferentes polvos de residuos de pitahaya y cuantitativo, porque se analizarán los datos a través de un programa estadístico de la composición química proximal de los 2 polvos de residuos y de los diferentes productos para determinar diferencias estadísticas significativas entre estos. La investigación se llevó a cabo en los laboratorios 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.

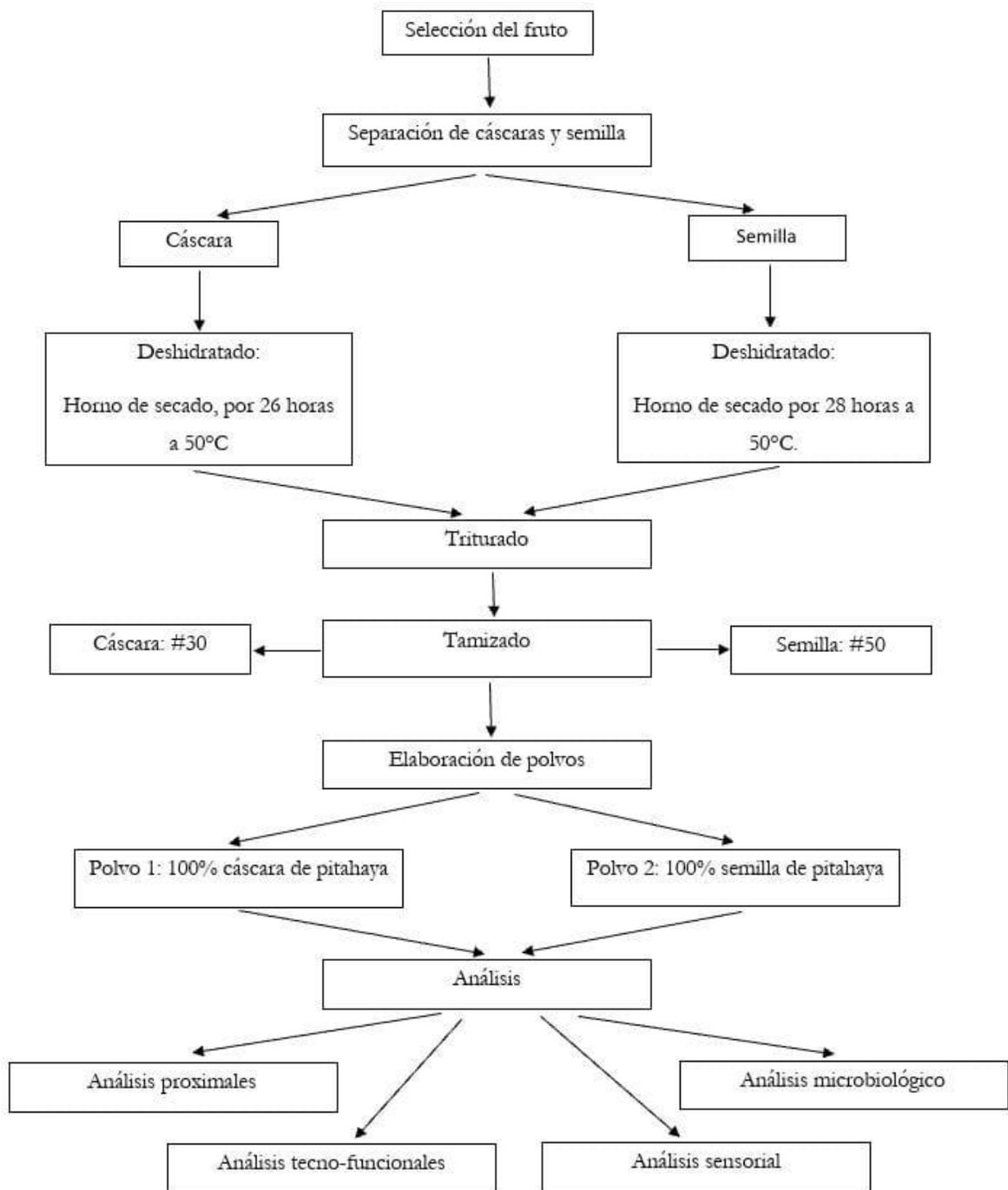


Figura 7. Diagrama de flujo

Variables independientes y dependientes

En la **tabla 9**, 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 9. Diseño de variables

Variable dependiente	Variable independiente
Análisis proximal <ul style="list-style-type: none">• Humedad• Ceniza• Grasa• Proteína• Fibra• Hidratos de carbono.	Cáscara <ul style="list-style-type: none">• CF= Cáscara fresca Temperatura. <ul style="list-style-type: none">• T1= 50°C Semilla <ul style="list-style-type: none">• SF= Semilla fresca Temperatura. <ul style="list-style-type: none">• T1= 50°C

<p>Análisis tecno-funcionales</p> <p>1. Propiedades de hidratación y retención de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sólidos solubles • Solubilidad • Higroscopicidad • Humectabilidad • Capacidad de hinchamiento • Capacidad de atrapar agua • Capacidad de retención de agua <p>2. Propiedades emulsionantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de retención de aceite • Estabilidad emulsionante • Actividad emulsionante <p>Se realizaron dos tratamientos por triplicado dando un total de 6 pruebas.</p>	<p>Mezclas de polvos</p> <ul style="list-style-type: none"> • P1: CPD 100% • P2: SPD 100%
<p>Análisis microbiológicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mohos y levaduras. • Salmonella y shigella 	<ul style="list-style-type: none"> • P1: CPD 100% • P2: SPD 100%
<p>Análisis sensorial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Textura • Color • Olor • Agrado 	<p>Productos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Producto 1(TR1): Turrón con polvo de cáscara de pitahaya. - AZ: 53.8%+ YH: 49% + P1 3.5% + S: 0.5%. • Producto testigo 1 (TR2): Turrón

	<p>blanco.</p> <ul style="list-style-type: none"> - AZ: 53.8% + YH: 49% + FM: 3.5% + S: 0.5%. <ul style="list-style-type: none"> • Producto 2 (PA1): Panque adicionado con polvo de cáscara de pitahaya. - HDP 46.9% + H2O: 20.7% +HV: 20.7% + P1. 11.6% <ul style="list-style-type: none"> • Producto testigo 1 (PA2): Panque blanco. - HDP: 43.7% + H2O: 34% + HV: 14.2% + AC: 11.3%. <ul style="list-style-type: none"> • Producto 3 (D1): Dulce con polvo de cáscara de pitahaya. - H2O: 61.6% + AZ: 27.8% + P1. 6.1% + CEP: 2.4% +SA: 1.8%. <ul style="list-style-type: none"> • Producto testigo 4 (D2): Dulce de tamarindo. - T: 46.2% + H2O: 28.9% + JDM: 11.5% + AZ 5.2% + CEP: 4.6% + SA: 3.4%. <ul style="list-style-type: none"> • Producto 4 (AF1): Agua fresca con polvo de semilla de pitahaya. - H2O: 90.1% + AZ: 5.6% + JDL: 3.6% + P2. 0.6%
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Producto testigo 4 (AF2): Agua fresca de chía. - H2O: 90.1 + AZ: 5.6% + JDL: 3.6% + CH: 0.6%.
--	--

Nota: T: Temperatura, CPD: Cáscara de Pitahaya deshidratada, SPD: Semilla de Pitahaya deshidratada, P1: Polvo de cáscara de pitahaya, P2: Polvo de semilla de pitahaya, AZ: Azúcar, YH: Yema de huevo, S: Sal, FM: Fécula de maíz, HDP: Harina de panque, H2O: Agua, HV: Huevo, CEP: Chile en polvo, SA: Salsa agridulce, AC: Acetite, JDM. Jarabe de maíz, JDL: Jugo de limón, CH: Chía.

Población

Para conocer el grado de aceptación de los diferentes productos a base de los polvos de residuos de pitahaya, se realizó una evaluación sensorial a 50 jueces no entrenados por cada producto, hombres y mujeres entre 18 a 25 años de edad, de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

El modelo empleado, se basó en preferencias personales del color, olor, sabor y agrado de los productos, en función de la escala hedónica tomando en cuenta 5 puntos: me gusta mucho, me gusta moderadamente, no me gusta ni me disgusta, me disgusta moderadamente y me disgusta mucho.

Descripción de las materias primas

En el presente trabajo, las materias primas que se utilizaron para los diferentes estudios fueron la cáscara y semilla de pitahaya, la cual se utilizó para la elaboración de 2 diferentes polvos, las materias primas se adquirieron en el municipio de Suchiapa, Chiapas, México, con el rancho productor y procesador de pitahaya llamado “La pit’yaya”. El traslado del fruto se realizó en bolsas de plástico, de capacidad de 2 kg de cáscaras congeladas (0° a 4°C).

Reactivos: En el presente trabajo, los reactivos que se utilizaron para los análisis de las cáscaras, semillas, y los polvos fueron: 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: Matraces de balón con las perlas de ebullición, Crisoles, Desecador, Matraz balón de destilación, Placa de Petri, Pinza, Vasos Berzelius, Embudos.

Equipos: 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 y 30).

Proceso

Polvos de residuos de pitahaya

Para obtener los diferentes polvos se inició con la selección de cáscaras; se seleccionando las cáscaras de color rosa y bractéolas de color verde sanas, libre de plaga y daño mecánico excesivo. Por otro lado, las semillas se recolectaron del colado que realiza el rancho al elaborar salsas. Las semillas son separadas por completo de la pulpa con ayuda de una manta de tela.

Desinfección de materias primas: Antes de ser manipuladas las cáscaras se lavaron y desinfectaron con una solución de agua, jabón y finalmente de cloro, como lo describe la Norma Oficial Mexica 251. Las semillas no necesitan pasar por este proceso.

Conservación de temperaturas: El método de conservación empleado fue el de congelación, las materias primas se almacenaron en una cámara frigorífica a 0°C, ubicada en los laboratorios de Gastronomía de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos.

Acondicionamiento de materias primas: Después de congelar la cáscara y semilla, antes de colocar al horno y secar, se acondicionaron por el método de chorro directo con agua potable, como lo describe la Norma Oficial Mexica 251.

Secado: En el caso de las cáscaras se colocaron en horno previamente troceadas en tiras de 1 cm de grosor, aproximadamente, a 50°C por 26 horas. Para las semillas, se deshidrataron en tapetes de silicona a 50°C por 28 horas.

Triturado y tamizado: Previamente seca la cáscara y semilla, se trituraron por separado con una licuadora, hasta conseguir partículas de tamaño entre 297 micras, malla #30, y 590 micras, malla #50. La muestra 1 (Polvo de cáscara de pitahaya) se utilizó el tamizador #30, y para la muestra 2 (Polvo de semilla) el tamizador #50.

Almacenamiento: Después de tamizar, se guardaron las 2 diferentes muestras se envasaron en frascos de vidrio esterilizados para evitar contaminación, a una temperatura de 25 – 30°C.

Elaboración de productos

Producto 1 (TR 1): turrón adicionado con polvo de cáscara de pitahaya

Para elaborar turrónes adicionado con polvo de cáscara de pitahaya y el producto testigo, se realizó los siguientes procesos:

Mezclar; Se colocaron las claras de huevo, se batieron con ayuda de una batidora hasta llegar a punto de turrón.

Incorporación de ingredientes; Se incorporo a la mezcla antes realizada ingredientes como azúcar, polvo de cáscara de pitahaya y 0.5 gramos de sal.

Elaboración de turrón; Con ayuda de una duya pastelera se le fueron dando forma de turrónes a la mezcla.

Cocción: Antes de llegar a este proceso, 15 minutos antes el horno se precalienta a 90°C. Teniendo listo la mezcla en forma de turrónes se lleva al horno por 30 minutos.

Enfriamiento; Después de realizar este proceso, los turrónes se extienden en una charola para que se enfríen y evitar que suden. Este proceso se realizó a una temperatura de 25 – 30°C.

Empaquetado; Previamente fríos, se empaquetaron en bolsas Ziproc para poder almacenarse.

Producto testigo 1 (TR2): Turrón blanco

Mezclar: Se colocaron las claras de huevo, se batieron con ayuda de una batidora hasta llegar a punto de turrón.

Incorporación de ingredientes: Se incorporo la mezcla del huevo antes realizadas a ingredientes como azúcar, fécula de maíz y 0.5 gramos de sal.

Elaboración de turrón: Con ayuda de una duya pastelera se le fueron dando forma de turrónes a la mezcla.

Cocción directa: 15 minutos antes se precalienta el horno a 90°C. Teniendo listo la mezcla en forma de turrónes se lleva al horno por 30 minutos para realizar la cocción de turrónes.

Enfriamiento: Después de realizar este proceso, los turrónes se extienden en una charola para que se enfríen y evitar que suden. Este proceso se realizó a una temperatura de 25 – 30°C.

Empaquetado: Previamente fríos, se empaquetaron en bolsas Ziproc para poder almacenarse.

Producto 2 (PA1): Panque adicionado con polvo de cáscara de pitahaya

En la realización del panque adicionado con polvo de cáscara de pitahaya y producto testigo se realizó los siguientes procesos:

Incorporación de ingredientes: Se incorporo ingredientes como harina para panque, polvo de cáscara de pitahaya, agua, aceite y huevos.

Mezclado: Previamente incorporado los ingredientes, se batió hasta lograr una mezcla homogénea.

Cocción directa: 15 minutos antes, el horno se precalienta a 90°C. Teniendo lista la mezcla en los moldes, se llevó al horno y se le da cocción por 42 minutos.

Enfriamiento: Después de realizar este proceso, los panques se extienden en una charola para enfriarse a temperatura ambientes.

Empaquetados: Previamente fríos los panques, se empacaron en bolsas tipo Ziproc para almacenarlos.

Almacenamiento: Finalmente empacados se almacenaron en un lugar oscuro a temperatura ambiente (25°-30C) para evitar el crecimiento de mohos.

Producto testigo 2 (PA2): Panque blanco

Incorporación de ingredientes: Se incorporo ingredientes como harina para panque, agua, aceite y huevos.

Mezclado: Previamente incorporado los ingredientes, se batió para lograr una mezcla homogénea.

Cocción directa: Antes de llegar a este proceso, 15 minutos antes el horno se precalienta a 90°C. Teniendo lista la mezcla en los moldes, se llevó al horno y se le da cocción por 35 minutos.

Enfriamiento: Después de realizar este proceso, los panques se extienden en una charola para enfriarse a temperatura ambientes.

Empaquetados: Previamente fríos los panques, se empacaron en bolsas tipo Ziproc para almacenarlos.

Almacenamiento: Finalmente empacados se almacenaron en un lugar oscuro a temperatura ambiente (25°-30C) para evitar el crecimiento de mohos.

Producto 3 (D1): Dulce a base de polvo de cáscara de pitahaya

Incorporación de ingredientes: Se incorporaron ingredientes como agua, polvo de cáscara de pitahaya, chile en polvo, salsa agridulce, azúcar y tamarindo.

Mezclado: Previamente incorporado se mezclaron los ingredientes hasta conseguir una mezcla homogénea.

Cocción directa: Con ayuda de una olla, el dulce se colocó a fuego bajo durante 5 minutos hasta obtener una consistencia viscosa.

Envasado: Ya teniendo el dulce en temperatura ambiente se colocaron en frascos de vidrio previamente esterilizados y se llevó a refrigeración.

Producto testigo 3 (D2): Dulce de tamarindo

Incorporación de ingredientes: Se incorporaron ingredientes como agua, chile en polvo, jarabe de maíz, salsa agridulce, azúcar y tamarindo.

Mezclado: Previamente incorporado se mezclaron los ingredientes hasta conseguir una mezcla homogénea.

Cocción directa: Con ayuda de una olla, el dulce se colocó a fuego bajo durante 10 minutos hasta obtener una consistencia viscosa.

Envasado: Ya teniendo el dulce en temperatura ambiente se colocaron en frascos de vidrio previamente esterilizados y se llevó a refrigeración (4°-6°C).

Producto 4 (AF1): Agua fresca adicionado de polvo de semilla de pitahaya

Incorporación de ingredientes: Se incorporo ingredientes como, agua, jugo de limón, polvo de semilla de pitahaya y azúcar.

Mezclado: Se mezclo los ingredientes hasta conseguir una mezcla homogénea.

Almacenado: Ya teniendo el agua fresca lista, en temperatura ambiente se colocaron en frascos de vidrio previamente esterilizados y se llevó a refrigeración (4°-6°C).

Producto testigo 4 (AF2): Agua fresca de chía

Incorporación de ingredientes: Se incorporo ingredientes como, agua, jugo de limón, chía y azúcar.

Mezclado: Se mezclo los ingredientes hasta conseguir una mezcla homogénea.

Almacenado: Ya teniendo el agua fresca lista, en temperatura ambiente se colocaron en frascos de vidrio previamente esterilizados y se llevó a refrigeración (4°-6°C).

Técnicas analíticas

Análisis químico proximal

Los análisis proximales se basaron en el Método Oficial de Análisis Químico 930.1503, A.O.A.C, 2000.

Análisis proximales: Anexo 1-6

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 930.150 (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)**.

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 4)**.

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 962.09 (A.O.A.C, 2000) **(Anexo 5)**.

Extracto libre de nitrógeno 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 la A.O.A.C, 2000. **(Anexo 6)**.

Análisis tecno-funcionales: Anexo 7-15

Sólidos solubles: Es el índice de calidad del fruto por guardar una alta correlación positiva con el contenido de azúcares **(Anexo 7)**

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 8).**

Higroscopicidad: La higroscopicidad se evalúa como la capacidad que tiene el producto de absorber humedad (Cai y Corke., 2000). **(Anexo 9).**

Humectabilidad: Este análisis refleja la capacidad que tiene un polvo de absorber agua a una determinada temperatura y tiempo en el que la muestra desaparece bajo la superficie de un líquido bien, cuando la capa del polvo es penetrada por el agua (Jurado *et al.*, 2021) **(Anexo 10).**

Capacidad de hinchamiento: Es la capacidad que tiene un producto para aumentar su tamaño en presencia de exceso de agua (Ruiz *et al.*, 2017) **(Anexo 11).**

Capacidad de atrapar de agua: La capacidad de retención de agua se diferencia de la capacidad de absorción de agua tras someter la muestra a una fuerza externa como la presión o la centrifugación. (Raghavendra *et al.*, 2006) **(Anexo 12).**

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 13).**

Capacidad de retención de aceite: La capacidad de retención de aceite se determinó según el método definido por; (Garau *et al.* 2007) **(Anexo 14).**

Estabilidad emulsionante: Actividad emulsionante: La actividad emulsionante se midió por método de Yasumatsu. (Yasumatsu *et al.*, 1972) **(Anexo 15).**

Actividad de emulsión: Se determina la cantidad de emulsión formada por la muestra en presencia de aceite (Ramírez y Pacheco, 2009) **(Anexo 16).**

Análisis microbiológico

Mohos y levaduras: Al realizar este análisis se utiliza como un indicador de prácticas sanitarias inadecuadas durante la producción y el almacenamiento de los productos, así como el uso de materia prima inadecuada. **(Anexo 17).**

Salmonella y shigella: El análisis de salmonella determina la presencia o ausencia de microorganismos en los polvos. **(Anexo 18).**

Análisis sensorial:

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) **(Anexo 19 - 22)**.

Para llevar a cabo este análisis se realizaron 3 productos a la muestra P1 (Turrón, panque y un dulce) y un producto testigo. En la muestra P2 se realizó un agua fresca. Para conocer el grado de aceptación de los diferentes productos a base de los polvos de residuos de pitahaya, se realizó una evaluación sensorial a 50 jueces no entrenados, por cada producto y su testigo, de ambos sexos y con edades de entre los 18 y 25 años de edad, de la facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. El modelo empleado, se basó en preferencias personales del color, olor, sabor y agrado de cada uno de los productos, en función de la escala hedónica tomando en cuenta 5 puntos: me gusta mucho, me gusta moderadamente, no me gusta ni me disgusta, me disgusta moderadamente y me disgusta mucho. Se analizó el nivel de aceptación de las muestras, utilizando el análisis de comparación múltiple entre rangos.

Análisis estadístico:

Los resultados obtenidos del análisis proximal, físicos y sensorial, se analizaron mediante un 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 $p \leq 0.05$.

Muestra

El análisis sensorial se evaluó con un análisis hedónico en el cual se evaluaron cuatro muestras con 50 panelistas no entrenados

RESULTADOS

Análisis proximal

Se elaboraron 2 polvos a partir de los residuos de pitahaya (P1: Polvo 100% de cáscara de pitahaya y P2: Polvo 100% de semilla de pitahaya). Los polvos se obtuvieron a partir del secado de la cáscara y semilla de pitahaya en estado fresco, cabe resaltar que las cáscaras y semillas se mantuvieron en congelación antes de deshidratar. En la **tabla 10**, se muestran los resultados obtenidos en el análisis proximal aplicado a las muestras P1 y P2, se puede observar que en la prueba de Fisher ($p \leq 0.05$) todos los macronutrientes analizados son estadísticamente diferentes, debido a que la matriz por la cual está constituida la cáscara no es la misma a la de las semillas, las cáscaras están constituidas mayoritariamente por fibras y minerales, mientras que las semillas por aceites y proteína.

Tabla 10. Análisis proximal en base seca de los polvos P1 y P2 (polvo de cáscara y semilla de pitahaya)

Tipo de análisis	P1: Polvo de cáscara de pitahaya (%)	P2: Polvo de semilla de pitahaya (%)
Humedad	8.544±0.0175 ^a	7.648±0.0818 ^b
Ceniza	17.163±0.313 ^a	3.164±0.026 ^b
Grasa	1.297±0.141 ^b	18.187±0.386 ^a
Proteína	10.806±0.386 ^b	15.994±0.338 ^a
Fibra	33.109±0.006 ^a	23.740±0.222 ^b
Carbohidratos	34.407±0.705 ^b	35.937±0.643 ^a

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

Los residuos en estado fresco pasaron por un proceso de deshidratación para obtener los diferentes polvos y así poder realizar los análisis proximales. La temperatura aplicada fue de 50°C, debido a que a esta temperatura es probable conservar algunos polifenoles propios de la cáscara como: betalaínas, betacianinas y pectinas, las cuales le brindan pigmentación. Además, es rica en flavonoides y polifenoles que brindan propiedades antioxidantes e inhiben el crecimiento de células de melanoma (Alcalde *et al*, 2020). Evidencias científicas mencionan que

los polifenoles como las catequinas (epicatequina, epigallocatequina, galocatequina y catequina), reducen su concentración a 60°C (Acevedo *et al.*, 2017).

Según la NOM-247-SSA1-2008: Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas, el porcentaje máximo permitido de humedad en harinas y polvos es de 15%. Por lo tanto, como se observa en la **figura 8**, los diferentes polvos de residuos de pitahaya se considera con porcentajes adecuados de humedad, obteniendo resultados como P1: 8.544% y P2: 7.648%, ya que valores de humedad superiores a 13% pueden ayudar el crecimiento de mohos y 16% para el crecimiento de bacterias (Castro, 2006).

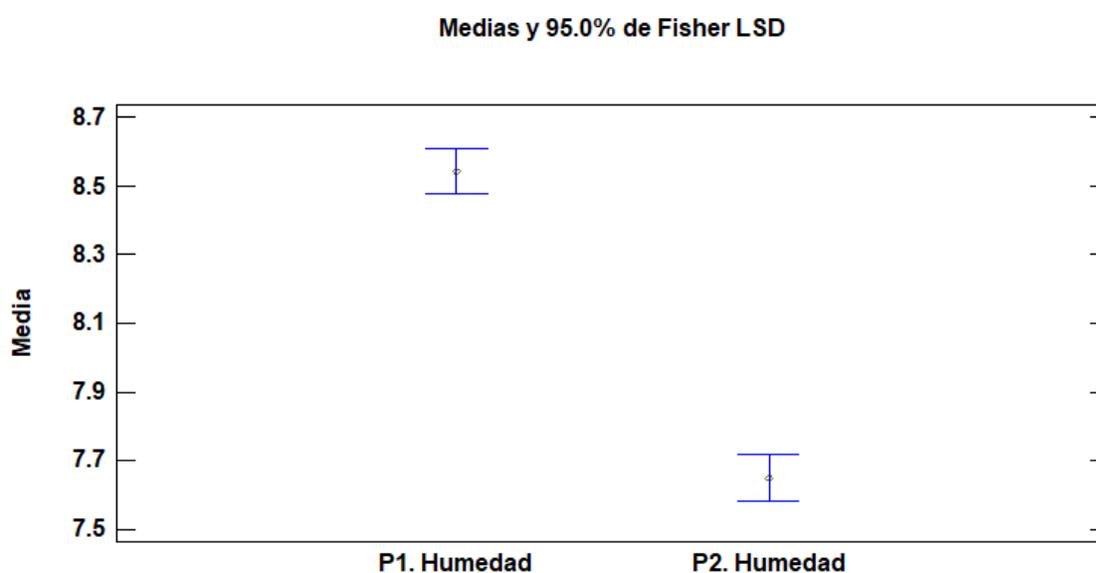


Figura 8. Medias y Fisher (Humedad).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, por sus siglas en inglés, FAO, estableció una Ingesta Adecuada (AI) para consumo diario de minerales en adultos de entre 0.4 y 0.5g.

En la caracterización de los polvos de cáscara y semillas, se cuantificó el contenido total de cenizas, que en alimentos es considerado la cantidad de minerales totales (Morillas y Delgado, 2012). La cuantificación arrojó que la muestra P1 contiene 17.163% y P2 contiene 3.164% de cenizas, lo anterior se observa en la **figura 9**. Para cumplir con lo establecido por la FAO, se recomienda consumir hasta un 2.6 gramos y 14.2 gramos de las muestras P1 y P2,

respectivamente. El porcentaje sugerido se obtuvo por medio de una regla de tres donde el 100% corresponde a la AI sugerida por la FAO.

En el análisis estadístico se encontró diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en las 2 muestras, este resultado se puede observar en la **figura 9**, debido a que su constitución es diferente, P1 se obtuvo de las cortezas y P2, de las semillas. La comparación se realizó para verificar cuál de los dos polvos tiene mayor contenido de cenizas, y de este modo sugerir el consumo diario de estos polvos.

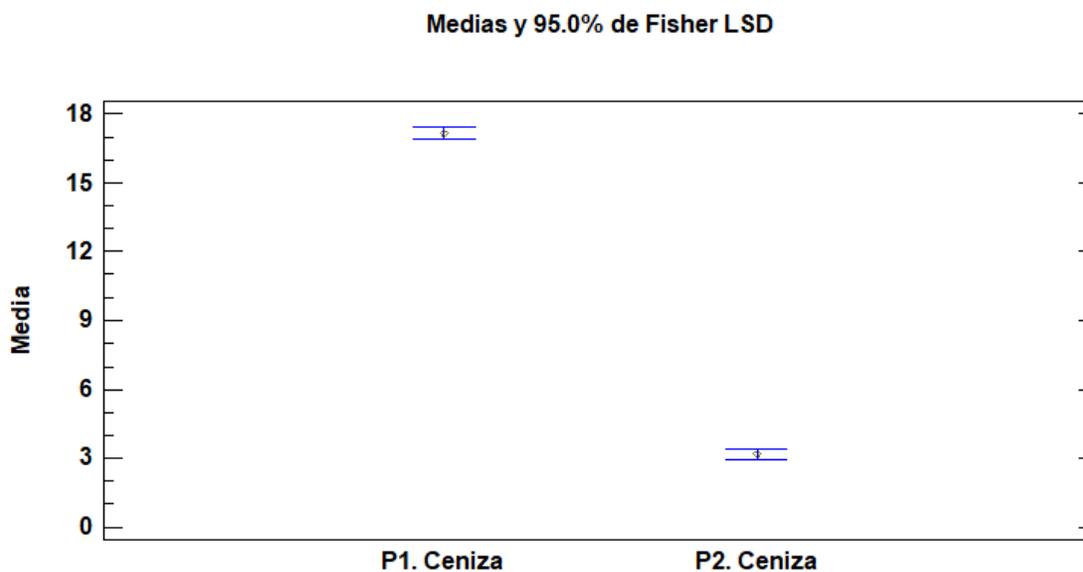


Figura 9. Medias y Fisher (Ceniza).

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria por sus siglas en inglés, EFSA, sugiere un consumo diario de entre 20% y 35% de grasa (García *et al.*, 2017).

En la caracterización de los polvos de cascara y semilla, se cuantificó el contenido total de grasa, que en alimentos es considerado fuente de energía, además de ser transportador de vitaminas liposolubles (Cabezas *et al.*, 2016).

En esta investigación se extrajo grasa por el método de Soxhlet (A.O.A.C 2000), en el cual la muestra P1 arrojó bajo contenido de grasa con 1.2%, sin embargo, la muestra P2 indicó que contiene 18.1 %, es decir, consumir 100 gramos de polvo de semilla de pitahaya puede contribuir al consumo diario sugerido por la EFSA. En la **figura 10**, podemos observar que en el análisis estadístico se encontró diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en las 2 muestras.

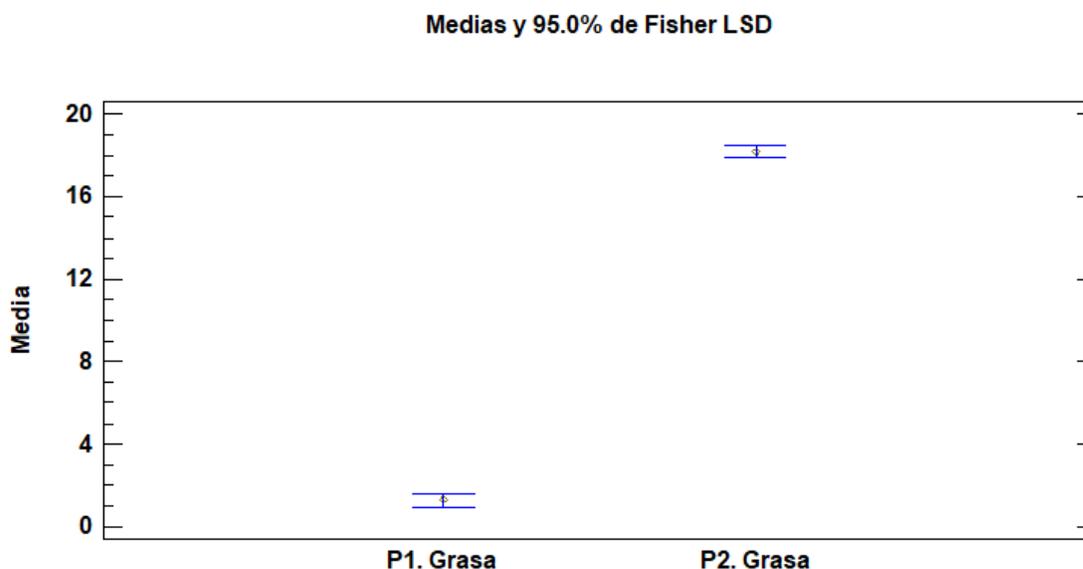


Figura 10. Medias y Fisher (Grasa).

Las proteínas son el principal componente estructural y funcional de las células y tienen numerosas e importantes funciones dentro del organismo que van desde su papel catalítico (enzimas) hasta su función en la motilidad corporal (actina, miosina), pasando por su papel mecánico (elastina, colágeno), de transporte y almacén (hemoglobina, mioglobina, citocromos), protección (anticuerpos), reguladora (hormonas), por mencionar algunas (Martínez, 2006).

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria por sus siglas en inglés, EFSA, sugiere un consumo diario de proteína para mujeres adultas de 52 gramos y en hombres adultos, 62 gramos (García *et al.*, 2017).

En la **figura 11**, se observa que existe diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en las 2 muestras, obteniendo resultados como P1 contiene 10.806% y P2 contiene 15.994%, debido a que su constitución es distinta. Una corteza es el tejido de la raíz es el tallo que se encuentra entre la epidermis y el tejido vascular de una planta, por otro lado, las semillas son una estructura formada por el embrión en estado latente, un tejido de reserva y una cubierta protectora (Infante, 2020).

La cáscara de pitahaya está constituida por diversas betacianinas presentes como betanina, isobetanina, filocactina, isofilocactina, hylocerenina e isohylocerenina (Martínez, 2021), por otro lado, la semilla se constituye por la captina, es un tónico cardíaco que promueve el

correcto funcionamiento del corazón y parece combatir las arritmias (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

Por lo anterior se sustenta que al consumir 100 g de la muestra P1 se cubre el 20.7% y de muestra P2 un 30.7% del consumo diario de proteína requerido en mujeres adultas; por otro lado, en hombres adultos con P1 se cubre un 17.4% y P2 un 25.7%.

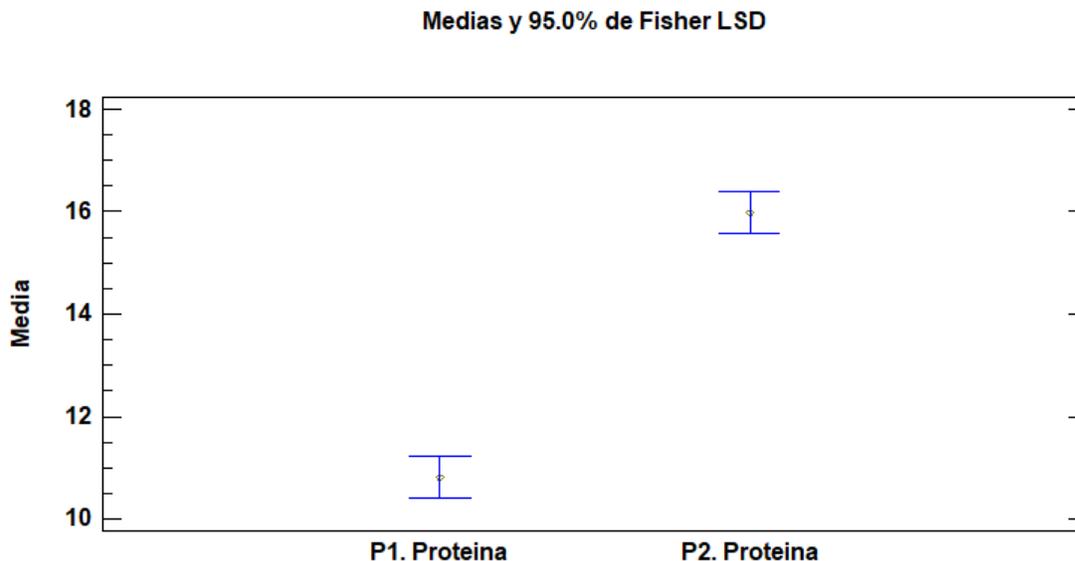


Figura 11. Medias y Fisher (Proteína).

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria por sus siglas en inglés, EFSA, menciona que la Ingesta Adecuada (AI) de fibra para niños >1 año es de 2 gramos y para la población adulta 25 gramos (García *et al.*, 2017).

En la caracterización de los polvos de cáscaras y semillas, se cuantificó el contenido total de fibra cruda. La fibra es considerada fundamental en la alimentación porque participa en el funcionamiento óptimo del sistema digestivo desde la masticación hasta la evacuación (Villanueva, 2019).

La cuantificación arrojó que la muestra P1 contiene 33.1% y P2 contiene 23.7%, en el análisis estadístico se encontró diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en las 2 muestras, lo anterior se observa en la **figura 12**.

Para cumplir con lo establecido por la EFSA, para niños >1 año se recomienda consumir 6 gramos de P1 y 8.4 gramos de la muestra P2. Por otro lado, en la muestra P1 en población

adulto se debe consumir hasta un 75.5 gramos y para la muestra P2 se puede consumir los 100 gramos.

El porcentaje sugerido se obtuvo por medio de una regla de tres donde el 100% corresponde a la AI sugerida por la EFSA.

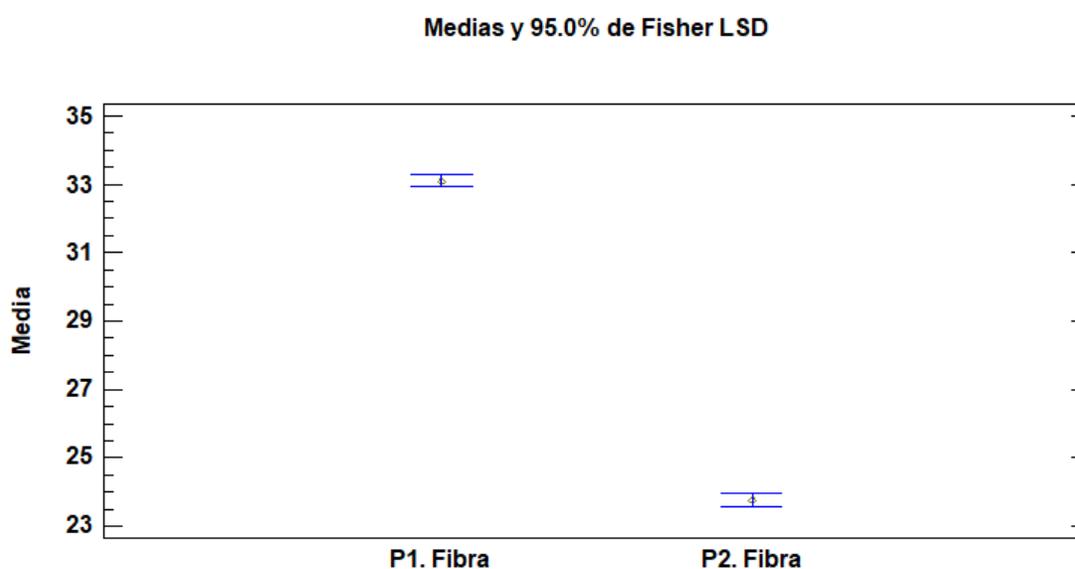


Figura 12. Medias y Fisher (Fibra).

Según Moreno y Capponi (2020), establecieron una ingesta adecuada de CHOs a mayor a 50% y menor que 130%.

En la caracterización de los polvos de cáscara y semilla, se cuantifico el contenido total de CHOs, que en alimentos son fundamentales en la alimentación humana. Su importancia radica en su valor energético, su poder edulcorante y su contenido de fibra (López *et al.*, 2014).

La cuantificación arrojó que la muestra P1 contiene 34.4% y la muestra P2 35.9%, en el análisis estadístico se encontró diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en los 2 polvos, lo anterior se observa en la **figura 13**. Al consumir el 100% de la muestra P1 se cubre el 52.9% y de la muestra P2 un 55.2% de carbohidratos.

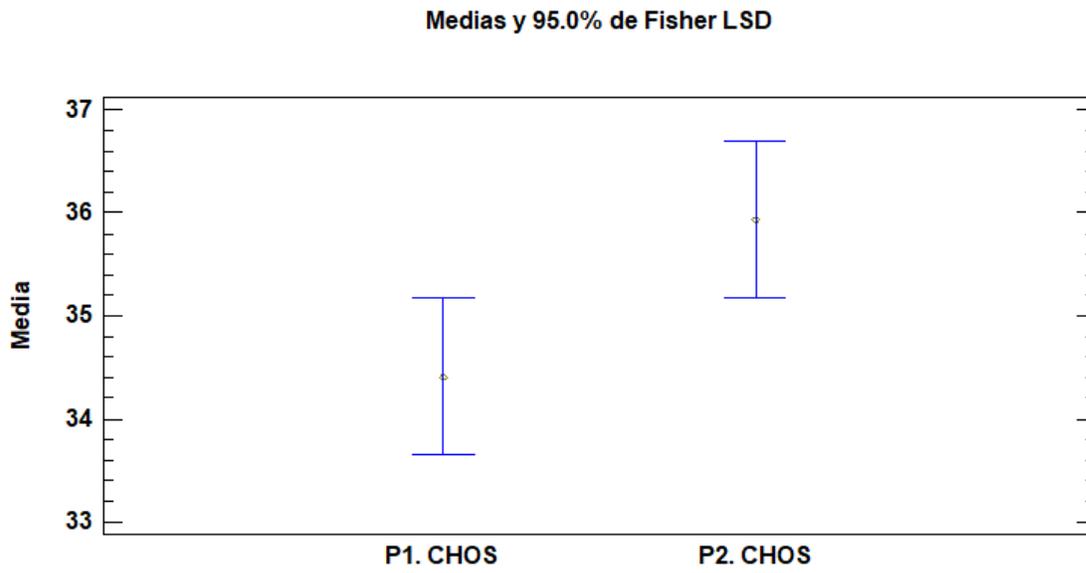


Figura 13. Medias y Fisher (CHOs).

Análisis tecno-funcionales

Las propiedades físicas de los polvos tienen gran importancia en la industria de los alimentos, desde el diseño de la maquinaria del proceso hasta establecer las condiciones óptimas del almacenamiento y manejo (Heredia, 2013).

La calidad del polvo de cáscara y semilla de pitahaya depende de propiedades físicas como hidratación, retención de agua y propiedades emulsificante, son índices importantes para medir la funcionalidad de un componente alimenticio y su uso potencial (Aguilar y Vélez, 2013). En la **tabla 11**, se puede observar que los resultados al ser sometidos a la prueba de Fisher ($p \leq 0.05$), solo dos propiedades tecno-funcionales no presentaron diferencia estadísticamente significativa, sólidos solubles y solubilidad, esto se debe a que es probable que en la carga de hidratos de carbono de P1 y P2, este constituida por una cantidad parecida de azúcares, ya que, si recordamos la definición de sólidos solubles, hace referencia a los azúcares disueltos en agua.

Tabla 11. Resultados de propiedades de hidratación, retención de agua y propiedades emulsificantes

	Tipo de análisis	Polvo 100% de cascara de pitahaya	Polvo 100% de semilla de pitahaya
Propiedades de hidratación y retención de agua	Sólidos solubles (%)	2.333±0.057 ^a	2.266±0.208 ^a
	Solubilidad (%)	4.099±0.152 ^a	4.293±0.120 ^a
	Higroscopicidad (%)	18.521±0.345 ^b	26.188±0.079 ^a
	Humectabilidad (segundos)	195±0.035 ^a	11.12±0.144 ^b
	Capacidad de hinchamiento (ml/g)	8.764±0.040 ^a	4.726±0.016 ^b
	Capacidad de retención de aceite	1.480±0.008 ^a	1.234±0.016 ^b

	(g de aceite/ g muestra).		
Propiedades emulsificantes	Capacidad de retención de agua (g agua/ g producto seco).	5.751±0.163 ^a	4.879±0.024 ^b
	Estabilidad emulsificante (%)	52.479±0.264 ^a	50.591±0.204 ^b
	Actividad de emulsión (%)	56.251±0.247 ^b	86.698± 0.114 ^a

Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales 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), reporta que los carbohidratos no estructurales mayores a 20%, se consideran Sólidos Solubles altos. Por lo tanto, como se observa en la **figura 14**, los 2 polvos de residuos de pitahaya (P1 y P2), tienen bajo contenido de SS porque se obtuvo 2.3% y 2.2%, respectivamente.

En el análisis estadístico no se encontró diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en las 2 muestras, este resultado se puede observar en la **figura 14**

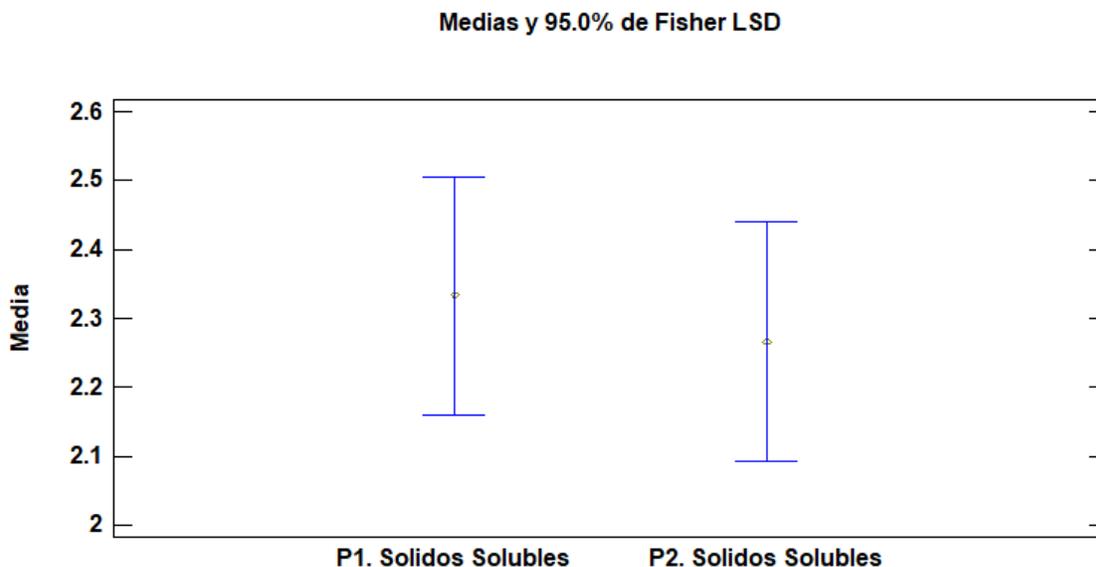


Figura 14. Medias y Fisher (Solidos Solubles).

La solubilidad (SD) indica la cantidad de sólidos disueltos por el agua cuando una muestra de harina o polvo se somete a un exceso de este líquido (Tovar *et al.*, 2017). Según Cai y Corke (2000); Coqui y Escobar (2023), menciona que el porcentaje de solubilidad se considera mayor cuando se tiene un valor de más de 90%, basado en lo anterior podemos considerar que los polvos de residuos de pitahaya no son solubles al agua teniendo como resultados de la muestra 1 con 4% y la muestra 2 con 4.2% respectivamente.

Por lo tanto, como se observa en la **figura 15** no se encontró diferencias significativas (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en el análisis estadístico de las 2 muestras.

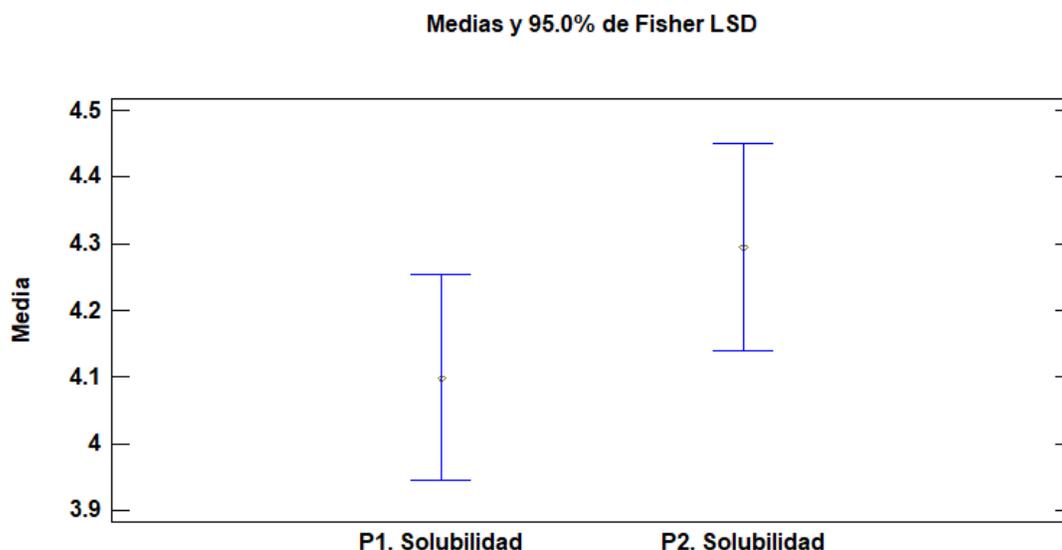


Figura 15. Medias y Fisher (Solubilidad).

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%.

Los polvos de residuos de pitahaya se considera que tienen un porcentaje alto de higroscopicidad, con resultados de P1: 18.5% y P2: 26.1%. Por lo tanto, como se observa en la **figura 16**, en el análisis estadístico se encontró una diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en las 2 muestras.

Gremaqui *et al.*, (2021) realizó el estudio de propiedades químicas y físicas de harinas de haba y quinoa, donde obtuvieron resultados alto de higroscopicidad (H: 18,15% y Q: 24,26) similares a los polvos de residuos de pitahaya y concluyen que si la muestra presenta una alta higroscopicidad esto se debe a que la mayoría de sus carbohidratos son azúcares.

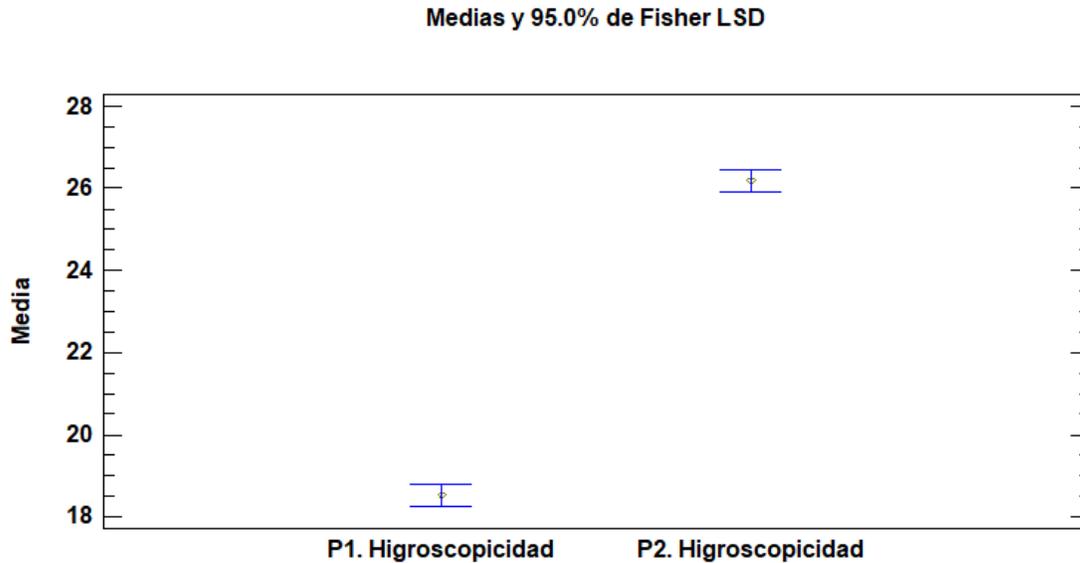


Figura 16. Medias y Fisher (Higroscopicidad).

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, como se observa en la **figura 17**, la muestra P1 se humectó a los 3.15 minutos y P2 a los 11.12 segundos, tiempo promedio en que tardaron los polvos en absorber el agua.

Por lo que un mayor tiempo de humectación, indica que el polvo es menos humectable.

La literatura reporta que la humectabilidad de un polvo está directamente relacionada con su microestructura, ya que al aumentar el tamaño de partícula aumenta la cantidad de poros de la microestructura, por consiguiente, se aumenta la humectabilidad. (Serna *et al.*, 2015).

En el análisis estadístico se encontró diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en las 2 muestras, este resultado se puede observar en la **figura 17**.

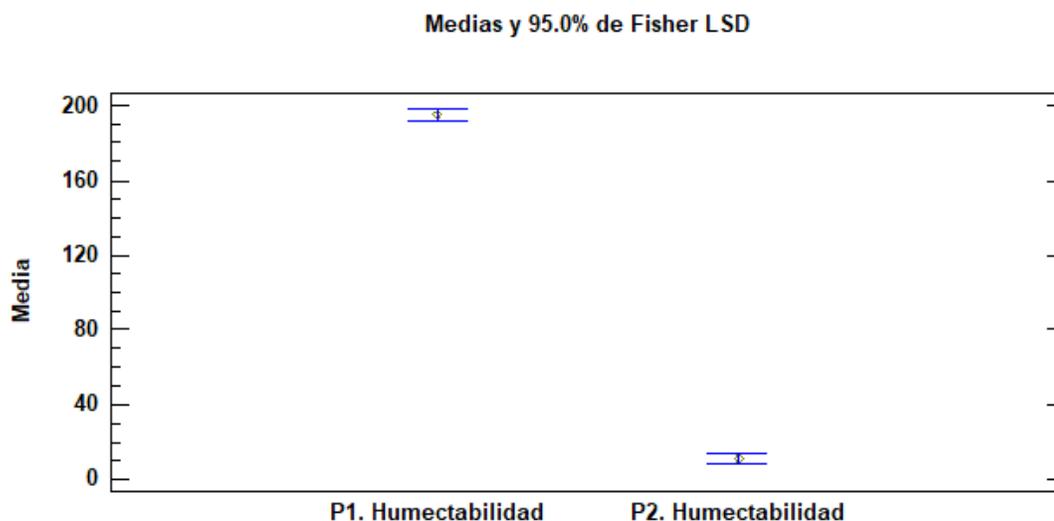


Figura 17. Medias y Fisher (Humectabilidad).

La capacidad de hinchamiento (CH), se refiere a la capacidad del producto para aumentar su volumen en presencia de exceso de agua (Ruiz *et al.*, 2017).

El poder de hinchamiento de las harinas está relacionado a la presencia de aminoácidos polares en las proteínas, los cuales tienen afinidad por las moléculas de agua. Dentro del grupo de aminoácidos polares de las proteínas del tarwi están lisina, treonina y triptófano. Se considera que concentraciones bajas de sal (<0.2 M) incrementan la capacidad de ligar agua. (Vegas *et al.*, 2017). Según Valencia y Román (2006) menciona que los valores de capacidad de hinchamiento van desde 2.3% hasta 7.1 %, en comparación de otras investigaciones como Orrabalis (2013), menciona que a mayor capacidad de aumentar volumen en exceso de agua podría provocar un aumento en el bolo fecal. Los resultados obtenidos de los polvos de residuos (P1:8.7% y P2: 4.7%), pueden beneficiar a la expulsión de heces fecales.

Por lo tanto, como se observa en la **figura 18**, en el análisis estadístico se encontró diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en las 2 muestras.

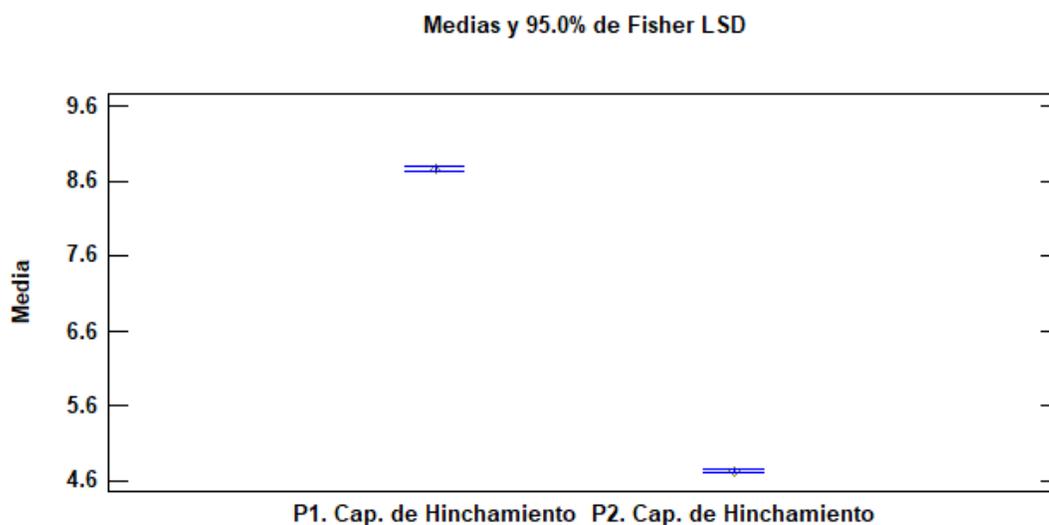


Figura 18. Medias y Fisher (Capacidad de hinchamiento).

La capacidad de retención de aceite (CRAC) definido como el valor de retención de componentes de naturaleza aceitosa (Ruiz *et al.*, 2017). Está relacionada con el número de cadenas laterales no-polares de las proteínas, las cuales se enlazan con las cadenas hidrocarbonadas de la grasa (Vegas *et al.*, 2017).

Schweizer (1992) citado en Chuqui y Paucar (2021), menciona que la capacidad de retención de aceite en harinas de residuos hortofrutícolas es menor a 2 g aceite/g de harina y para cereales los valores fluctúan de entre 2 a 4 g de aceite/g harina.

Por lo antes reportado, podemos mencionar que los 2 polvos de residuos retienen componentes aceitosas, obteniendo resultados de P1 con 7 gramos y P2 con 6 gramos.

En la **figura 19** se observa que en el análisis estadístico se encontró diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en las 2 muestras.

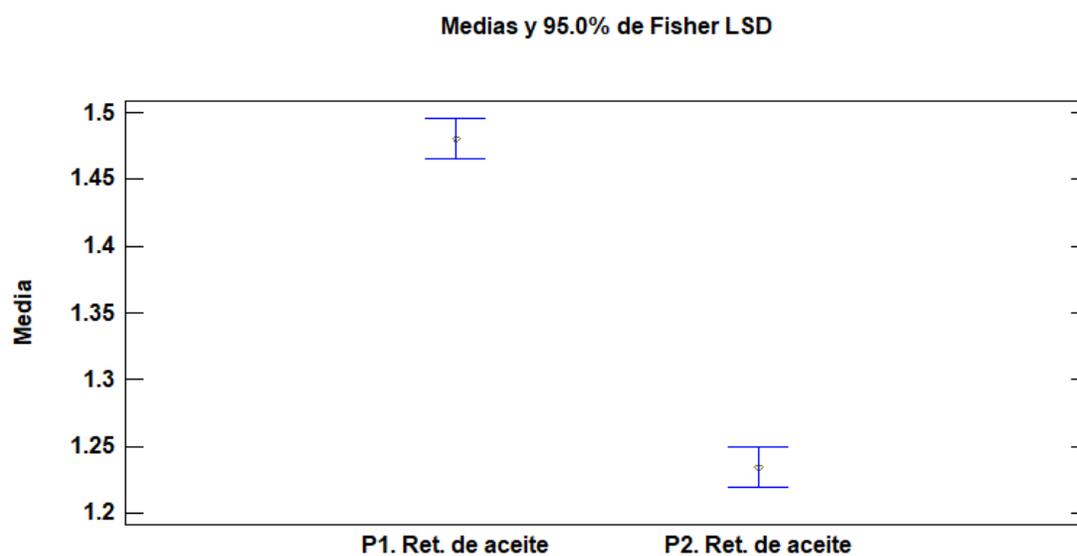


Figura 19. Medias y Fisher (Capacidad de retención de aceite).

La capacidad de retención de agua, es la capacidad que tiene una materia seca para retener el agua, esto se relaciona según el tipo de fibra, (Vargas *et al.*, 2019). Leterme *et al.*, (1998) citado por Chuqui y Paucar (2021), se refiere que en harinas presentan una CRA mayor a 10 gramos. Por lo anterior, como se observa en la **figura 20** podemos considerar que los polvos de residuos de pitahaya no retienen agua, ya que tienen porcentajes bajos como P1:5.7% y P2: 4.8%.

En el análisis estadístico se encontró diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en las 2 muestras, este resultado se puede observar en la **figura 20**

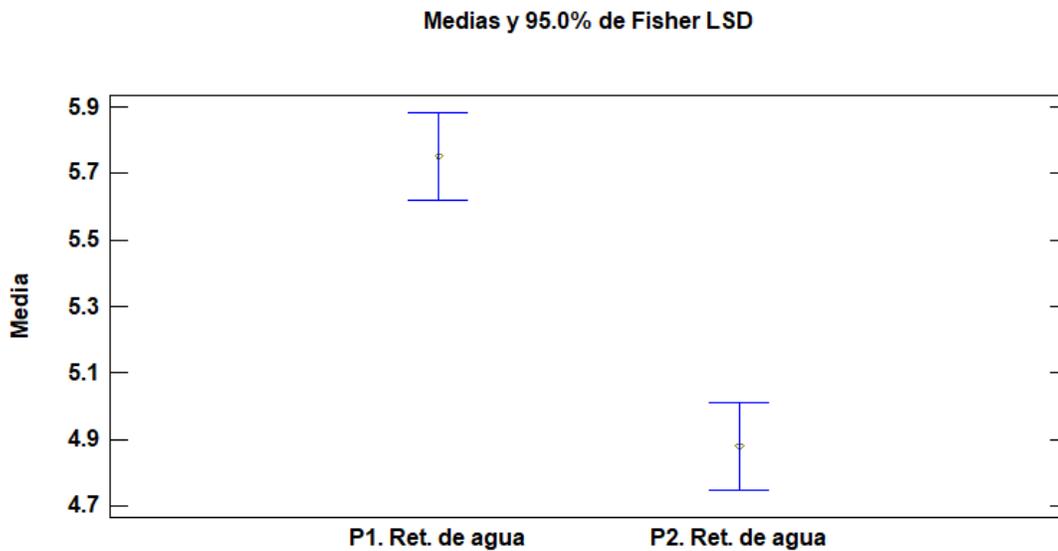


Figura 20. Medias y Fisher (Capacidad de retención de agua).

La estabilidad emulsionante se refiere a la cantidad máxima de aceite emulsionado (Aguilar y Vélez, 2013). Según Abdul y Luan (2000) menciona que el porcentaje de estabilidad emulsionante se considera bajo cuando es menor del 50% y $<50\%$ se considera porcentaje altos de estabilidad emulsionante. En la muestra P1 y P2 se considera que tiene propiedades emulsificantes con resultados de 52.4% y 50.5% respectivamente. Por lo anterior, como se observa en la **figura 21**, en el análisis estadístico se encontró diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en las 2 muestras.

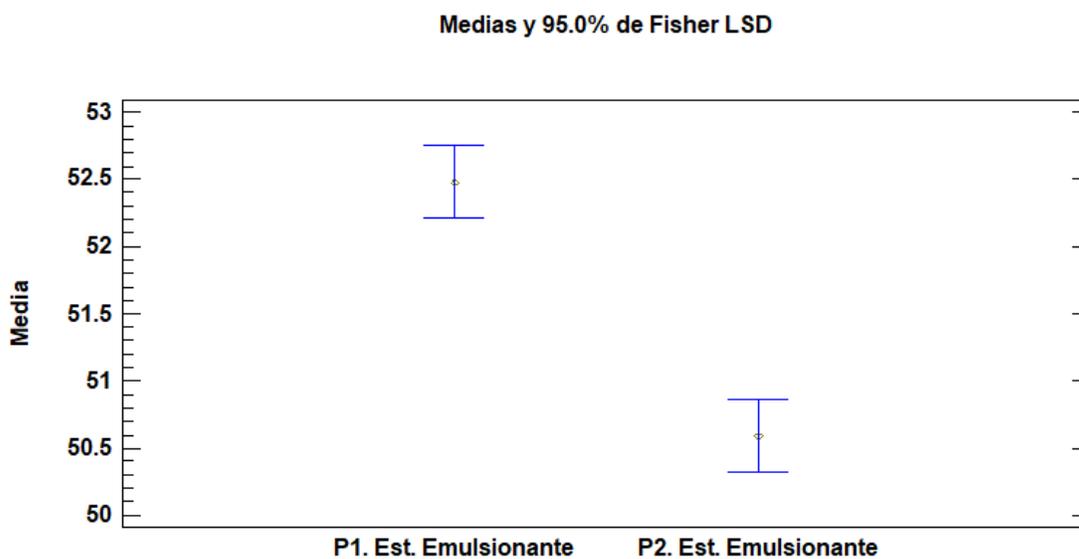


Figura 21. Medias y Fisher (Estabilidad Emulsionante).

La actividad de emulsión determina la cantidad de emulsión formada por la muestra en presencia de aceite (Ramírez y Pacheco, 2009).

Ramírez y Pacheco (2009) reporta que para considerar propiedades emulsificantes en harinas o polvos debe tener un porcentaje $<50\%$. Por lo tanto, los polvos de residuos de pitahaya se consideran que contienen actividades emulsificantes, obteniendo resultados como P1: 56.2% y P2:86.6%. En la **figura 22**, se observa que en el análisis estadístico se encontró diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en las 2 muestras.

Medias y 95.0% de Fisher LSD

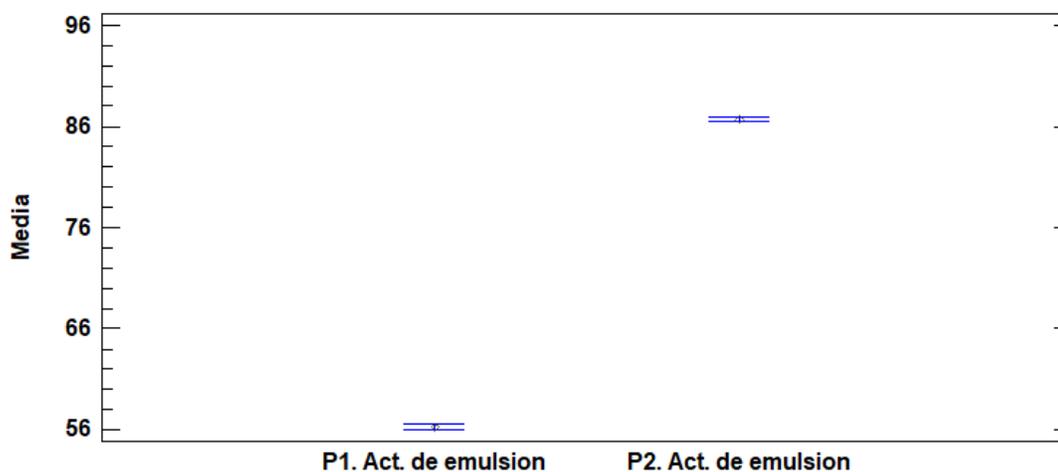


Figura 22. Medias y Fisher (Actividad de emulsión).

Análisis microbiológicos

El análisis microbiológico que se aplicó en los polvos. Se determinó el análisis de Mohos y Levaduras de la Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994 y el análisis para Salmonella la Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994. Lo cual se reporta 0 colonias de mohos y levaduras (**tabla 12**).

Tabla 12. Análisis microbiológico de mohos y levaduras.

Tipos de polvos	Diluciones	Muestra P.C	Tiempo de incubación
Polvo 1. Cáscara de pitahaya	1 ⁸	Ausente	72hrs
	1 ⁹	Ausente	72hrs
	1 ¹⁰	Ausente	72hrs
Polvo 2. Semilla de pitahaya	1 ⁸	Ausente	72hrs
	1 ⁹	Ausente	72hrs
	1 ¹⁰	Ausente	72hrs

Los análisis de Salmonella y Shigella se realizaron para demostrar que al realizar los polvos de residuos de pitahaya se manipularon de manera correcta y se realizaron las buenas prácticas de higiene (BPH). Como se observa en la **tabla 13**, concluye que al realizar los polvos de residuos de pitahaya se llevó a cabo una buena higiene, además de señalar que es un producto inocuo y seguro para el consumidor.

Tabla 13. Análisis microbiológicos de salmonella y shigella.

Tipos de polvos	Diluciones	Muestra P.C	Tiempo de incubación
Polvo 1. Cáscara de pitahaya	1 ⁸	Ausente	72hrs
	1 ⁹	Ausente	72hrs
	1 ¹⁰	Ausente	72hrs
Polvo 2. Semilla de Pitahaya	1 ⁸	Ausente	72hrs
	1 ⁹	Ausente	72hrs

	1 ¹⁰	Ausente	72hrs
--	-----------------	---------	-------

Análisis sensorial

Las tecnologías propuestas para el aprovechamiento de los residuos de frutos de pitahaya, fueron las siguientes: para la muestra P1, polvo de cáscara, se elaboraron turrone, un panque, y un dulce comercial de viscosidad media, para la muestra P2, polvo de semilla, se propuso un agua fresca tipo limón con chía, sustituyendo la chía por la semilla de pitahaya.

Los productos de cada polvo se sometieron a una evaluación sensorial de escala hedónica donde los que fueron elaborados a partir de P1, según la prueba de Fisher ($p \leq 0.05$), los atributos, en la mayoría de los productos, fueron aceptados, debido a que sólo en la textura del dulce de viscosidad media (D1) tuvo una diferencia estadísticamente significativa en comparación con el dulce de tamarindo tradicional (D2) de 4.04 y 4.76, respectivamente. Por otro lado, en los turrone, se observa que también se tiene una diferencia estadísticamente significativa favorable para TR1, en comparación con TR2, observar **tabla 14**. Mientras que, para el panqué, no se encontró diferencia estadísticamente significativa en ninguno de los atributos evaluados, en comparación con el panqué elaborado con 100% harina de trigo, lo anterior comprueba que adicionar polvo de pitahaya a productos de panadería no altera las propiedades de textura, color, sabor y agrado, por el contrario, mejora el color del pan, ya que la miga presentó color amarillo y la corteza color rosa.

Tabla 14. Resultados de la evaluación sensorial de los productos propuesto para la muestra P1.

Turrone				
Formulaciones	Atributos			
	Textura	Color	Sabor	Agrados
TR1	4.0±1.049 ^a	4.48±0.788 ^a	4.64±0.721 ^a	4.3±0.909 ^a
TR2	3.94±1.076 ^a	4.2±0.880 ^a	3.58±1.246 ^b	3.564±1.102 ^a
Panqué				
Formulaciones	Atributos			
	Textura	Color	Sabor	Agrados
PA1	4.12±1.002 ^a	4.08±0.899 ^a	4.18±1.043 ^a	4.16±1.037 ^a
PA2	4.22±0.910 ^a	4.02±0.999 ^a	4.34±0.823 ^a	4.36±0.776 ^a
Dulce de viscosidad intermedia				
Formulaciones	Atributos			

	Textura	Color	Sabor	Agrados
D1	4.04±0.946 ^b	4.66±0.557 ^a	4.44±0.674 ^a	4.6±0.571 ^a
D2	4.76±0.517 ^a	4.66±0.592 ^a	4.64±0.662 ^a	4.58±0.702 ^a

Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Fisher $p \leq 0.05$. TR1: turrón elaborado con sustitución parcial de cáscara de pitahaya en polvo; TR2: turrón elaborado con ingredientes tradicionales; PA1: panqué elaborado con sustitución parcial de cáscara de pitahaya en polvo; PA1: panqué elaborado con ingredientes tradicionales; D1: dulce de viscosidad media elaborado con cáscara de pitahaya en polvo; D2: dulce de viscosidad media de tamarindo tradicional.

De las 2 muestras de aguas frescas evaluadas, no se encontró diferencia estadísticamente significativa (prueba de Fisher $p \leq 0.05$) en el análisis estadístico de las 2 muestras de agua, esto considera que en algún momento puede remplazarse el polvo de semilla de pitahaya por la chía. Los resultados se observan en la **tabla 15** y **figura 23**.

Tabla 15: Resultados de la evaluación sensorial del agua fresca con polvo de semilla de pitahaya (AF1) y producto testigo (AF2).

Formulaciones	Atributos		
	Olor	Sabor	Agrado
AF1	4.32±0.867 ^a	4.38±0.901 ^a	4.44±0.732 ^a
AF2	4.28±0.640 ^a	4.28±0.757 ^a	4.16±0.765 ^a

Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Fisher $p \leq 0.05$. AF1: agua fresca con sustitución de semilla de chía por semilla en polvo de pitahaya; AF2: agua fresca con semilla de chía.

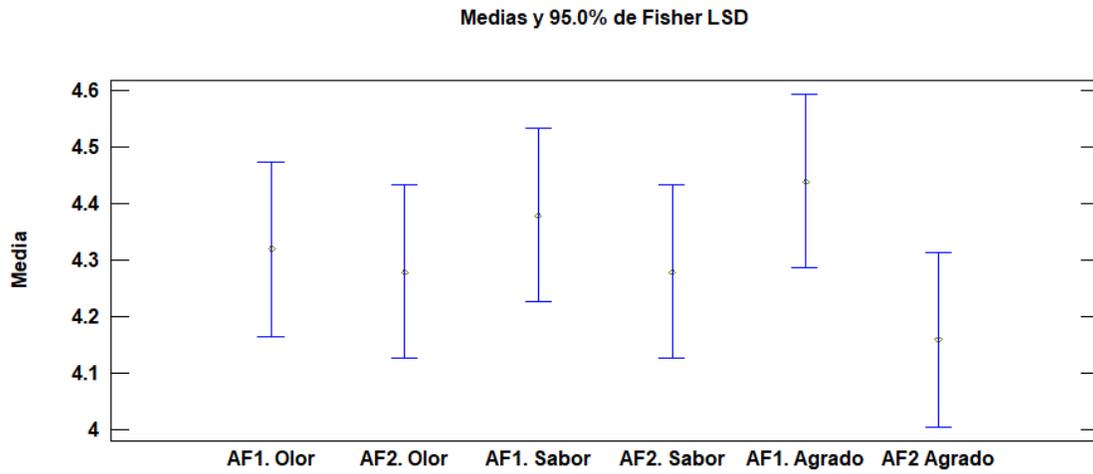


Figura 23. Medias y Fisher (Agua de limón con polvo de semilla de pitahaya y producto testigo).

CONCLUSIÓN

En esta investigación se desarrolló 2 diferentes polvos a partir de residuos de pitahaya, originarias de Suchiapa, en donde cada muestra se realizaron análisis proximales, se evaluaron propiedades de hidratación, retención de agua, y propiedades emulsionantes. Al comparar los polvos, se observa que el polvo 1 es una excelente fuente de minerales (17.1%) y fibra (33.1%), mientras que P2, es rico en aceites y contenido proteico.

Los análisis antes mencionados y la literatura consultada abren las posibilidades que el polvo de semilla de pitahaya esté constituido mayoritariamente por fibra insoluble, debido a que se obtuvieron porcentajes bajos en las propiedades de retención de agua, retención de aceite, y capacidad de hinchamiento, esto es ocasionado a que las fibras no son solubles en agua.

Con lo anterior, se deduce que la cáscara de pitahaya y semilla en polvo, son viables para la formulación de diferentes productos, ya sea de confitería, panificación, dulces y bebidas, debido a que no se ven afectados de manera significativa las propiedades organolépticas según los resultados obtenidos en el análisis sensorial.

Por otro lado, de acuerdo a los resultados, el polvo de semilla de pitahaya tiene potencial en la industria alimentaria para la elaboración de embutidos, por su alta absorción de aceite, que superior a la de los cereales comerciales.

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.

Antocianinas: Son pigmentos naturales con propiedades y beneficios para el sistema inmune, como ayuda contra la inflamación y para el sistema circulatorio.

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.

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

Residuos agroindustriales: Tienen un alto potencial de ser aprovechados en diferentes procesos que incluyen el obtener productos nuevos, aportar valor añadido a los productos originales y recuperar condiciones ambientales alteradas.

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

REFERENCIAS DOCUMENTALES

Acevedo Alzate, L.K [et al.]. 2017. *Efectos de la temperatura del conchado sobre los polifenoles en un chocolate semi-amargo.* Revista de Asociacion Colombiana de Ciencia y Tecnologia de Alimentos, 2017. Vol. 25, 41.

Abdul A., y Luan Y. 2000. *Functional properties of dietary fiber prepared from defatted rice bran.* 15-19, (Alzate, 2017)s.l. : Food Chem.

Aguirre, Zavala A. 2022. *Uso de barinas compuestas en la industria.* Mundo agropecuario. [En línea] 2022. [Citado el: 10 de abril de 2023.] <https://mundoagropecuario.com/uso-deharinas-compuestas-en-la-industria-alimentaria/>

Alcalde [et al]. 2020. *Estudio de pre-factibilidad para la elaboracion y comercializacion de labiales de cascara de pitahaya.* Lima, Peru : s.n., 2020. Disponible en : <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fe1c35da-5581-4e7f-9b2c0cf896ccab32/content>

Angulo [et al]. 2018. *Caracterización de subproductos agroindustriales: naranja y maracuyá.* Colombia: Revista Ingeniería y Región, 2018, Vol. 20. 59-67. Disponible en: <https://doi.org/10.25054/22161325.1916>

Araujo, Edelene [et al]. 2018. *Biodisponibilidad de minerales quelados y no quelados: una revisión sistemática.* Santiago: Scielo, 2018, Vol. 4.

Arauz. 2020. *"Oportunidades de exportación de productos no tradicionales caso de estudio de producción de pitahaya roja de la parroquia puerto Cayo".* Jipijapa: UNESUM, 2020.

Arias [et al]. 2018. *Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindustria*

Arteaga [et. al.] 2015. "Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum Aestivum*) por harina de Tarwi (*Lupinus Mutabilis* sweet) y harina de cáscara de Mayacuya (*Passiflora Edulis*) en las características fisicoquímicas y sensorial de cupcakes"

Atalora [et. al.] 2023. *Mucilago de cáscara de fruta de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*): extracción, análisis proximal y caracterización molecular.*

Banquez. 2017. "Caracterización físicoquímica de residuos agrícola de baja califormia: Podas de Vid, cascara y totas de Higuierilla". 2017.

Bonilla [et. al.] *Caracterización de pectina obtenida a partir de cáscara de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*).*

Bravo, 2022. *Evaluación de frecuencias en aplicación de biol en el cultivo de pitahaya (*Hylucereus Hundatus*), cantón isidro ayora, guayas.*

Baray [et. al] 2019. *Tratamiento de la biomasa lignocelulósica mediante la pirolisis lenta y a baja temperatura para la producción de biocombustibles.* Revista de Energías Renovables. Vol. 3 N. 9

Brito Figueroa H, [et. al.] 2019. *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>

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.

Carcamo, Manuel. 2022. *Produccion de pitahaya.* Suchiapa, Chiapas : s.n., 2022.

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>

Carranza [et. al.] 2019. *Elaboración de néctar de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) con piña (*Ananas comosus*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) y su efecto en las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas.* Vol. 9 Núm.1

Carrasco [et. al.] 2022. *Diseño de una planta de producción de galletas elaboradas con harina de cáscara de maracuyá.*

Carrera, 2023. *“Efecto de microorganismos eficientes (em) en el enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de pitahaya (*Hylocereus undatus*)”.*

Carvajal y Marulanda, 2020. *Uso de residuos de café como biosorbente para la remoción de metales pesados en aguas residuales.*

Casas y Barrera, 2021. *Uso de residuos agroindustriales en alimentación de rumiantes y métodos para mejorar su eficiencia de uso.*

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

Castillo, R. 2006. *Aprovechamiento de la pitahaya: bondades y problemáticas.* Quintana, MX. *Caos ciencia* 1: 13-18.

Castro, 2021. *Caracterización socioeconómica y fitosanitaria de sistemas de producción en el cultivo de pitahaya (Hylocereus undatus (How) Britton and Rose) en el municipio de La Concepción - Masaya, Nicaragua, 2018.* Disponible en:

<file:///C:/Users/teres/OneDrive/Documentos/TESIS%20PITAHAYA/REFERENCIAS%20Y%20ARTICULOS/tnf01c355a%20cosecha%20de%20pitahaya.pdf>

Cerén [et al.], 2020. *Distribución, etnobotánica y cultivo de pitahaya (Selenicereus, Hylocereae, Cactaceae) en El Salvador. 2019.*

Chino, 2020. *Composición química y efecto terapéutico de pitahaya (Hylocereus undatus) Arequipa-2020.*

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>

Chuqui y Paucar, 2021. *Caracterización fisicoquímica, funcional y reológica de harina de cáscara de maracuyá (Passiflora edulis SIMS) ISSN 2617-9156. Vol. 4. No. 2.* Disponible en: <file:///C:/Users/teres/Downloads/177-Texto%20del%20art%C3%ADculo-485-2-10-20211231.pdf>

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%C3%93N%20DE%20LA%20EXTRACCI%C3%93N%20Y%20MICROENCAPSULACI%C3%93N%20DE%20COMPUESTOS%20FENOLICOS%20DE%20PERGAMINO%20DE%20CAF%C3%89%20.pdf?sequence=1>

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 Colombiana de Ciencia Animal.* Vol. 9, No S1. Disponible en: <https://doi.org/10.24188/recia.v9.nS.2017.530>

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

Erazo [et. al.] 2024. *Pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw.) Crecimiento y maduración afectados por los elicitores previos a la cosecha (ácido salicílico, salicilato de metilo, jasmonato de metilo y ácido oxálico): mejora del rendimiento y la calidad en la cosecha.* MDPI.

Delgado. P. 2016. *Instalación de una planta generadora de biomasa vegetal para la producción de energía eléctrica.*

Enemegio, 2023. *Cáscara de pitahaya (Hylocereus undatus) como fuente descompuestos bioactivo en una galleta: fibra dietaria, propiedades antioxidantes y bioaccesibilidad descompuestos fenólicos.*

Espinoza [et. al.] 2019. *Una revisión sobre la pulpa de naranja: cantidad, composición y usos.*

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

Figueroa y López, 2020. *Microencapsulación de antocianinas con actividad antioxidante extraídas a partir de la cáscara de pitahaya roja (Hylocereus undatus).* Fecha de publicación: Enero, 2020. Editorial: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería Bioquímica. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30832>

Figueroa, Jessica 2020. *Microencapsulación de antocianinas con actividad antioxidante extraídas a partir de la cáscara de pitahaya roja (Hylocereus undatus).* Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30832>

Figueroa y Mollinedo, 2017. *Actividad antioxidante del extracto etanólico del mesocarpio del fruto de *Hylocereus undatus* “pitahaya” e identificación de los fitoconstituyentes.* Disponible en: <file:///C:/Users/teres/Downloads/TITULO%20%20Figueroa%20D%C3%ADaz%20Susana%20Lastenia.pdf>

Flores [et. al.] 2024. *Caracterización físico-química en la optimización de la producción de pectina a partir de residuos de naranja (*CITRUS SINENSIS*) mediante hidrólisis ácida.* Vol. 9 Núm. 1.

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.

Guaedianelli [et. al.] 2019. *Perfil nutricional de harinas de semillas de amaranto germinadas.* SEDICI.

Ghobakhlou [et. al.] 2020. *Caracterización de tres variedades de aceite de semilla de rambután de Malasia.* Vol. 23 Núm. 3

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 [et. al.] *Residuos agroindustriales con potencial de compostaje.* *Agro productividad.*

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

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.* Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/68861>

Huamani [et. al.] 2018. *Determinación del contenido de ácido ascórbico y capacidad antioxidante del fruto liofilizado de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) y pitahaya roja (*Hylocereus undathus*).*

Hsu, C. T., Chang, Y. H., & Shiau, S. Y. 2019. *Color, antioxidation, and textura of dough and Chinese steamed bread enriched with pitaya peel powder. Cereal Chemistry.* Disponible en: <https://doi.org/10.1002/cche.1009>

Jurado H., y Cerón J., 2021. *Aplicación de un probiótico (Lactobacillus Reuteri 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>

Lapo, 2022. *Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en la calidad del polen de pitahaya roja (Hylocereus sp), cantón la joya de los sachas, provincia de Orellana.*

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

Liaotrakoon, 2013. *Characterization of dragón fruit (Hylocereus ssp.) components with valorization potential.*

López [et al.], 2014. *Hidratos de carbono: actualización de su papel en la diabetes mellitus y la enfermedad metabólica.* ISSN 0212-1611. Vol.30 No.5. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S021216112014001200005&script=sci_arttext&tlng=en

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-productoscereales-gluten/202207132136351145903.html>

Macias, 2017. *"Evaluación de briquetas como biocombustible sólido a partir de residuos que generan los procesos agroindustriales en el sector El Empalme"* Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/4f37fa84-4eee-47a0-b7ef-c38b13a1a929>

Martín 2022. *Manejo nutricional de cultivo de pitahaya de pulpa roja (Hylocereus Ocamponis) en la mixteca poblana.*

Martínez, 2006. *Proteínas y péptidos en nutrición enteral.* Nutrición hospitalaria, vol. 21, p. 01-14.

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-ustedadjunto-a-las-tendencias-de-2021-para-la-industria-de-alimentosybebidas/#:~:text=Los%20alimentos%20funcionales%20han%20sido,la%20salud%20adem%C3%A1s%20e%20nutritivos>

Medina [et. al.] 2011. *Estudio fisicoquímico funcional de los aislados proteico en semilla de mayacuya (pasiflora edulis f.).* Vol. 9 Núm 1.

Mejia [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 N. 6.

Mello [et al.,] 2014. *Evaluación de las características químicas y el comportamiento reológico de la cáscara de pitaya (Hylocereus undatus).* Vol. 69. No. 5. Disponible en: <https://doi.org/10.1051/fruits/2014028>

Méndez [et al.,] 2020. *Alimentos funcionales, bases conceptuales y su aplicación en el diseño de planes de alimentación.* Vol. 15 no. 1.

Mendoza [et al.]. 2016. *Comportamiento de la vitamina C en un producto a base de lactosuero y pulpa de mango variedad Magdalena River (Mangífera Indica /.) durante el secado por aspersion.* vol. 43 no.2. ISSN 0717-7518. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071775182016000200008&script=sci_arttext&tlng=pt

Meregalli, M. (2020). *Conventional and ultrasound-assisted methods for extraction of bioactive compounds from red arazá peel (Psidium cattleianum Sabine).* Arabian Journal of Chemistry, 13(6), 5800-5809. Disponible en: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.04.017>

Ministerio de Desarrollo de Agrario y Riego, 2021. *Análisis de mercado.* Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2055424/Perfil%20de%20Mercado%20de%20la%20Pitahaya.pdf.pdf?v=1627931530>

Montejo, 2020. *Evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango.*

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

Murillo y Moreira, 2022. *Análisis del sistema de producción de pitahaya roja (Hylocereus undatus) en la provincia de Manabí.* Calceta: ESPAM MFL. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1708#:~:text=Por%20favor%2C%20use%20este%20identificador%20para%20citar%20o%20enlazar%20este%20%20C3%ADtem%3A%20http%3A//repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1708>

Murillo y Vera, María 2023. *Fenología y constante térmica de la pitahaya roja (Hylocereus undatus Haw).* Calceta: ESPAM MFL.

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>

Muñoz et al., 2019. *Elaboración de néctar de pitahaya (Selenicereus megalanthus) con piña (Ananas comous) y maracuyá (Passiflora edulis) y su efecto en las características físico-químicas, microbiológicas y organoléptica*

NMX-F-477-SCFI-2011. *Industria azucarera y alcoholera-método práctico para verificar aerómetros brix en los ingenios azucareros.*

NOM-247-SSA1-2008. *Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas.*

Ortega, [et al.]. 2016. *Formulación y evaluación de una galleta elaborada con avena, linaza y pseudofruto del cauñil como alternativa de un alimento funcional.* ISSN: 1317-2255. Vol. 16, núm. 1.

Orrabalis, C., [et. al.] 2013. *Parámetros funcionales y contenido de glucosa en harinas obtenidas de fruto maduro de " chañar"(Geoffroea decorticans) de la zona semiárida y árida de la provincia de Formosa.* Multequina. Vol. 22, Núm 1, p. 15-22.

Osuna E., [et al.]. 2016. *Fenología reproductiva, rendimiento y calidad del fruto de pitahaya (Hylocereus undatus.* ISSN 2521-9766. versión impresa ISSN 1405-3195. Vol.50 no.1.

Paredes [et. al.] 2022. *Impacto ambiental de los residuos sólidos en una Universidad Amazónica Peruana.* Vol. 1 Núm. 1.

Pineda [et al.]. 2020. *Evaluación del efecto secante sobre algunas propiedades de la harina de chayote *Sechium edule* (Jacq.) Sw.* Medellín: Scielo, ISSN 0012-7353. vol.87 no.214.

Piñon, 2021. *Estudio de prefactibilidad para instalar una empresa panelera en la parroquia de Santa Catalina de Salinas provincia de Imbabura.* 2015.

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/artic le/view/rncm.v2n1.063>

Quitral [et. al.] 2023. *Harina de cáscara de zanahorias como ingrediente en la elaboración de galletas.* Scielo. Vol. 50 Núm. 2. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182023000200226&script=sci_arttext&tlng=pt

Renata [et al]. 2015. *Determinacion de parametros optimos para la estabilidad.* Ibarra : s.n., 2015.

Rodríguez, 2015. *Acción degradativa de hongos basidiomycetes sobre residuos agroindustrial de cultivos de café y plátano.*

Romo [et al.,] 2023. *Obtención y caracterización de polvos de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) gastada.* Vol. 8. Núm. 1. Disponible en: <https://idcyta.uanl.mx/index.php/i/article/view/96>

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>

Ruiz, 2020. *Pitahaya (*Hylocereus spp.*): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos.* ISSN 2077-9917. vol.11 no.3. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000300439&script=sci_arttext

Salazar y Martínez, 2017. *La pitahaya, un fruto demandado por el continente asiático con ayuda de las operaciones del comercio exterior.*

Sangoquis, Diego. 2023. *Obtención de colorante natural a partir de la cáscara de pitahaya roja aplicado en un yogurt.*

Santacruz [et al.]. 2020. *Agroindustrialización de pitaya.* ISBN 978 -959-16-0992-2.

Saval, 2012. *Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro.* Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37368310/Saval_Residuosagroindustriales-libre.pdf?1429589530=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSoluciones_agroindutriales.pdf&Expires=1716753694&Signature=NbHcmvLgLKyTtSeHNFwrE1mM041T-mjklJz-s6WKEzWym4NUEOZxQ3sX6NUWJU6SXsa5laqdSw-ApvZ4fT1eoFmXdPdysZPcvsm5qeB9UT2X9-9LKpD2hjhZU6~C9ApLixc6ngIliadW7WMokWEcAiE7wmaay8P6OWcyrFfYkC5f5dimfOgJ OBAP~wTbGIGjk02CXgFeGMtavwi5EXiuaMytcdBNDS1w4RYggQRALKcCAnXji6WnAA~0C2enzOrGrn3ORPRIWy6EWFm0A85mnPxLmxb9XStUDFAGZT~ypsaAbBRABZ8SKgiSw0o6592KnHsWh~45vpfpAOEQCYJkg_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Serna C., [et. al.]. 2015. *Evaluación de polvos alimentarios obtenidos de cascaras 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>

Setyowari, 2018. *Análisis morfológico y citológico de pitahaya de piel amarilla (Selenicereus megalanthus).* Vol. 2 Núm.1.

Sierra y selva exportadora. 2021. *Misterio de desarrollo agrario y riego. Análisis de mercado, pitahaya.*

Soto, 2017. *Harina de cáscara de vaina de cacao: Una opción para el aprovechamiento de residuos agroindustriales.* ISSN: 2448-5357. Vol. 6 No. 11. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icap/issue/archive>

Sotomayor [et. al.] *Evaluación físico química de fruta de pitahaya Selenicereus megalanthus en diferentes estados de desarrollo. Scielo.* Vol. 10 Núm. 1.

Torres [et. al.] 2021. *Evaluación de condiciones de extracción asistida por ultrasonido de compuestos bioactivos de cáscara de pitahaya amarilla.* Vol. 17 Núm. 1. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-44492020000100070&script=sci_arttext

Torres et al., 2021. *Formulación y obtención de bebida funcional a base de jarabe de yacón (Smallanthus sonchifolius) y jugo de pitahaya (Hylocereus ocamponis).*

Tovar, [et. al.]. 2017. *Evaluación del efecto del proceso de extrusión en harina de quinoa (Chenopodium quinoa Willd) normal y germinada.* Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. ISSN 1692-3561. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S169235612017000200004&lang=es

Trujillo, [et. al.]. 2020. *Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos.* Scientia Agropecuaria, 2020, vol. 11, no 3, p. 439-453.

Trujillo, 2018. *Beneficios para la salud, de alimentos funcionales, producto de la combinación de frutos nativos.* Boletín Semillas Ambientales, vol.12 No. 2. p 67-77.

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

Valencia y Román, 2006. *Caracterización fisicoquímica y funcional de tres concentrados comerciales de fibra dietaria.* VITAE Revista de la Facultad de Química Farmacéutica 13(2): 54-60

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>

Vargas R. 2020. *Comparación de diferentes concentraciones de encilaminopurina (BAP) en la fase de multiplicación de pitahaya roja (Hylocereus Undatus).*

Vargas y Pérez, 2018. *Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente.* Revista Facultad de Ciencias Básicas, 2018, ISSN 1900-4699. p. 59-72.

Vázquez y Cols, 2016. *Efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de quinoa (Chenopodium quinoa) sobre las propiedades reológicas de la masa y texturales del pan.* Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. ISSN: 1665-0204. Vol. 17, núm. 2.

Vera [et. al.]. 2020. *Tipo de pasteurización y temperatura de almacenamiento en la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del néctar mix de cítricos con sábila.* 2021. Tesis de Maestría. Calcuta: ESPAM MFL.

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>

ANEXOS.

Anexo 1. Determinación de 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 930.1503 (A.O.A.C 2000). 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 (marca Felisa modelo 292^a) 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:

$$(1) \% \textit{Humedad} = \frac{(P_m + P_o) - P_1}{P_m} \times 100$$

P_m

En donde:

P_o = Peso constante de caja Petri (g)

P_m = Peso de muestra (g)

P₁ = Peso de caja Petri más muestra seca (g)

Anexo 2. Determinación de 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). Su determinación se realizó

pesando 5 g de muestra en crisoles previamente puestos a peso constante, posteriormente se carbonizó en una parrilla eléctrica para liberar la carga de carbonos en forma de humo, este proceso duró 30 minutos hasta que la muestra dejó de desprender humo. Posteriormente las muestras fueron colocadas en una mufla a 550°C por 3 horas (hasta que la muestra adquiriera 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 pesaron nuevamente los crisoles. El cálculo para el porcentaje de cenizas se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$(2) \% \text{ Ceniza} = Pf - Po \times 100 / Pm.$$

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. Determinación de grasa cruda

La determinación de grasa cruda o extracto etéreo se determinó por el método soxhlet de acuerdo al Método Oficial de Análisis Químico 920.39 (A.O.A.C, 2000). Los matraces balón con las perlas de ebullición y cartuchos de celulosa utilizados se colocaron en estufa a 60° C hasta obtener peso constante. Se prepararon los cartuchos formando una cama y un tapón con algodón (en la parte inferior y superior después de pesar 5 g de harina de cuajilote). Con ayuda de una pinza se depositó cada uno de los cartuchos con muestra en la cámara de extracción cuidando que éste se mantuviera en la parte baja del sifón. Enseguida se conectó el matraz balón a la cámara y se adicionaron de 2 a 3 sifonadas de hexano sobre la boquilla de la cámara de extracción. La cámara preparada se transfirió al equipo de calentamiento para extracción de grasa (NOVATECH modelo VH-6ESP con número serie 0600959) durante 14 horas. Finalmente se dejó evaporar el Hexano contenido en el extracto durante 12 horas en un horno de aire caliente (marca Felisa modelo 292^a) a 60°C. Los matraces se transfirieron en un desecador durante 1 hora y se pesaron.

El cálculo de contenido de grasa se realizó de la siguiente manera:

$$(3) \% \text{ Extracto etéreo} = P1 - P0 \times 100 / Pm$$

Donde:

P0 = Peso constante del matraz balón (g)

Pm = Peso de la muestra (g)

P1 = Peso final del extracto más el matraz (g)

Anexo 4. Determinación de proteína cruda

Las proteínas representan uno de los componentes principales de los alimentos y tienen propiedades tanto funcional como nutricional. El contenido de proteína cruda se determinó por el Método Oficial de Análisis Químico 960.52 (A.O.A.C, 2000): se pesó 0.1 g de harina libre de grasa de cada grado de maduración y se transfirió a un matraz Micro-Kjeldahl de 30 mililitros previamente lavado, enseguida se le añadió 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 (LABCONCO modelo 64132 con número de serie 6030000) por 90 minutos divididos en dos etapas, 30 minutos para que la muestra se tornara a transparente y los 60 minutos restantes para terminar de digerir. Cuando el proceso anterior terminó, los matraces se dejaron enfriar hasta que la muestra formó un compuesto sólido. Posteriormente el compuesto sólido se situó en un equipo de destilación donde el matraz se lavó de 5 a 6 veces con agua destilada; el agua recuperada se depositó 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 colocaron en la parte inferior de la manguera colectora para iniciar la destilación (el destilado viró de verde esmeralda a turquesa). Finalmente, se tituló cada destilado con ácido Clorhídrico al 0.05 Normal hasta obtener una coloración naranja. Adicionalmente se realizó todo el proceso descrito anteriormente en un matraz sin muestra (blanco). Se calculó el nitrógeno total para poder cuantificar proteína cruda con la siguiente fórmula utilizando 6.25 como factor de conversión.

$$(4) \%N \text{ total} = \frac{14,007 \times (\text{mL de HCl muestra} - \text{mL HCl blanco}) \times N \text{ de ácido}}{100}$$

Mg de muestras

$$(5) \% \textit{Proteína cruda} = (\% \textit{N total}) \times 6.25$$

Anexo 5. Determinación de fibra cruda

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 962.09 (A.O.A.C, 2000). Para su determinación se colocaron 2 g de harina previamente seca y desengrasada en vasos Berzelius de 600 ml; posteriormente se agregó 30 ml de reactivo Scharrer-Kurschener (S-K). En seguida se transfirió la muestra preparada al condensador de Fibra cruda (LABCONCO modelo 30001-00 con número de serie 991292298H) y se llevó 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 lavó 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 realizó para las tres harinas obtenidas de diferentes estados de maduración (grado 3, 4 y 5). Los cálculos de fibra cruda se obtuvieron mediante la siguiente fórmula:

$$\% \textit{Fibra cruda} = P1 - P0 \times 100 Pm$$

En donde:

P0 = Peso constante de papel filtro (g).

Pm= Peso de muestra (g).

P1 = Peso de papel filtro más residuo (g).

Anexo 6. Determinación de carbohidratos

El ELN o los CST se calculan por diferencia de 100

ELN= 100 - % cenizas - % humedad - % extracto etéreo (grasa) - % fibra cruda - % 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)

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

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

i = proteína, lípido, cenizas, fibra o carbohidratos

p = % Del componente i

Anexo 7. 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 8. 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 9. 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 ° 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 10. Humectabilidad

La humectabilidad se mide como el tiempo que tarda en mojarse por complejo cierta cantidad de muestra. Se puso en contacto 1 gramo de muestra con 20 ml de agua destilada y se midió el tiempo.

Anexo 11. 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 12. Capacidad de retención de agua

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 agua) R (g residuo seco)

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 × 100

Donde:

EE: estabilidad emulsionante (%).

VE: volumen de la emulsión (ml).

V: volumen total del fluido (ml).

Anexo 15. Estabilidad de emulsión

La estabilidad emulsionante se determinó a partir del método modificado de Yasumatsu et al. (1972). Se preparó una disolución en agua de polvo al 2% (w/v), a continuación, se mezclaron 7 ml de dicha disolución con 7 ml de aceite de girasol y se homogenizó durante 5 min con un Vórtex a 2400 rpm (Reax top, Heidolph, Germany). Las emulsiones fueron calentadas a 80 ° C durante 30 min, enfriadas durante 15 min en agua corriente y centrifugadas a 2000 rpm durante 5 min.

La estabilidad de la emulsión fue calculada usando la siguiente ecuación:

$$\%EE = VE V * 100$$

Donde:

VE: volumen de la emulsión (ml).

V: volumen total del fluido (ml).

Anexo 16. Determinación de 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 ± 1 °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 $25 \pm 1^\circ\text{C}$. 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

Anexo 17. Determinación de salmonella

NOM-114-SSA1-1994.

Se remueve cuidadosamente el tapón del tubo, pasar por la flama del mechero para eliminar algún microorganismo presente; se toma un 1 ml de cada dilución y se agrega en la superficie de la caja Petri con agar para salmonella y Shigella este procedimiento se realiza por triplicado. Se extiende la muestra con un asa estéril sobre el agar, se tapan las cajas y se deja absorber la muestra durante unos 15 minutos a temperatura ambiente hasta que se gelifiquen; se invierten las cajas y se llevan a $37^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ durante 18 - 24 h. Después de 24 h ± 2 h de incubación, se marcan en las cajas las colonias caracterices típicas.

Anexo 18. Evaluación sensorial de turrón adicionado con polvo de cáscara de pitahaya y turrón blanco (testigo).

Encuesta para análisis sensorial

ESCALA HEDONICA PICTOGRAFICA

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Indicar si es femenino () o masculino ().

Tesis "Polvos funcionales a base de residuos de pitahaya (*hylocereus undatus*)"

A continuación, se presenta 2 turrónes de diferente color, turrón M1 adicionado con polvo de pitahaya y turrón M2 elaborado con ingredientes básicos de un turrón de color blanco. Por favor marque con una **X** el recuadro que escriba su opinión respecto a los atributos de cada turrón.

Atributo		Nivel de agrado	Muestra 1: Turrón adicionado con polvo de cáscara de pitahaya.	Muestra 2: Turrón blanco (testigo).
Textura	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		
	5	Me disgusta mucho		
Color	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		
	5	Me disgusta mucho		
Sabor	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		

	5	Me disgusta mucho		
Agrado	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		
	5	Me disgusta mucho		

Anexo 19. Evaluación sensorial de un panque adicionado con polvo de cáscara de pitahaya y un panque blanco (testigo)

Encuesta para análisis sensorial

ESCALA HEDONICA PICTOGRAFICA

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Indicar si es femenino () o masculino ().

Tesis “Polvos funcionales a base de residuos de pitahaya (*hylocereus undatus*)”

A continuación, se presenta 2 panques de diferente color, turrón M1 adicionado con polvo de pitahaya y turrón M2 elaborado con ingredientes básicos de un turrón de color blanco. Por favor marque con una **X** el recuadro que escriba su opinión respecto a los atributos de cada turrón.

Atributo		Nivel de agrado	Muestra 1: Panque adicionado con polvo de cáscara de pitahaya.	Muestra 2: Panque blanco (testigo).

Textura	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		
	5	Me disgusta mucho		
Color	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		
	5	Me disgusta mucho		
Sabor	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		
	5	Me disgusta mucho		
Agrado	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		
	5	Me disgusta mucho		

Anexo 20. Evaluación sensorial de un dulce de polvo de cáscara de pitahaya y un dulce de tamarindo (testigo)

Atributo		Nivel de agrado	Muestra 1: Panque adicionado con polvo de cáscara de pitahaya.	Muestra 2: Panque blanco (testigo).
Textura	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		
	5	Me disgusta mucho		
Color	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		
	5	Me disgusta mucho		
Sabor	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		

	5	Me disgusta mucho		
Agrado	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		
	5	Me disgusta mucho		

Anexo 21. Evaluación sensorial de un agua fresca de polvo de semilla de pitahaya y un agua de chía (testigo)

Atributo		Nivel de agrado	Muestra 1: Panque adicionado con polvo de cáscara de pitahaya.	Muestra 2: Panque blanco (testigo).
Textura	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		
	5	Me disgusta mucho		
Sabor	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		

	5	Me disgusta mucho		
Agrado	1	Me gusta mucho		
	2	Me gusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
	4	Me disgusta moderadamente		
	5	Me disgusta mucho		

ANEXO 22. EVIDENCIAS



Figura 24: Cáscara fresca de pitahaya

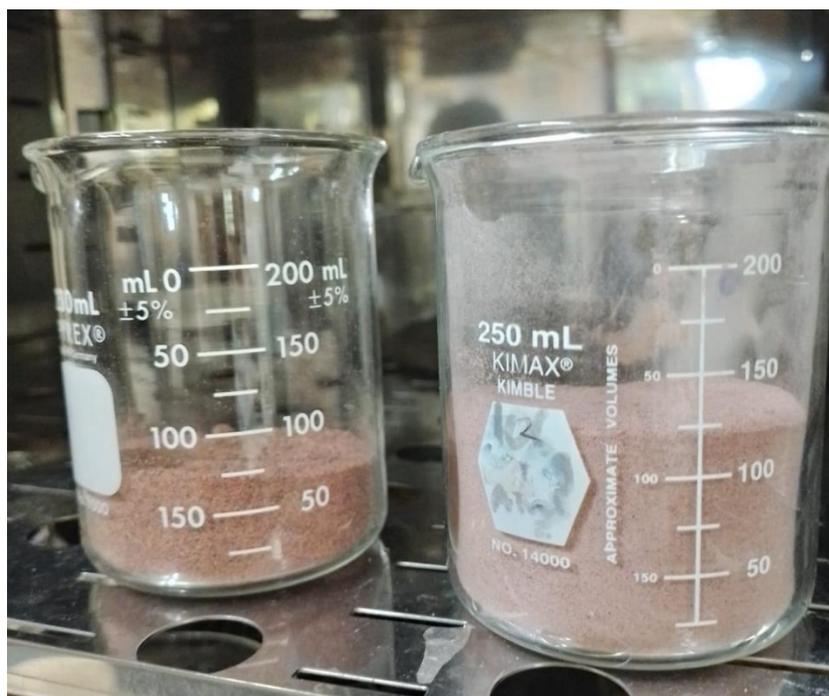


Figura 25: Análisis de humedad



Figura 26: Análisis de grasa



Figura 27. Análisis de fibra (P1 y P2).



Figura 28: Análisis de higroscopicidad (P1).

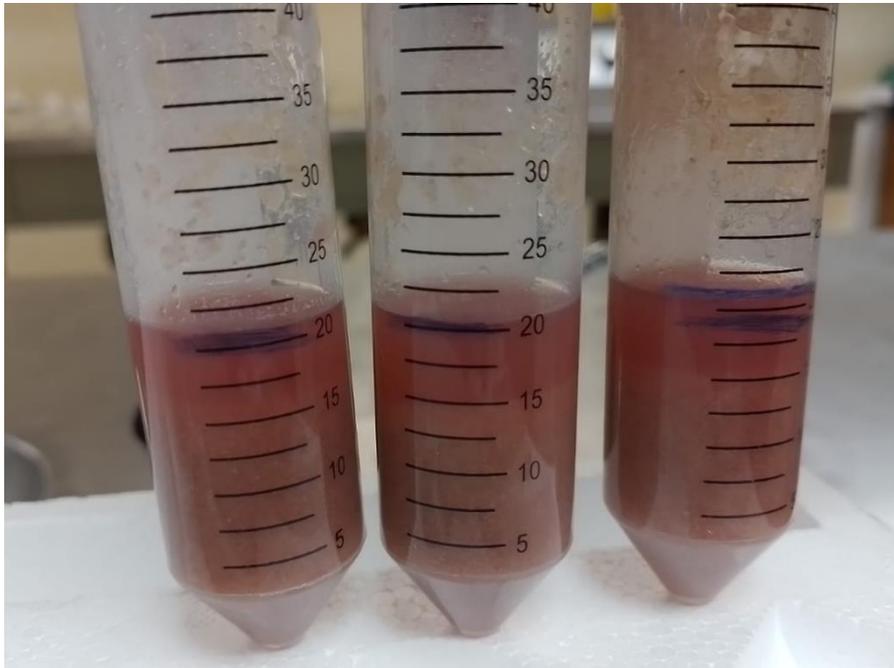


Figura 29. Análisis de Capacidad de hinchamiento (P1).

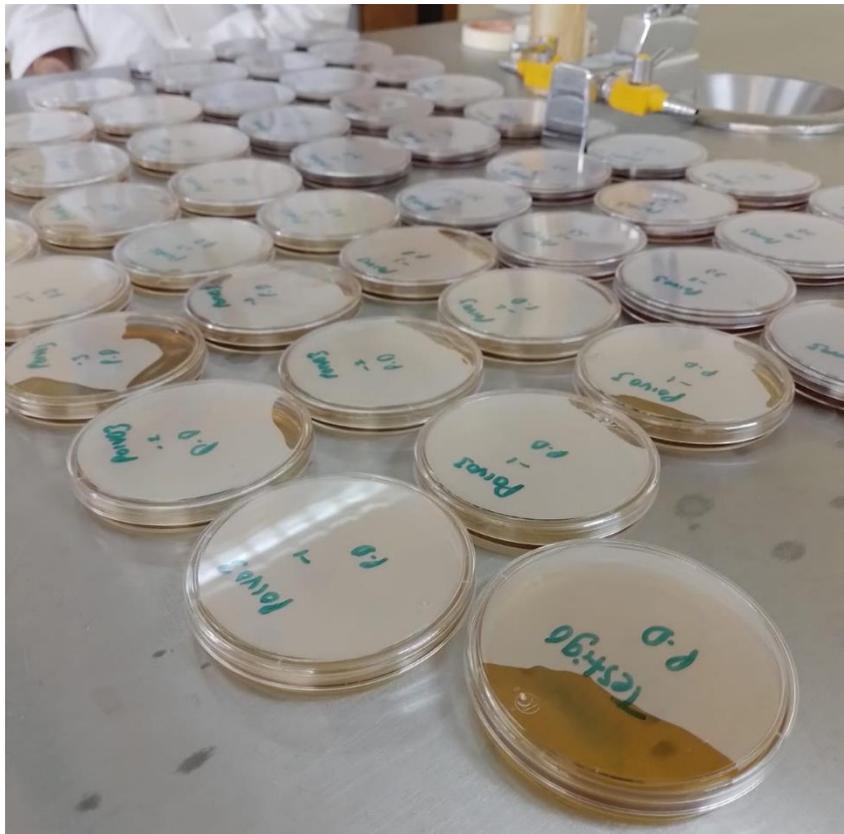


Figura 30. Análisis microbiológico de muestra P1 y P2.