

UNIVERSIDAD DE
CIENCIAS Y ARTES DE
CHIAPAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y
ALIMENTOS

TESIS PROFESIONAL

OBTENCIÓN DE PECTINA DE LOS
CALICES GASTADOS DE LA FLOR
DE JAMAICA (*HIBISCUSS
SABDARIFFA L.*) GASTADA

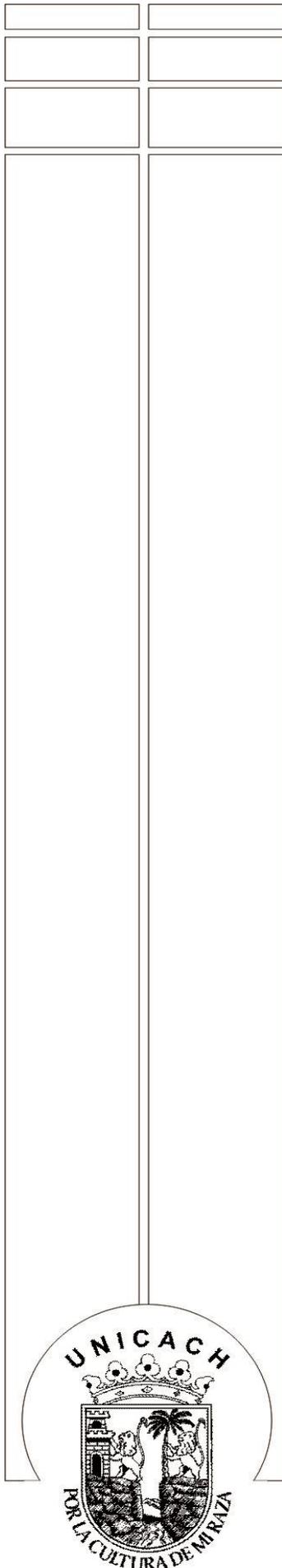
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
**LICENCIADA EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS**

PRESENTA

**INGRID MONTSERRAT GUERRERO
SANDOVAL**

DIRECTORA DE TESIS

M.C. MAYRA RUBY MENDEZ BAUTISTA



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Noviembre, 2024



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



Autorización de Impresión

Lugar y Fecha: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 29 de noviembre de 2024

C. Ingrid Monserrat Guerrero Sandoval

Pasante del Programa Educativo de: Ciencia y Tecnología de Alimentos

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
Obtención de pectina de los cálices gastados de la flor de Jamaica (*Hibiscus*
sabdariffa L.) gastada

En la modalidad de: Tesis Profesional

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

ATENTAMENTE

Revisores

Firmas

Dra. Adriana Caballero Roque

Dr. Gilber Vela Gutiérrez

Mtra. Mayra Ruby Méndez Bautista



COORDINACIÓN
DE TITULACIÓN

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser la luz que ha guiado mi camino en cada etapa de este viaje académico. Su amor y su presencia han sido mi fortaleza en los momentos de incertidumbre y desafío.

A mis padres Zulay Margarita Sandoval Méndez y Marcial Guerrero Palacios, por su amor incondicional y su apoyo constante. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Sin su aliento y confianza en mí, este logro no habría sido posible.

A mi hermano Alan Fabricio Guerrero Sandoval, por estar siempre a mi lado, celebrando mis éxitos y brindándome apoyo en los momentos difíciles. Su compañía ha hecho este viaje mucho más enriquecedor.

A mi abuela Antonia Méndez Guillen, por su amor incondicional y su sabiduría. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación me ha inspirado a seguir adelante en cada paso de este camino. Gracias por creer en mí y por enseñarme la importancia de la educación y los valores familiares.

A mis tíos, por su apoyo constante y sus palabras de aliento. Ustedes han estado presentes en mis momentos de duda, brindándome la motivación necesaria para perseverar. Su confianza en mis capacidades ha sido un impulso invaluable en este proceso.

A mi asesora Mayra Ruby Méndez Bautista, por su guía y sabiduría. Sus enseñanzas han sido fundamentales en mi formación académica y personal. Aprecio profundamente cada consejo y cada palabra de aliento que me brindo a lo largo de este camino.

Y, por último, a todos aquellos que han contribuido de alguna manera en este proceso. Cada uno de ustedes ha dejado una huella en mi vida y en esta tesis.

CONTENIDO

JUSTIFICACIÓN.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
OBJETIVO	4
OBJETIVO	4
OBJETIVO ESPECÍFICO.....	4
MARCO TEÓRICO.....	5
RESIDUO AGROINDUSTRIAL	5
TIPOS DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES.....	5
APLICACIONES DE LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES.....	5
Residuos orgánicos.....	6
JAMAICA (<i>HIBISCUS SABDARIFFA L.</i>).....	7
PRODUCCIÓN EN CHIAPAS	13
CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES	13
FLOR DE JAMAICA GASTADA.....	19
PECTINAS.....	20
MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE PECTINA	22
FUENTES DE EXTRACCIÓN DE PECTINA.....	23
DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES.....	23
HIPÓTESIS.....	24
METODOLOGÍA	25
DISEÑO EXPERIMENTAL	27
VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES	27
DESCRIPCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS	28
PROCESO	29
RESULTADOS.....	30
ANÁLISIS PROXIMAL.....	30
EXTRACCIÓN DE PECTINA.....	36
DETERMINACIÓN DE PESO EQUIVALENTE Y DE ACIDEZ LIBRE.....	37
DETERMINACIÓN DE METOXILO	37
CONCLUSIÓN	39
GLOSARIO.....	41
REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	42

ANEXO	51
ANEXO 1. ANÁLISIS TECNO-FUNCIONALES DETERMINACIÓN DE SOLUBILIDAD.....	51
ANEXO 2. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES	51
ANEXO 3. TAMAÑO DE PARTÍCULA	51
ANEXO 4. CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO.....	51
ANEXO 5. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA)	51
ANEXO 6. CAPACIDAD DE ATRAPAR AGUA (CAA)	52
ANEXO 7. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE ACEITE	52
ANEXO 8. ESTABILIDAD EMULSIONANTE.....	52
ANEXO 9. HIGROSCOPICIDAD	52
ANEXO 10. CAPACIDAD DE FORMAR GELES.....	53
ANEXO 11. ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.....	53
ANEXO 12. DETERMINACIÓN DE CENIZA	53
ANEXO 13. DETERMINACIÓN DE FIBRA.....	54
ANEXO 14. DETERMINACIÓN DE GRASA	54
ANEXO 15. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA	55
ANEXO 16. EXTRACCIÓN DE PECTINA	55
ANEXO 18. DETERMINACIÓN DEL PESO EQUIVALENTE Y DE ACIDEZ LIBRE.....	56
ANEXO 20. EVIDENCIAS.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales compuestos fenólicos reportados en extractos de Jamaica (De la rosa, y otros, 2009).....	15
Figura 2. Principales compuestos fenólicos reportados en extractos de Jamaica (De la rosa, y otros, 2009).....	16
Figura 3. Principales compuestos fenólicos reportados en extractos de Jamaica (De la rosa, y otros, 2009).....	17
Figura 4. Jamaica (inaturalismex 2024)	18
Figura 5. Media (humedad)	30
Figura 6. Medias (ceniza)	31
Figura 7. Medias (grasa)	31
Figura 8. Medias (proteína)	32
Figura 9. Medias (fibra).....	33
Figura 10. Media (CHOs)	33
Figura 11. Determinación de peso equivalente y de acidez libre	37
Figura 12. Análisis metoxilos	38
Figura 13. Jamaica húmeda	57
Figura 14. Jamaica deshidratada	57
Figura 15. Polvos obtenidos.....	58
Figura 16. Capacidad de atrapar agua (CAA)	58
Figura 17. Capacidad de retención de agua	59
Figura 18. Capacidad de hinchamiento.....	59
Figura 19. Estabilidad emulsionante.....	60
Figura 20. Tamaño de partícula.....	60
Figura 21. Higroscopicidad	61
Figura 22. Capacidad de formar geles.....	61
Figura 23. Análisis de cenizas.....	62
Figura 24. Análisis de fibra.....	62
Figura 25. Determinación de grasa	63
Figura 26. Digestor de proteína.....	63
Figura 27. Proteína titulada.....	64
Figura 28. Líquido para extraer pectina	64
Figura 29. Líquido filtrado con etanol al 99%.....	65
Figura 30. Pectina obtenida húmeda	65
FIGURA 31. PECTINA SECA OBTENIDA	66
Figura 32. Determinación de metoxilo en pectina de jamaica.....	66
Figura 33. Determinación de metoxilo en pectina citrica.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características taxonómicas	8
Tabla 2. Requerimientos de cultivo de Flor de Jamaica	9
Tabla 3. Composición proximal de los calices de jamaica (g/ 100g base seca)	13
Tabla 4. Descripción de variables.....	27
Tabla 5. Análisis proximal de los polvos jamaica gastada y jamaica natural.	30
Tabla 6. Resultados de propiedades de hidratación, retención de agua y propiedades	34
Tabla 7. Resultados capacidad de formar geles	36
Tabla 8. Resultados de extracción de pectina en gramos	37
Tabla 9. Determinación de metoxilo	38

INTRODUCCIÓN

La flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) es un cultivo no tradicional que se produce en climas tropicales secos. México es uno de los principales productores a nivel mundial, sin embargo, existe un déficit de producción nacional y se importa casi el 50% del consumo interno. (Espiritiu, y otros, 2017). Diversos estudios han demostrado los beneficios de los extractos de los calices de flor de Jamaica, como su alto contenido de fibra dietética y compuestos fenólicos. Sin embargo, el proceso de obtención de estos extractos deja como residuo los calices gastados, los cuales podrían tener potencial de aprovechamiento.

Una de las aplicaciones potenciales de los calices gastados es la extracción de pectina, un polisacárido ampliamente utilizado en la industria alimentaria como agente gelificante, espesante y estabilizante (Gonzales Salazar, y otros, 2015). La pectina se encuentra naturalmente en diversas frutas y vegetales, y su extracción a partir de subproductos agroindustriales como los calices de Jamaica gastados podría representar una alternativa sostenible y de valor agregado.

Por lo tanto, el objetivo de esta tesis es caracterizar la flor de Jamaica gastada y evaluar la factibilidad de extraer pectina a partir de este subproducto, con el fin de proponer su utilización como un ingrediente funcional en el desarrollo de alimentos. (Cruz, 2015)

Durante el desarrollo de este proyecto se pudo encontrar que la Jamaica natural sin desgrasar contiene alto metoxilo ya que tiene más del 7% de metoxilo, la Jamaica natural desgrasada está al límite del alto metoxilo y podrían comportarse como de alto metoxilo, mientras tanto las muestras de Jamaica gastada sin desgrasar y desgrasada contienen bajo metoxilo al tener un porcentaje menor al de 7%.

JUSTIFICACIÓN

En la elaboración de bebidas naturales de flores de Jamaica, se generan residuos con características fisicoquímicas, microbiológicas y de compuestos fenólicos que los hacen aptos para ser utilizados como ingredientes alimentarios. En diversos países los residuos de Jamaica son utilizadas para preparar distintos alimentos, como: salsas con las que condimentan carnes, también se utilizan para fabricar jaleas, jarabes, compostas, refrescos, mermeladas, dulces, vinos, entre otros. En investigaciones se ha comprobado que en flores de Jamaica natural contienen pectinas; las pectinas son polisacáridos complejos que se encuentran en las paredes celulares de las plantas, especialmente en frutas como los cítricos y en el bagazo de manzana. En el estudio de Cabada Herrera, y otros (2023) la pectina extraída fue de alto metoxilo, apta para productos como; mermeladas, jaleas, confitería, rellenos para productos de panificación, salsas, aderezos, bebidas acidificadas y lácteos.

Debido a lo anterior surge el desarrollo de un polvo a partir de flores de Jamaica gastada para extracción de pectinas como alternativa de aprovechamiento de este residuo generado en la producción de aguas naturales de flores de Jamaica en el estado de Chiapas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los residuos agroindustriales son un problema significativo a nivel mundial, generados por diversas actividades agrícolas y de procesamiento de alimentos. En 2014, se estimó que la producción global de estos residuos alcanzó aproximadamente 3,045 billones de toneladas (De Lira Flores, y otros, 2020), esta cifra destaca la magnitud del desafío que representan, ya que muchos de estos residuos no son aprovechados y contribuyen a la contaminación ambiental. En México, se generan aproximadamente 75.73 millones de toneladas de residuos agroindustriales anualmente. Esta cifra proviene de la producción de 20 cultivos principales, que incluyen maíz, sorgo, caña de azúcar, trigo, cebada, agave y café (De Lira Flores, y otros, 2020) En Chiapas, se genera alrededor de 5,188 toneladas diarias de residuos, de los cuales el 50% corresponde a residuos orgánicos representados por grupos alimenticios y de jardinería, el 11% son plásticos y PET, el 8% constituyen a otros materiales como son pañales, textil, unicel, fibras, entre otras (Periodico oficial, 2019); uno de los residuos orgánicos generados en el estado de Chiapas en establecimientos o comercios de aguas naturales son las flores de Jamaica que hasta el momento no se tiene ningún registro donde se aprovechen en la elaboración de productos. (García, 2024). El aprovechamiento de los residuos generados en los procesos de la agroindustria es una alternativa para reducir el impacto negativo en el ambiente y apoyar la sustentabilidad. (Ramírez, 2016).

Con las evidencias y la búsqueda de información, se propone extraer pectinas a partir de flor de Jamaica gastada en polvo, como una tecnología para el aprovechamiento de estos residuos que se desechan después de extraer su color y sabor.

OBJETIVO

OBJETIVO

Obtener pectina a partir de flores de Jamaica gastada en polvo como propuesta tecnológica para su aprovechamiento.

OBJETIVO ESPECÍFICO

1. Desarrollar un polvo a base de flores de Jamaica gastada para evaluar sus propiedades nutricionales (humedad, ceniza, grasa, proteína, fibra e hidratos de carbono) y tecnológicas (solubilidad, sólidos solubles, higroscopicidad, capacidad de hinchamiento, capacidad de retención de aceite, capacidad de retención de agua, capacidad de atrapar agua, estabilidad emulsionante, capacidad de formar geles)
2. Extraer pectinas a partir del polvo de flores de Jamaica gastada y flores de Jamaica nueva para comparar el porcentaje de metóxilo.

MARCO TEÓRICO

RESIDUO AGROINDUSTRIAL

Los residuos agroindustriales son subproductos generados en las diferentes etapas de la producción agrícola y alimentaria, que a menudo no se consideran útiles en el proceso que los origina. Sin embargo, su gestión adecuada puede ofrecer múltiples beneficios ambientales y económicos.

Los residuos agroindustriales son generados por las diferentes industrias alimentarias y agrícolas y de forma general no son de interés en el proceso que los genera. En los últimos años diversos problemas ambientales se han ligado a su generación, por lo que hay un creciente interés en implementar procesos que permitan un uso eficiente e integral de los residuos. Estos pueden ser utilizados para la recuperación y producción de un amplio rango de productos de alto valor agregado, por medio de técnicas biotecnológicas (Barrera Martínez, y otros, 2021)

Los residuos agroindustriales se pueden dividir en siete grupos: cereales, raíces y tubérculos, plantas oleaginosas, frutas y verduras, productos cárnicos, pescados, marisco y productos lácteos.

TIPOS DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

Los residuos agroindustriales incluyen una variedad de materiales, tales como:

3. Cascaras de fruta (por ejemplo: cítricos)
4. Residuos de la producción de aceite (como el de oliva, girasol y canola)
5. Pulpa de remolacha
6. Bagazo de caña de azúcar
7. Orujo de tomate

En años recientes, se han explorado nuevos coproductos como la torta de semillas de cáñamo, el follaje de yuca y las cascaras de café, que poseen un perfil nutricional adecuado para ser utilizados en la alimentación animal, así como otros sectores.

APLICACIONES DE LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

Los residuos agroindustriales tienen un alto potencial de aprovechamiento y pueden ser utilizados en diversas aplicaciones:

1. **Alimentación animal:** se utilizan como ingredientes en la producción de alimentos para aves, rumiantes y cerdos, debido a su composición fisicoquímica.

2. **Producción de biocombustibles:** Algunos residuos pueden ser convertidos en biocombustibles, contribuyendo a la sostenibilidad energética.
 3. **Desarrollo de bioplásticos:** Se están investigando formas de utilizar estos residuos para crear empaques biodegradables, lo que representa una alternativa ecológica a los plásticos convencionales.
 4. **Industria cosmética y farmacéutica:** Los residuos agroindustriales pueden ser fuente de aceites esenciales, polifenoles y otros compuestos bioactivos que son valiosos en estos sectores.
 5. **Construcción:** Investigaciones recientes sugieren que ciertos residuos, como las cenizas de caña de azúcar, pueden mejorar las propiedades mecánicas de materiales de construcción, como el concreto, ofreciendo una alternativa sostenible a los materiales convencionales. (Saez, 2022)
- **Artículos de un solo uso:** El uso excesivo de empaques y utensilios desechables contribuye al desperdicio general (Melo, 2023).

Residuos orgánicos

Cortezas

Las cortezas de árboles son subproductos que a menudo se descartan, pero contienen compuestos valiosos que pueden ser utilizados en diferentes industrias.

1. **Canonización:** la corteza de especies como el roble se utiliza para extraer taninos, que son empleados en la industria del curtido de pieles
2. **Bebidas funcionales:** La corteza de canela se utiliza en la producción de infusiones y bebidas aromáticas por sus propiedades
3. **Biomateriales:** Las cortezas se pueden procesar para compuestos utilizados en empaques biodegradables
4. **Fertilizantes orgánicos:** A través del compostaje, las cortezas se convierten en abono orgánico que mejora la calidad del suelo
5. **Extractos medicinales:** Algunas cortezas, como la del sauce, se utilizan para obtener salicina, un precursor del ácido salicílico (Saravia Molina, y otros, 2002).

Semillas

Las semillas son ricas en nutrientes y pueden ser aprovechadas de diversas maneras.

1. Suplementos nutricionales: Las semillas de chía y linaza son utilizadas por su alto contenido en omega-3 y fibra
2. Bebidas energéticas: Las semillas de melón se han utilizado para elaborar bebidas funcionales ricas en antioxidantes
3. Aceites esenciales: Las semillas de sésamo son procesadas para obtener aceites utilizados en la cocina y cosmética
4. Proteínas vegetales: Las semillas de sésamo son procesadas para obtener aceites utilizados en la cocina y cosmética
5. Biocombustibles: Semillas oleaginosas como las de girasol son utilizadas para la producción de biodiesel (Saez, 2022).

Residuos de café

Los residuos generados durante el proceso de producción del café son abundantes y tienen múltiples aplicaciones.

1. **Suplementos antioxidantes:** Los residuos del café contienen compuestos fenólicos que son utilizados en suplementos nutricionales por sus propiedades antioxidantes (Med, 2009).
2. **Biocombustibles:** Los granos de café desechados pueden ser convertidos en biocombustible mediante procesos de pirolisis (Lopez, 2020).
3. **Fertilizantes orgánicos:** Los residuos del café son ricos en nitrógeno y se utilizan como abono orgánico para mejorar el suelo (Casas Godoy, y otros, 2021).
4. **Bebidas innovadoras:** Se están desarrollando productos que utilizan extractos de café residual para crear nuevas bebidas energéticas con bajo contenido calórico (Casas Godoy, y otros, 2021).
5. **Cosméticos naturales:** Los residuos de café se emplean en la formulación de exfoliantes naturales debido a su textura y propiedades antioxidantes (Casas Godoy, y otros, 2021)

JAMAICA (*HIBISCUS SABDARIFFA L.*)

Origen

La flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), también conocida como rosa de Jamaica o Rosa de Abisinia, pertenece a la familia de las malváceas y es originaria de África tropical, aunque se cultiva ampliamente en América central, América del sur y en el sudeste asiático (Blunden, y otros, 2005) En la **tabla 1**, se muestra la clasificación taxonómica de la Jamaica.

El cultivo de la flor de Jamaica se ha expandido a lo largo de los años hacia Centroamérica y otras regiones tropicales y subtropicales, como partes de Asia y América Latina, donde se adapta bien a climas cálidos y soleados. (Navidad Murrieta, y otros, 2019)

Taxonomía

Tabla 1. Características taxonómicas

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Subfamilia	Malvoideae
Genero	Hibiscus
Especie	Sabdariffa

Fuente: Características taxonómicas (Navidad Murrieta, y otros, 2020)

La Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) es una planta de siembra anual, erecta, arbustiva, cubierta de ramas, generalmente sus tallos pueden alcanzar hasta 2.4 m de alto. Carvajal et al., 2006) Sus hojas son verdes aserradas y agudas con venas rojizas y peciolo de 7.5 a 12.5 cm de longitud (Navidad Murrieta, y otros, 2019), sus flores son de un color amarillo con centro color rosa a rojo marrón que cambia a rosado a medida que llega la tarde hasta marchitarse (Meza-Chavarría, 2012); se sostienen por separado en la parte alterna de las hojas y pueden llegar a medir hasta 12.5 cm de largo y 4 cm de ancho; el cáliz típicamente de color rojo, consta de 4 a 5 pétalos; su cáliz crece hasta la madurez y el fruto se vuelve carnoso (Blunden, y otros, 2005) La reproducción de la planta es por autofecundación, cada válvula contiene de 3 a 4 semillas afelpadas de color ligeramente café y en forma de riñón que miden de 3 a 4 mm de longitud. Cuando la cápsula está madura y seca, cambia a un color café rojizo y se separa (Blunden, y otros, 2005)

Condiciones de cultivo

El cultivo de la Flor de Jamaica no posee requerimientos difíciles o poco convencionales, razón por la cual es una práctica económica que puede verse favorecida y podría adoptarse a gran escala en regiones colombianas donde aún no ha incursionado. El cultivo de *Hibiscus sabdariffa* se

produce en un tiempo corto en comparación con otros cultivos, por lo cual la inversión puede recuperarse rápidamente y reinvertirse en los procesos de postcosecha y comercialización. A continuación, se presenta el proceso de cultivo de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) (Navidad Murrieta, y otros, 2020)

Tabla 2. Requerimientos de cultivo de Flor de Jamaica

<p>Proceso de cultivo de la flor de Jamaica <i>(Hibiscus sabdariffa)</i></p>	
<p>Requerimientos climáticos:</p>	<p>La <i>Hibiscus sabdariffa</i> puede ser cultivada en regiones con una altitud de 300 a 1000 msnm, de clima seco tropical o subtropical con una temperatura de 22° a 25°C y con un régimen pluvial de entre 400 a 500 mm por año (Navidad Murrieta, y otros, 2020)</p>
<p>Requerimientos del terreno:</p>	<p>Esta malvácea se adapta bien a diferentes tipos de suelos y sustratos. Los suelos más recomendados son los ricos en materia orgánica de fertilidad media o moderada, drenados y húmedos con el fin de evitar que la planta crezca mucho y para que produzca más cálices (Navidad Murrieta, y otros, 2019)</p> <p>La <i>Hibiscus sabdariffa</i> también puede ser cultivada en suelos arenosos dado a que desarrolla un sistema radicular largo y profundo. (Martínez, 1992). Las opiniones de los autores en torno al tipo de suelo recomendado para el cultivo de esta malvácea son diferentes. Según Meza es un cultivo con buena adaptación y se puede establecer en suelos aluviales, arcillosos, pedregosos, o francos arenosos (2012). De acuerdo con Arévalo, la <i>Hibiscus sabdariffa</i> requiere suelos</p>

	<p>franco arcillosos ya que no tolera los encharcamientos propios de los suelos pesados o arcillosos (2012). Por su parte, Cano recomienda que el suelo tenga un contenido de materia orgánica mayor del 2.5%, con un pH de 4.5 a 8.2, libre de sales y con una conductividad no mayor de 1.5 mΩ/cc (2004). De acuerdo con otros autores la flor de Jamaica prefiere suelos de color rojo, cálidos y de poca profundidad (Arévalo, 2012). En el cultivo de flor de Jamaica, según Meza, se necesitan suelos ácidos, con un pH óptimo de 6.5, y un rango de entre 4.5 y 7.5. La pendiente del terreno no debe ser mayor del 50% ni permanecer inundada por más de cinco días (facilitar drenaje) Se recomienda evitar terrenos excesivamente ricos o la aplicación de abonos nitrogenados ya que ello tiende a producir plantas sumamente desarrolladas a expensas de la producción floral.</p>
<p>Diseño agroforestal:</p>	<p>La Flor de Jamaica se puede asociar con otros cultivos con el fin de aprovechar el suelo. De acuerdo con la región, la Flor de Jamaica puede asociarse con cultivos de maíz, frijol o especies forestales como madero negro (<i>Gliricidia sepium</i>), leucaena (<i>Leucaena</i> sp), laurel (<i>Cordia alliodora</i>), entre otras especies afines. Urbina recomienda una alineación de cada 15 m entre calles y 3 m entre plantas. Entre las calles se establecerá el cultivo de maíz/frijol y rosa de Jamaica, ubicando un</p>

	<p>promedio de 2 surcos de maíz/frijol y 9 surcos de rosa de Jamaica. Otra opción sería sembrar entre las calles de los árboles la rosa de Jamaica intercalada entre plantas de maíz, es decir, 130 cm entre surcos y 75 cm entre plantas, intercaladas maíz y rosa de Jamaica sucesivamente (2009).</p>
<p>Siembra:</p>	<p>Se recomienda colocar entre tres y cinco semillas por golpe. La siembra puede ser directa o mediante trasplante y la germinación comienza luego de dos o tres días de enterrada la semilla. Debe hacerse una limpieza del terreno. También es propicia la construcción de un semillero almacigo para cuidar las plantas en sus primeras fases para luego realizar el trasplante, con lo cual no sólo se ahorrará tiempo sino recursos. Hay que recordar, también que la semilla es muy pequeña y por esto le será difícil competir con las herbáceas y otras dificultades que se presentan en los suelos de la región andina colombiana (Nichols-Posada, 2014). El cultivo del semillero se realiza mediante semillas que deben sembrarse con una distancia de diez cm al cuadro enterrándolas con 1 cm de profundidad. El trasplante puede realizarse cuando las plantas alcanzan 10 cm de altura (Martínez, 1992). Actualmente, se manejan como semilleros las bandejas plásticas de plantular de 50, 72, 128, 172 y 200 alvéolos, en las cuales se individualizan las semillas y se emplea un sustrato como la turba</p>

	<p>u otros que garanticen la buena germinación y el desarrollo de la semilla. Cuando se trata de siembra directa se aconseja colocar de tres a cinco semillas por postura con una distancia de 90 cm entre plantas y 130 cm entre surcos. La cantidad de semillas para sembrar 0,70 ha es de tres libras (Urbina, 2009).</p>
Fotoperiodo:	<p>La planta requiere de un fotoperiodo de doce horas luz. Durante el periodo de reproducción requiere de un periodo de oscuridad mínimo de 11.5 horas y para la época de floración un periodo de 12,5 a 13,5 horas luz por día (Cano, 2004).</p>
Demanda de agua:	<p>Se recomienda la aplicación de riegos ligeros cada ocho días después del trasplante. La <i>Hibiscus sabdariffa</i> es una planta que exige hidratación durante el desarrollo vegetativo pero no tolera el encharcamiento ni la densidad poblacional que le reduzca la penetración de luz solar (Meza, 2012).</p>
Floración:	<p>La <i>Hibiscus sabdariffa</i> comienza a florecer en tiempo semi-seco, alrededor de los 100 o 120 días de sembrada de forma definitiva. Cuando termina la floración se recomienda dejar 20-25 días para la formación y madurez del cáliz, es ahí cuando se puede cortar por primera vez (Nichols-Posada, 2014).</p>

Fuente: Requerimientos de cultivo de Flor de Jamaica (Navidad Murrieta, y otros, 2020)

Estacionalidad

De acuerdo con la literatura concerniente al manejo agronómico de la *Hibiscus sabdariffa*, en regiones áridas y semiáridas la siembra puede iniciarse en mayo o en junio para cosechar en octubre. Las fechas de secado de los cálices recolectados después de la cosecha coinciden con el

cese de las lluvias y el advenimiento de las épocas de verano (Torres, 2009). Para obtener plantas robustas, con abundantes ramas y mayor cantidad de frutos se recomienda seguir las fechas de siembra indicadas, ya que siembras tardías dan como resultado plantas pequeñas, de poco follaje y producción (CID-ORTEGA, y otros, 2012)

PRODUCCIÓN EN CHIAPAS

La producción en Jamaica en Chiapas ha ido en aumento, especialmente en la región del Soconusco, donde los campesinos han comenzado a cultivar esta planta debido a su alta demanda en el mercado nacional. Actualmente, hay aproximadamente 60 hectáreas dedicadas al cultivo de Jamaica en Chiapas, con planes para expandir esta área a 500 hectáreas en el futuro (Bautista, 2021)

Los productores del Soconusco han reportado rendimientos de hasta 500 kg por hectárea, superando el promedio nacional de 291 kg por hectárea (Bautista, 2021). Esto se debe a las condiciones favorables del suelo y al uso de técnicas agrícolas adecuadas.

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES

Composición nutricional de calices

La composición proximal en cálices de Jamaica puede variar dependiendo de la variedad, tipo de suelo en el que son cultivados y factores climáticos, por lo que los valores reportados por diversos artículos no son del todo similares, lo que hace necesario caracterizar analíticamente los cálices a utilizar en cada experimentación (Sayago Ayerdi, y otros, 2010)

Tabla 3. Composición proximal de los calices de jamaica (g/ 100g base seca)

Nutriente	Nutriente	Babalola et al., 2001	Sáyago-Ayerdi et al., 2007	Mahadevan, 2009	Mahadevan, 2009
Proteína (a)	Proteína (a)	8.6	9.87	9.2	9.2
Lípidos	Lípidos	2.9	0.59	2.61	2.61
Cenizas	Cenizas	6.8	9.75	6.9	6.9
Fibra dietética total (b)	Fibra dietética total (b)	-	33.9	39.5 - 42.6	39.5 - 42.6

Fibra insoluble	Fibra insoluble	-	29.04	-	-
Fibra soluble	Fibra soluble	-	4.9	-	-
Calcio	Calcio	1602	-	12.63	12.63
Potasio	Potasio	2320	-	-	-
Hierro	Hierro	34.6	-	8.98	8.98
Magnesio	Magnesio	340	-	-	-
Zinc	Zinc	6.3	-	-	-
Ácido ascórbico	Ácido ascórbico	54.8	-	6.7	-
Niacina	Niacina	-	-	3.765	3.765
Tiamina	Tiamina	-	-	0.117	0.117
Riboflavina	Riboflavina	-	-	0.277	0.277

Fuente: Composición proximal de los calices de Jamaica (g/ 100g base seca) (Navidad Murrieta, y otros, 2020)

Propiedades funcionales

Los compuestos bioactivos (CB) son componentes minoritarios de los alimentos, considerados no nutrientes, parcialmente biodisponibles en el organismo y que han demostrado tener efectos positivos para la salud de quienes les consumen, ejemplo de ellos son los polifenoles, carotenoides y fitoesteroles (Sáyago-Ayerdi y Goñi, 2010). Dentro de los CB en la jamaica se han identificado fitoestrógenos, y compuestos fenólicos (CF) los cuales son metabolitos secundarios involucrados en la defensa de plantas frente a la radiación ultravioleta y el ataque de patógenos.

De acuerdo a diversas investigaciones publicadas, en la siguiente imagen se presentan los compuestos fenólicos presentes en extractos de Jamaica incluyendo los compuestos derivados naturalmente como el ácido hibisco, hibiscetina e hibiscetrina.

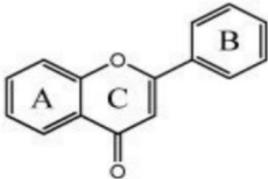
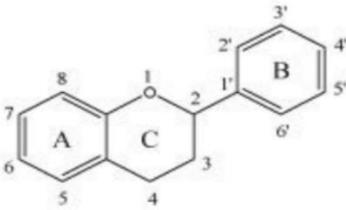
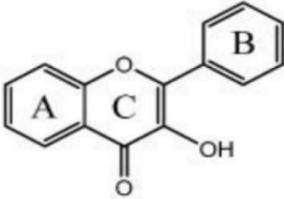
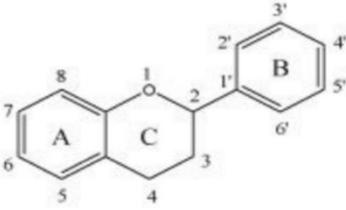
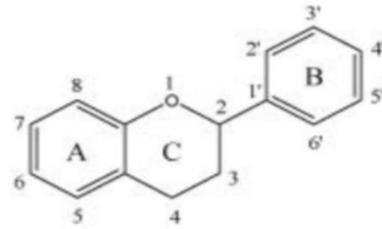
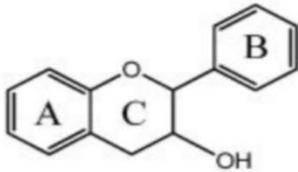
Clasificación	Compuesto								
<p data-bbox="402 409 527 436">Flavonas</p> 	 <table border="1" data-bbox="764 636 1240 720"> <thead> <tr> <th></th> <th>Sustitución -OH</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Luteolina</td> <td>5,7,3',4'</td> </tr> </tbody> </table>		Sustitución -OH	Luteolina	5,7,3',4'				
	Sustitución -OH								
Luteolina	5,7,3',4'								
<p data-bbox="391 928 540 955">Flavonoles</p> 	 <table border="1" data-bbox="813 1142 1192 1306"> <thead> <tr> <th></th> <th>Sustitución -OH</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kaempferol</td> <td>3,5,7,4'</td> </tr> <tr> <td>Quercetina</td> <td>3,5,7,3',4',</td> </tr> <tr> <td>Miricetina</td> <td>3,5,7,3',4',5'</td> </tr> </tbody> </table>		Sustitución -OH	Kaempferol	3,5,7,4'	Quercetina	3,5,7,3',4',	Miricetina	3,5,7,3',4',5'
	Sustitución -OH								
Kaempferol	3,5,7,4'								
Quercetina	3,5,7,3',4',								
Miricetina	3,5,7,3',4',5'								

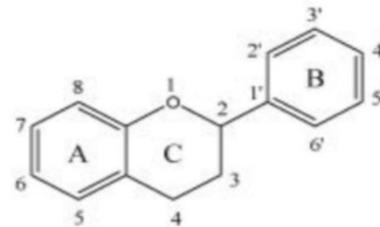
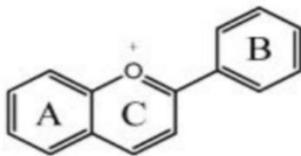
Figura 1. Principales compuestos fenólicos reportados en extractos de Jamaica (De la rosa, y otros, 2009).

Flavanoles



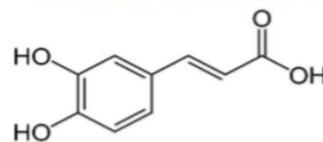
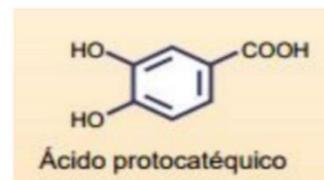
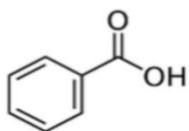
	Sustitución -OH
(+)-Catequina	3,5,7,3', 4',
(-)-Epigallocatechin	3,5,7,3',4',5'

Antocianinas



	Sustitución -OH	Glucosa-Xilosa
Cianidina	3,5,7,3', 4'	
Delfinidina	3,5,7,3',4',5'	
Hibiscina	5,7,3',4',5'	3

Ácidos fenólicos



Ácido clorogénico

Figura 2. Principales compuestos fenólicos reportados en extractos de Jamaica (De la rosa, y otros, 2009).

Ácidos orgánicos

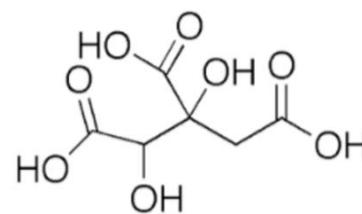
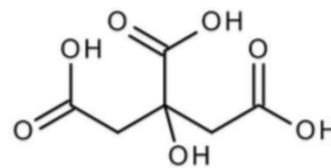
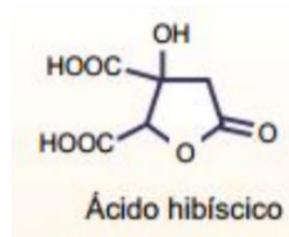


Figura 3. Principales compuestos fenólicos reportados en extractos de Jamaica (De la rosa, y otros, 2009).

Variedades de Jamaica

Las variedades de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) son diversas y se cultivan en diferentes regiones del mundo, cada una con características específicas. Las principales variedades incluyen:

- Criolla Oaxaqueña: Esta variedad es originaria de México, especialmente de la región de Oaxaca. Es conocida por su adaptabilidad a las condiciones locales y su buena producción de cálices.
- Sudán: Esta variedad se cultiva principalmente en África y se caracteriza por su alto rendimiento y resistencia a condiciones adversas. Es popular en la producción comercial debido a su calidad.
- UAN-8: Desarrollada en México, esta variedad es reconocida por su alta producción y calidad de cálices, así como por su resistencia a plagas y enfermedades (Martínez Bolaños, y otros, 2015).

La elección de la variedad adecuada para el cultivo depende de factores como el clima, el tipo de suelo y el propósito de la producción, ya sea para consumo local o exportación.



Figura 4. Jamaica (inaturalismex 2024)

Las flores no solo embellecen el entorno, sino que también pueden ser utilizadas en diversas aplicaciones.

1. **Infusiones y bebidas:** Flores como el hibisco se utilizan para hacer infusiones ricas en antioxidantes y vitaminas (Saez, 2022).
2. **Suplementos nutricionales:** Extractos florales como los de rosa mosqueta son utilizados por su alto contenido en vitamina C (Romero, 2022).
3. **Aceites esenciales:** Flores como lavanda y manzanilla son destiladas para obtener aceites esenciales usados en aromaterapia y cosmética (Saez, 2022).
4. **Biomateriales:** Algunas flores pueden ser procesadas para crear biocompuestos utilizados en empaques biodegradables (Saez, 2022).
5. **Colorantes naturales:** Las flores se utilizan como fuentes de colorantes naturales para alimentos y productos cosméticos (Saez, 2022).

FLOR DE JAMAICA GASTADA

La flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) genera residuos principalmente en forma de cálices gastados tras su uso para la preparación de bebidas y otros productos. Estos residuos, aunque considerados desechos, tienen un alto potencial para ser reutilizados en diversas aplicaciones.

Usos y Aplicaciones de los Residuos

Alimentación

- **Ingredientes Alimentarios:** Los cálices gastados pueden ser procesados en polvos que se utilizan como ingredientes en la elaboración de mermeladas, galletas, helados y otros productos alimenticios, aportando color, sabor y propiedades nutricionales (Zamarron K.F, y otros, 2023)
- **Snacks Saludables:** Se pueden preparar botanas o platos como tinga de jamaica, que aprovechan el sabor residual de la flor (Garay, 2020)

Propiedades Nutricionales

Los residuos de la flor de jamaica son ricos en compuestos fenólicos y antioxidantes, lo que les confiere beneficios para la salud. Se ha demostrado que estos compuestos pueden ayudar a reducir triglicéridos y mejorar la salud cardiovascular.

Aplicaciones Industriales

- **Colorantes Naturales:** Los residuos pueden ser utilizados como colorantes naturales en la industria alimentaria.
- **Cosméticos:** El mucílago obtenido de los tallos y hojas puede ser utilizado en productos cosméticos debido a sus propiedades hidratantes (Ruiz González, y otros, 2015)

Generación de Residuos

Los residuos se generan principalmente durante el proceso de extracción acuosa para preparar bebidas. Por ejemplo, una unidad productiva puede generar hasta 4 kg de residuos por semana al producir agua de jamaica (Zamarron K.F, y otros, 2023). La recolección de los cálices se realiza generalmente entre octubre y diciembre, coincidiendo con la temporada alta de cultivo.

PECTINAS

La pectina es un polisacárido que se encuentra en la mayoría de los vegetales; principalmente en el albedo o cascara de las frutas constituyendo la pared celular, teniendo la función de cemento de cemento intercular. Las pectinas son hidrocoloides que poseen propiedades coloidales que absorben gran cantidad de agua formando geles con propiedades espesantes, y estabilizantes son insolubles en alcoholes. (Vazquez, y otros, 2023). La pectina está formada por ácidos pectínicos solubles en agua de grado de metilación variado que son capaces de formar geles con azúcar y ácido. Las pectinas son una mezcla de polisacáridos, ácidos y neutros muy ramificados están constituidas por largas cadenas formadas por unidades de ácidos D-galacturónico, con el grupo carboxilo libre, o bien ácido galacturónico con el carboxilo esterificado con metanol (metoxilado). (Vazquez, y otros, 2023). La extracción de pectina se realiza principalmente a través de un proceso de hidrólisis ácida. Los principales parámetros que afectan el proceso son el pH, la temperatura y el tiempo de extracción: El pH óptimo para la extracción de pectina generalmente se encuentra entre 1.5 y 3.0. Un pH más abajo (alrededor de 2.0) permite extraer una mayor cantidad de pectina, pero con menor masa molar y viscosidad. (Zeda Franco, y otros, 2015). La temperatura óptima para la extracción suele estar entre 60 y 87°C. Temperaturas más altas pueden degradar la pectina, reduciendo su tamaño molecular y viscosidad. (Vazquez, y otros, 2023) La obtención de pectina es un proceso importante en la industria alimentaria y química, dado que la pectina es un polisacárido que actúa como agente gelificante y estabilizante en varios productos. A continuación, se presenta una explicación detallada sobre los métodos de extracción de pectina, sus condiciones y características.

Las pectinas son heteropolisacáridos de alto peso molecular que se presentan en la naturaleza como elementos estructurales del sistema celular de las plantas, que se encuentran en la lámina media y en las paredes celulares primarias y secundarias de todos los tejidos vegetales (Voragen *et al.*, 2009). Su componente principal es el ácido poli galacturónico, que existe parcialmente esterificado con metanol (Herbstreith & Fox 2001).

Estructuralmente las pectinas forman polímeros de las unidades de ácido D-galacturónico (AGA) unidos entre sí por enlaces glucosídicos α -1,4, el cual se encuentra parcialmente esterificado el grupo carboxilo con metanol, así pues, se le denomina Homogalacturonano (HG); las propiedades funcionales de las pectinas dependen entre otros factores como lo es su grado de esterificación. Las cadenas del esqueleto estructural de HG están interrumpidas por unidades

de L-ramnosa unidas por enlaces α (1 \rightarrow 2), aunque también se pueden encontrar unidades de galactosa, arabinosa, glucosa y xilosa, generalmente en forma de cadenas laterales cortas de las cuales se forman cadenas laterales de azúcares; a esta región se la denomina Ramnogalacturonano (RG) (Ardila, 2007).

Las pectinas según su grado de esterificación se pueden clasificar así: pectinas de alto grado de metoxilación (HM), pectinas de bajo grado de metoxilación (LM) y en otras sustancias pécticas como las pectinas desmetiladas o moléculas amidadas (Vandamme *et al.*, 2002). Las pectinas HM presentan valores de metoxilación comprendida entre el 60% – 75% ya que el metanol puede perderse con relativa facilidad por hidrólisis ácida o enzimática, dejando el grupo ácido libre, por esto se clasifica en función del porcentaje de restos de ácido galacturónico, y cuando este porcentaje disminuye hasta un 20% - 40% se habla de pectinas LM (Chasquibol-Silva *et al.*, 2008; Crispín *et al.*, 2012).

La capacidad formadora de geles de pectina se ve influenciada de manera directa por los grados de metoxilación (Crispín *et al.*, 2012). De esta forma, las pectinas HM necesitan un intervalo de pH cercano a 3 para crear geles, que son generalmente solubles en agua caliente y tienen que contener un agente dispersante, como la dextrosa, para que no formen grumos a lo largo del desarrollo de gelificación; a diferencia de las pectinas LM que independientemente del pH del medio genera geles, pero necesitan la existencia de una cantidad dominada de iones calcio u otro catión divalente (Sriamornsak, 2003).

Existen algunos componentes estructurales que le dan a la pectina enorme rigidez, convirtiéndola en una composición insoluble llamada protopectina; algunos de estos componentes son los puentes de Ca^{2+} entre grupos carboxílicos libres y la unión de las cadenas de azúcares laterales a la celulosa (Sakai *et al.*, 1993). Por lo anterior, las pectinas son excelentes coloides, que poseen la propiedad de absorber una cantidad enorme de agua, (Páez *et al.*, 2005), poseen grupos carboxílicos del ácido poli galacturónico medianamente esterificado con metanol y tienen la capacidad de formar geles en condiciones apropiadas.

Por lo tanto, las pectinas tienen gran importancia en la industria alimenticia y farmacéutica por sus propiedades gelificantes, espesantes, curativas, nutritivas, estabilizantes y como sustitutos de grasa en alimentos de bajo aporte calórico. Su aplicación más común es productos como la mermelada, jaleas y salsas; todo esto gracias a que la pectina tiene regiones polares y apolares dentro de su molécula, lo que permite incorporarla a diferentes sistemas alimenticios (Pagani,

1990; Thakur *et al.*, 1997). Las pectinas se emplean en mixtura con lípidos en la producción de películas comestibles de doble capa y emulsionadas (Morillon *et al.*, 2002; Pastor *et al.*, 2005). En la industria farmacéutica es utilizada como ingrediente en la elaboración de fármacos por su acción protectora y reguladora del sistema gastrointestinal; es utilizada como ingrediente en preparaciones como antidiarreicos, desintoxicantes, ya que se aprovecha el uso terapéutico de la pectina como constituyente de la fibra dietaria (Endress, 1991; Thakur *et al.*, 1997). También se ha demostrado que posee actividad anticancerígena frente a cánceres como los de colon, próstata, mama y pulmón (Eliaz & Raz, 2019).

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE PECTINA

Extracción convencional: La extracción convencional de pectina generalmente implica el uso de calor y un medio ácido. Este proceso puede requerir temperaturas superiores a 60°C durante periodos que varían entre 30 minutos o 6 horas, lo que conlleva un alto consumo energético. Se utiliza un rango de pH más bajo aumenta el rendimiento de pectina extraído. Sin embargo, esto puede afectar la calidad de la pectina, ya que un pH demasiado ácido puede descomponer las cadenas de pectina. (Cabarcos Henao, y otros, 2012)

Extracción asistida por microondas: Un método más eficiente es la extracción de pectina por hidrólisis ácida asistida por microondas (HMO). Este método permite reducir significativamente el tiempo de extracción a menos de 15 minutos, manteniendo un rendimiento comparable al de los métodos tradicionales. La energía se aplica de manera homogénea, lo que mejora la eficiencia del proceso y reduce el consumo energético.

Condiciones óptima: Los estudios han indicado que las condiciones óptimas para la extracción de pectina incluyen un pH de alrededor de 2.0 y temperaturas entre 60 y 87 °C. En investigaciones realizadas, se ha reportado un rendimiento de extracción de hasta el 20.68% a partir de cáscaras de plátano, lo que demuestra la efectividad de los métodos de extracción ácida. (Vazquez, y otros, 2023)

Estructura y propiedades de la pectina: La pectina es un carbohidrato complejo que contiene principalmente ácido galacturónico. Su estructura se compone de cadenas de este ácido, que pueden variar en longitud y en el grado de metoxilación. La metoxilación se refiere a la presencia de grupos metilo en la estructura, lo que influye en las propiedades gelificantes de la pectina. Se clasifica en pectina de alto metoxilo (más del 50% de metoxilos) y bajo metoxilo (menos del 50%), cada una con diferentes aplicaciones en la industria. (Vazquez, y otros, 2023)

Aplicaciones de la pectina: La pectina tiene múltiples aplicaciones en la industria alimentaria, donde se utiliza en la elaboración de jaleas, mermeladas, y productos lácteos. Además, su capacidad para formar geles la hace valiosa en la formulación de productos que requieren una textura específica (Rubiano Gonzales, y otros, 2022)

FUENTES DE EXTRACCIÓN DE PECTINA

Las pectinas están presentes en diferentes alimentos de contenido vegetal como pulpas de fruta y verduras o de subproductos de la industria alimentaria; su obtención se da principalmente de materias primas como cascaras o cortezas de cítricos como limón, naranja, toronja, lima y de la pomaza y/o residuos de manzana, donde estos contienen cantidades elevadas de pectinas; su extracción comercial se da principalmente de cascaras de cítricos en un 85%, el orujo de manzana en un 14% y en menor proporción de la pulpa de remolacha azucarera (Ramos *et al.*, 2016; Chetouani *et al.*, 2017).

Sin embargo, las pectinas también se obtienen de otras frutas tales como: piña, guayaba, tomate de árbol, maracuyá (Gómez, 1998), y de otras fuentes como de cacao (Barazarte & Unai 2008; Mendoza *et al.*, 2017), cáscara de parchita (Páez *et al.*, 2005), Arándanos (Loyola *et al.*, 2013), la cáscara de mango (Berardini *et al.*, 2005), la cáscara de papaya pintona (Isaza *et al.*, 1996); algunos residuos agroindustriales pueden ser utilizados para la extracción de pectinas, como de la cáscara de plátano (Ramos *et al.*, 2016), residuos de naranja, piña, jamaica y mango (Ferreira, 2007). (Rubiano Gonzales, y otros, 2022).

DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

A pesar de su potencial, los aprovechamientos de los residuos agroindustriales enfrentan desafíos, como la falta de infraestructura adecuada para su recolección y procesamiento. Sin embargo, iniciativas para fomentar la economía circular están ganando terreno, lo que podría transformar estos residuos en valiosas materias primas, contribuyendo así la sostenibilidad ambiental y económica. (Romero Saez, 2022)

HIPÓTESIS

Estudios previos han demostrado que las flores de jamaica natural contiene una cantidad significativa de pectina, por lo tanto, las flores de jamaica gastada podrían ser efectivas para obtener pectinas.

METODOLOGÍA

Tipo de investigación:

El presente trabajo es clasificado como un estudio experimental, ya que esta investigación no solo busca obtener un producto valioso, si no también contribuir al conocimiento sobre el uso de residuos orgánicos, lo que la convierte en un área relevante en el campo de la biotecnología y la ingeniería química.

Diseño de investigación:

Esta investigación se clasifica como un estudio experimental ya que se emplean métodos experimentales para evaluar la extracción de pectina y su efecto en el rendimiento y calidad de la pectina obtenida. Además de la extracción, la investigación incluye la caracterización de la jamaica gastada, analizando sus propiedades nutricionales y tecno-funcionales. La investigación se llevó a cabo en los laboratorios de análisis de alimentos 1 y 2, de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, por la cual nos permite obtener más información para nuestro trabajo de investigación.

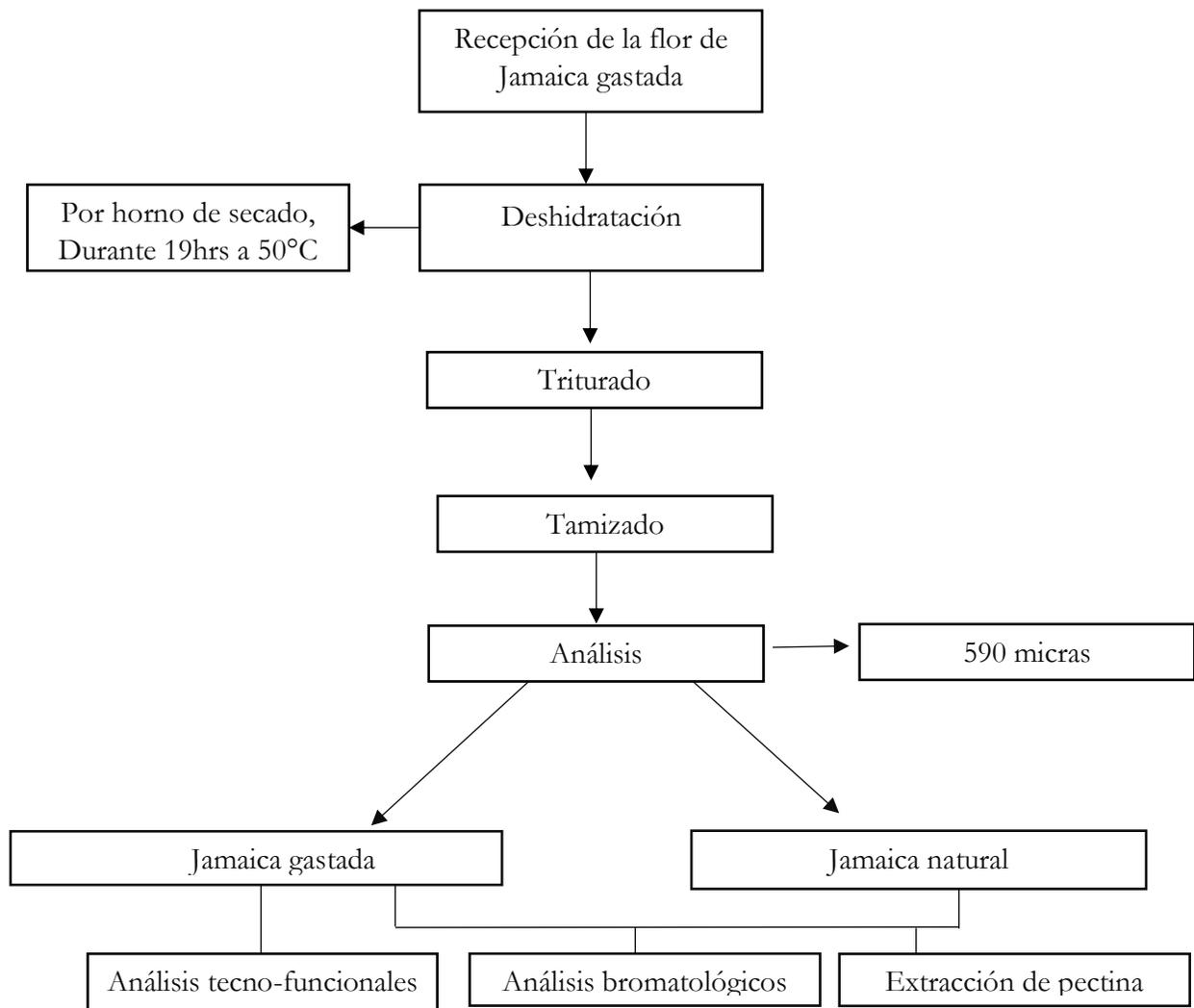


FIGURA 1. DIAGRAMA DE FLUJO

DISEÑO EXPERIMENTAL

VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES

En la **tabla 4**, se muestra las variables dependientes e independientes que se evaluarán en este proyecto, las dependientes están representadas por los tratamientos que se aplicarán y las independientes representan los análisis que realizarán para verificar la composición.

Tabla 4. Descripción de variables

Variables dependientes	Variables independientes
<p>Análisis tecno-funcionales</p> <p>1. Propiedades de hidratación y retención de agua:</p> <ul style="list-style-type: none">• Solubilidad• Sólidos solubles• Higroscopicidad• 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• Capacidad de formar geles	<p>Jamaica gastada</p> <ul style="list-style-type: none">• PJG: Polvo Jamaica gastada <p>Temperatura</p> <ul style="list-style-type: none">• T1: 50°C
<p>Análisis proximal</p> <ul style="list-style-type: none">• Humedad• Cenizas• Fibra• Grasa• Proteína	<p>Jamaica gastada</p> <ul style="list-style-type: none">• PJG: Polvo Jamaica gastada <p>Temperatura</p> <ul style="list-style-type: none">• T1: 50°C <p>Jamaica natural</p> <ul style="list-style-type: none">• PJN: Polvo Jamaica natural <p>Temperatura</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • T1: 50°C
<p>Extracción de pectina</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extracción de pectina 	<p>Jamaica gastada</p> <ul style="list-style-type: none"> • JGD: Jamaica gastada desengrasada <p>Temperatura</p> <ul style="list-style-type: none"> • T1: 50°C <p>Jamaica natural</p> <ul style="list-style-type: none"> • JND: Jamaica natural desengrasada <p>Temperatura</p> <ul style="list-style-type: none"> • T1: 50°C <p>Jamaica natural</p> <ul style="list-style-type: none"> • JNSD: Jamaica natural sin desengrasada <p>Temperatura</p> <ul style="list-style-type: none"> • T1: 50°C <p>Jamaica gastada</p> <ul style="list-style-type: none"> • JNSD: Jamaica gastada sin desengrasada <p>Temperatura</p> <ul style="list-style-type: none"> • T1: 50°C

Nota: T: Temperatura, PJG: Polvo Jamaica gastada, PJN: Polvo Jamaica natural, JGD: Jamaica gastada desengrasada, JGSD: Jamaica gastada sin desgrasar, JND: Jamaica nueva desgrasar, JNSD: Jamaica nueva sin desgrasar.

DESCRIPCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

Durante la elaboración de cada uno de los análisis, las materias primas utilizadas fueron la Jamaica gastada y la Jamaica nueva de las cuales se obtuvo 1 polvo (Jamaica gastada) totalmente polvorizado y 1 polvo (Jamaica natural) tritura manualmente con un mortero.

Reactivos: Los reactivos utilizados durante todos los análisis fueron los siguientes: Sulfato de sodio, Scharrer-kurschener (S-K), acetona, Hexano, Sosa-Tiosulfato, Ácido Bórico, Ácido Sulfúrico, Indicador Micro- kjeldahl, Etanol al 96%, Etanol al 99%, Ácido Clorhídrico (HCl).

Materiales para análisis: Tubos Iónicos, Placa de Petri, Vasos de Precipitado, Matraz Balón de destilación con perlas de ebullición, Crisoles, Mortero, Vasos Berzelius, Matraz Erlenmeyer, Embudo, Matraz de vidrio Micro-Kjeldahl, Vidrio de reloj, Pipeta de 10ml, Pipeta de 5ml, Agitador de cristal, Jeringa de Succión.

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), Agitador de laboratorio orbital F355, Agitador Córtext.

PROCESO

POLVOS OBTENIDOS DE JAMAICA GASTADA Y JAMAICA NATURAL.

Obtención de materia prima: La Jamaica gastada fue conservada en un congelador a 0°C en los restaurantes de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, mientras tanto la Jamaica natural fue obtenida del mercado del norte de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

Deshidratación: La Jamaica gastada previamente descongelada fue llevada a un horno de secado durante 19 horas a 50°, la Jamaica natural al igual que la gastada tuvo el mismo procedimiento.

Triturado: Pasado el tiempo de deshidratación y tener ambas Jamaica debidamente manejables para poder ser trituradas, se realizó la trituración, la Jamaica gastada fue tritura con un maquina moledora trituradora, la Jamaica natural fue triturada manualmente con un mortero.

Tamizado: Previamente triturada la Jamaica el único polvo que fue tamizado fue la Jamaica gastada, hasta conseguir partículas de tamaño entre 297 micras, malla #30, y 590 micras, malla #50, este fue tamizado con una malla #30.

Envasado: Después de haber sido tamizado el polvo de Jamaica gastada y previamente triturada la Jamaica natural se guardó en bolsas plásticas con cierre, para después ser colocado en frascos de vidrio para evitar que absorbieran humedad ambas muestras.

RESULTADOS

ANÁLISIS PROXIMAL

Para los análisis proximales se elaboró 1 polvo donde la flor de jamaica gastada fue deshidratada, la cual cabe recalcar que antes de ser deshidratada se mantuvo en congelación, para la siguiente muestra se utilizó la jamaica natural previamente triturada con un mortero, en la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos en el análisis proximal aplicada a cada muestra J1 y J2.

Tabla 5. Análisis proximal de los polvos jamaica gastada y jamaica natural.

Tipos de análisis	Jamaica natural	Jamaica gastada
Humedad	10.2±0.14	5.92±0.06
Cenizas	10.4±0.27	6.49±0.05
Fibra	24.1±0.39	35.6±0.41
Grasa	0.46±0.08	1.57±0.04
Proteína	4.59±0.14	7.52±0.51

La normativa que establece el porcentaje máximo permitido de humedad en los polvos extraídos de flores o hortalizas se encuentra en la **Norma Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994**. Esta norma se aplica a alimentos en general y establece que el contenido de humedad no debe exceder el 10% para productos deshidratados, aunque puede variar dependiendo del tipo específico de producto. Por lo tanto, como se observa en la **figura 5**. La JG se considera con porcentajes adecuados, mientras tanto la muestra JN se encuentra en el máximo permitido, obteniendo como resultado JN: 10.377 y JG: 6.095%, ya que valores a humedad superiores a 13% pueden ayudar al crecimiento de mohos y 16% para el crecimiento de bacterias (Castro, 2006)

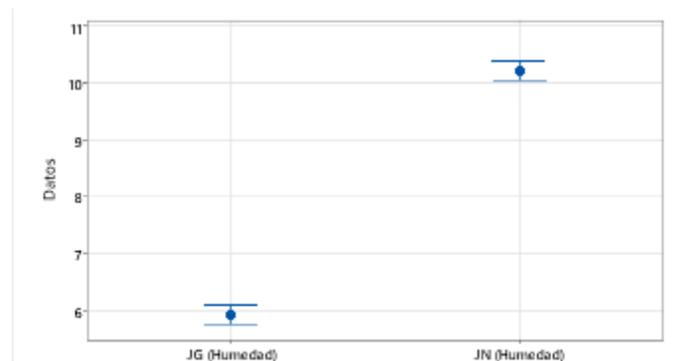


Figura 5. Media (humedad)

En el análisis estadístico se encontró diferencias estadísticamente significativas (prueba anova de un solo factor) en las dos muestras, donde jamaica gastada obtuvo 6.796% y jamaica nueva con 10.777%, este resultado se puede observar en la **figura 6**. Debido a que su constitución es diferente, JN es jamaica nueva y JG es jamaica gastada, la comparación se realizó para verificar cuál de los dos polvos tienen mayor contenido de cenizas.

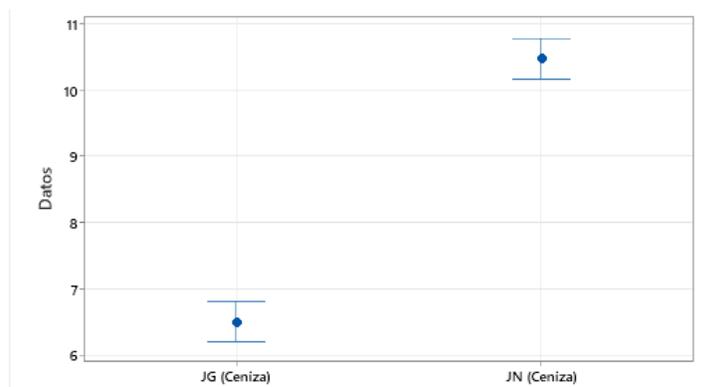


Figura 6. Medias (ceniza)

En este proyecto de investigación se extrajo grasa por el método Soxhlet (A.O.A.C 2000), en el cual ambas muestras salieron con bajo contenido de grasa; JN arrojando 1.685% y JG arrojando 0.574%. En **la figura 7**, podemos observar que en el análisis estadístico se encontró una diferencia significativamente pequeña.

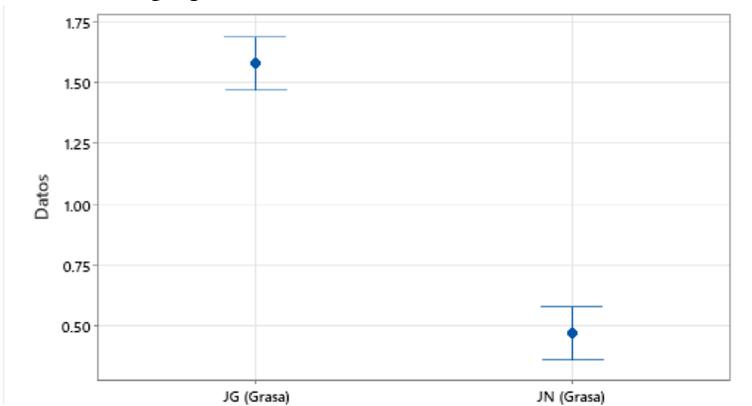


Figura 7. Medias (grasa)

La flor de jamaica, también conocido como *Hibiscus sabdariffa*, contiene bajo contenido de proteínas. Según la información nutrimental disponible: en una proporción de 100 gramos la jamaica, se reporta que contiene aproximadamente 0.96 gramos de proteínas (Jose, 2020). En porciones más pequeñas, como una porción libre (que puede equivaler a menos de 10 gramos), el contenido de proteínas es de 0.0 gramos. En la **figura 8**, se observa que hay diferencia estadísticamente significativa en ambas muestras debido a que su constitución es distinta, jamaica natural con 5.192% y jamaica gastada con 8.118%.

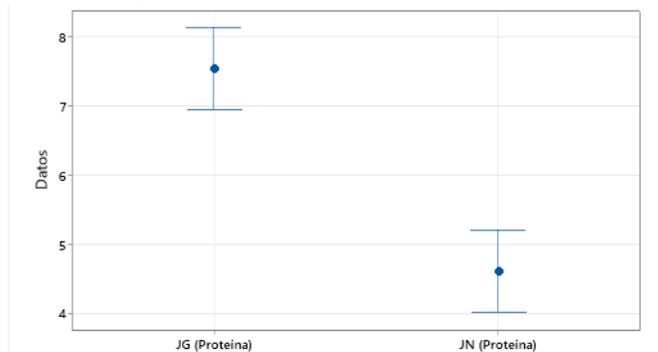


Figura 8. Medias (proteína)

Esto indica que, aunque la flor de jamaica tiene algo de contenido proteico, es bastante bajo en comparación con otros alimentos ricos en proteínas. Por lo tanto, no es considerada una fuente significativa de proteínas en la dieta.

En la caracterización de las muestras se llevó a cabo el contenido total de fibra cruda. La flor de jamaica, conocida científicamente como *Hibiscus sabdariffa*, es reconocida por su alto contenido de fibra dietética. Según diversos estudios, el contenido de fibra cruda en los cálices de jamaica se presenta de la siguiente manera: Se ha reportado que el contenido total de fibra dietética puede variar entre el **40 y el 48.6%** en diferentes variedades y condiciones de procesamiento. Por ejemplo, en un estudio se encontraron valores de **43.9 y 40.1%** de fibra en algunas variedades específicas, la cuantificación arrojó que la jamaica natural contiene 24.746% y jamaica gastada contiene 36.318% en el análisis estadístico se encontró diferencias significativas (**figura 9**)

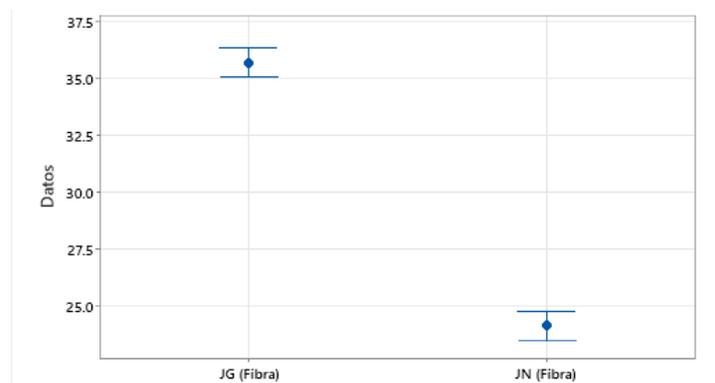


Figura 9. Medias (fibra)

Estos altos niveles de fibra hacen que la jamaica sea un ingrediente valioso en la producción de alimentos, especialmente en productos como mermeladas, donde se busca mejorar la calidad nutricional y funcional del producto final. Además, su contenido en fibra contribuye a la salud digestiva y puede tener efectos beneficiosos sobre la saciedad y el control del peso.

En la caracterización de los polvos de jamaica nueva y gastada, se cuantificó el contenido total de CHOs, los carbohidratos, también conocidos como hidratos de carbono (CHOs), son un componente esencial de la alimentación humana, desempeñando funciones cruciales en el organismo, los carbohidratos son vitales para una dieta equilibrada, proporcionando energía rápida y contribuyendo a diversas funciones biológicas esenciales, donde jamaica gastada contiene 43.681 y jamaica natural con 51.027%.

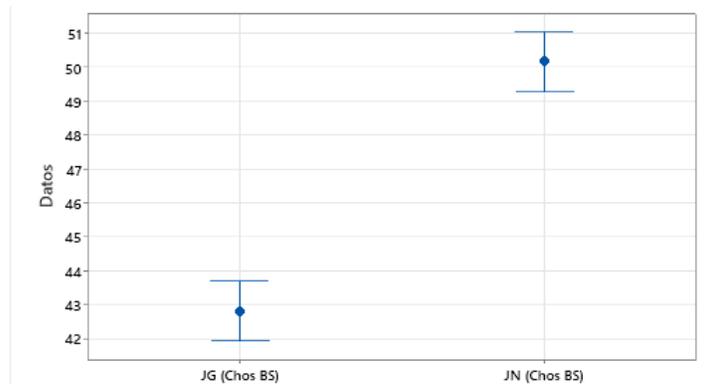


Figura 10. Media (CHOs)

ANÁLISIS TECNO-FUNCIONALES

Para los análisis tecno-funcionales se utilizó el polvo de jamaica gastada deshidratado, estos análisis son fundamentales para maximizar su potencial como un producto alimenticio saludable y funcional. A través de estos estudios, se pueden mejorar las prácticas de producción, desarrollar nuevos productos y aumentar la competitividad en el mercado, todo mientras se contribuye a la sostenibilidad y al bienestar de la población.

Tabla 6. Resultados de propiedades de hidratación, retención de agua y propiedades emulsionantes.

	Tipo de análisis	Jamaica gastada
Propiedades de hidratación y retención de agua.	Solubilidad	0.15±0.08
	Sólidos solubles	1.6±0.17
	Higroscopicidad	0.02±0.40
	Capacidad de hinchamiento	10.1±0.20
	Capacidad de retención de aceite	0.38±0.01
	Propiedades emulsificantes	Capacidad de retención de agua
Capacidad de atrapar agua		1.58±0.38
Estabilidad emulsionante		47.6±9.6

La solubilidad (SD) es la capacidad de una sustancia, conocida como **soluto**, para disolverse en otra, denominada **solvente**, formando una mezcla homogénea (Rhoton, 2023), el porcentaje de solubilidad se considera mayor cuando se tiene un valor de 90%, conforme a lo anterior podemos observar en la **Tabla 6**, que la jamaica gastada es de bajo valor siendo esta de 0.15%

Los sólidos solubles (SS) son sustancias que pueden disolverse en un líquido (solvente) hasta alcanzar un límite específico, conocido como su **solubilidad**. Esta capacidad de disolverse

depende de varios factores, incluyendo la naturaleza del sólido, el tipo de solvente, la temperatura y la presión, los carbohidratos no estructurales mayores a 20% se consideran solidos solubles altos, por lo cual como podemos observar en la **tabla 6**, la jamaica gastada obtuvo un porcentaje de 1.6%.

La higroscopicidad es una propiedad fundamental en el análisis de materiales, especialmente en contextos como la construcción, la industria alimentaria y la conservación de productos. Se refiere a la capacidad de un material para absorber y retener humedad del ambiente, lo que puede influir significativamente en su comportamiento y calidad, el porcentaje de higroscopicidad se considera menor cuando es menor entre 2, mediano del 2% al 15% y mayor al 15%, se observa en la **tabla 6**, el polvo de jamaica gastada se considera de bajo porcentaje de higroscopicidad teniendo un porcentaje de 0.02%.

La capacidad de hinchamiento se refiere a la habilidad de un material para aumentar su volumen al absorber agua. Este fenómeno es especialmente relevante en el análisis de materiales biológicos, polímeros y fibras, y tiene aplicaciones prácticas en diversas industrias, incluyendo la alimentaria, agrícola y de construcción. Los valores para capacidad de hinchamiento van desde 2.3 a 7.1%, por lo cual en la **tabla 6**, podemos observar que el porcentaje es de 10.1%, a mayor capacidad de aumentar el exceso de agua podría provocar un aumento en el bolo fecal.

La capacidad de retención de aceite (CRAC) es una propiedad funcional importante en el análisis de alimentos y otros productos, que se refiere a la cantidad máxima de aceite que un material puede absorber y retener. (Paucar Menacho, y otros, 2021) menciona que la capacidad de adsorción de aceite en harinas de residuos hortofrutícolas es menor a 2 g aceite/g de harina y para cereales los valores fluctúan entre 2 a 4 g aceite/g harina, como pueden observar en la **tabla 6**, el porcentaje fue bajo obteniendo un 0.38%.

La Capacidad de retención de agua se puede definir como la cantidad máxima de agua que un material puede almacenar en relación con su peso o volumen. (Paucar Menacho, y otros, 2021) menciona que en harinas presentan una CRA mayor a 10 gramos, por lo cual como pueden observar en la **tabla 6**, obtuvimos 7.4% por lo cual el polvo de jamaica no retiene agua ya que es bajo en CRA.

La estabilidad emulsionante es un concepto crucial en la formulación de emulsiones, que son mezclas de dos líquidos inmiscibles, como agua y aceite. Esta estabilidad se refiere a la capacidad

de una emulsión para mantener su estructura y propiedades a lo largo del tiempo, evitando fenómenos como la separación de fases, cremosidad o sedimentación (Wieland, 2021). Las propiedades emulsificantes en harinas o polvos deben tener un porcentaje menor de 50%, por lo cual como podemos observar en la **tabla 6**, estamos sobre el porcentaje teniendo estabilidad emulsionante adecuado ya que obtuvimos un porcentaje de 47.6%.

CAPACIDAD DE FORMAR GELES

Este análisis fue realizado a partir del polvo obtenido de la jamaica deshidratada, la capacidad de formar geles es una propiedad esencial en la formulación de productos alimentarios. A través de métodos de evaluación como la viscosidad y el análisis de textura, se pueden caracterizar y optimizar los geles para diversas aplicaciones. Comprender los factores que influyen en la formación de geles permite a los formuladores desarrollar productos de alta calidad que satisfacen las expectativas del consumidor. La investigación continua en este campo es vital para innovar y mejorar la funcionalidad de los ingredientes en la industria alimentaria.

Tabla 7. Resultados capacidad de formar geles

Por 10 ml	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 1	Muestra 2
4%:0.4g+9.6ml	0.402	0.4001	Si	Si
8%:0.8g+9.2ml	0.8053	0.8054	Si	Si
12%:1.2g+8.8ml	1.2036	1.2013	Si	Si
14%:1.4g+8.6ml	1.4066	1.4083	Si	Si
16%:1.6g+8.4ml	1.6071	1.6008	Si	Si
18%:1.8g+8.2ml	1.8078	1.8045	Si	Si
20%:2g+8ml	2.0023	2.0977	Si	Si

Estos análisis fueron realizados en base a la metodología que se encuentra en el **anexo 10** por lo tanto si hubo formación de geles como se esperaba.

EXTRACCIÓN DE PECTINA

Este análisis fue realizado con 4 muestras, la M1 la Jamaica nueva desengrasada, la M2 la Jamaica nueva sin desengrasar, la M3 la Jamaica gastada desengrasada, la M4 la Jamaica gastada sin desengrasar, este análisis fue realizado de esta manera para tener una comparación significativa

de cada muestra con el fin de saber cuánta pectina se podía obtener de cada una de estas teniendo en cuenta sus diferencias, el análisis fue realizado tomando en cuenta la metodología del **anexo 16**, en la **tabla 8**, se muestra cuanta pectina fue obtenida de cada una de ellas.

Tabla 8. Rendimiento de pectinas extraídas en flores de jamaica natural y gastada

Muestra	muestra (g)	Pectina (g)	Rendimiento (%)
M1 JND	48	1.8447	3.8431
M2 JNSD	50	1.1163	2.2326
M3 JGD	58	2.8224	4.8662
M4 JGSD	58	4.0117	6.9167

Nota: M1: Muestra 1, JND: Jamaica nueva desengrasada, JNSD: Jamaica nueva sin desengrasar, JGD: Jamaica gastada desengrasada, JGSD: Jamaica gastada sin desengrasar.

DETERMINACIÓN DE PESO EQUIVALENTE Y DE ACIDEZ LIBRE

Para la determinación del peso equivalente y acidez libre por titulación se empleó las técnicas de owens (23)



Figura 11. Determinación de peso equivalente y de acidez libre

DETERMINACIÓN DE METOXILO

A la solución empleada para la determinación del peso equivalente agregar 12.5ml de hidróxido de sodio a 0.1N, agitar perfectamente, tapan el Erlenmeyer y dejar en reposo por 30 minutos a temperatura ambiente, agregar luego 12.5 ml de la disolución de ácido clorhídrico 0.1N o la equivalente de ácido para neutralizar la soda adicionada. Agitar perfectamente y titular con solución de hidróxido de sodio a 0.1N, tomando como punto final de la titulación pH de 7.1 o color rojizo permanente por 20 segundos.

Tabla 9. Determinación de metoxilo

	Muestra control (%)	JND (%)	JNSD (%)	JGD (%)	JGSD (%)
M1	9.97	6.96	8.76	1.59	2.43
M2	9.85	6.79	8.88	1.34	2.31
M3	9.85	6.79	8.34	1.38	1.89

(Cabarcas Henao, y otros, 2012) menciona que las pectinas de alto metoxilo son aquellas que contienen más del 50% de los grupos carboxilos del ácido galacturónico del polímero se encuentra esterificado con metanol y las pectinas de bajo metoxilo son aquellas en las cuales menos del 50% de los grupos hidroxilo están esterificados con metanol, como podemos observar en la **figura 14**, las pectinas extraídas de la ambas muestras contienen bajo metoxilo ya que tiene un porcentaje de 7%.

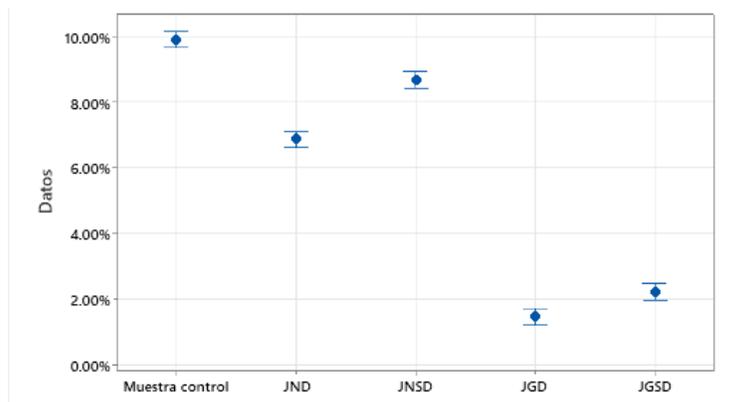


Figura 12. Análisis metoxilos

CONCLUSIÓN

En este proyecto experimental se analizaron dos polvos, uno de jamaica gastada y otro de jamaica natural, las cuales fueron sometidas a un análisis químico proximal, además, se realizaron análisis tecno-funcionales al polvo de Jamaica gastada en el cual se identificó formación de geles, con este resultado se procedió a realizar cuatro extracciones de pectina por hidrólisis ácida, donde la variable entre ellas es el contenido de grasa. La extracción con mayor rendimiento de pectina fue para la muestra jamaica gastada sin desgrasar, lo anterior debido a que el contenido de grasa para los polvos no supera el 2%, por lo que no interfiere en la extracción, no se genera una emulsión. También se cuantificó el porcentaje de metoxilo a cada una de las pectinas, donde las 4 pectinas extraídas resultaron ser de bajo Metoxilo, lo anterior se basa en lo descrito por Cabada Herrera y otros (2023), donde considera que una pectina de alto metoxilo, debe tener un grado de metoxilación que supere el 50% y una pectina de bajo metoxilo es aquella que tiene menos del 50%.

Las pectinas obtenidas pueden usarse para gelificar en ausencia de concentraciones altas de sacarosa, algunos productos como frutas preparadas para yogurt, geles de postres y salsas. Guerrero, Suarez y Orozco (2017)

Recomendaciones:

- Si se desea realizar una investigación de seguimiento se sugiere hacer pruebas de gelificación a cada pectina extraída.
- También se sugiere realizar pruebas cualitativas en rayos x para evaluar la pureza de la pectina.

GLOSARIO

Pectina: La pectina es un polisacárido complejo que se encuentra principalmente en las paredes celulares de los vegetales, especialmente en las frutas. Su función principal es actuar como un agente gelificante y espesante en la industria alimentaria, donde se utiliza para la elaboración de mermeladas, jaleas y otros productos alimenticios.

Agroindustriales: se refiere a actividades económicas que involucran la producción, transformación y comercialización de productos derivados de la agricultura, la ganadería, la pesca y el sector forestal. Este término abarca un amplio rango de procesos que añaden valor a las materias primas obtenidas de estos sectores, convirtiéndolas en bienes elaborados que pueden ser comercializados.

Solubilidad: es la capacidad de una sustancia, conocida como soluto, para disolverse en otra sustancia, llamada solvente, formando una solución homogénea. Este concepto es fundamental en química y se refiere a la cantidad máxima de soluto que puede disolverse en un volumen específico de solvente a ciertas condiciones de temperatura y presión.

Tecno-funcionales: se refiere a las propiedades de ciertos ingredientes o componentes alimentarios que determinan su comportamiento físico y químico durante la preparación, procesamiento, almacenamiento y consumo de los alimentos. Estas propiedades son cruciales para definir la calidad y aceptación del producto final.

Fenólicos: se refiere a una clase de compuestos orgánicos que contienen al menos un grupo funcional fenol, caracterizado por un anillo aromático unido a uno o más grupos hidroxilo (-OH). Estos compuestos son productos del metabolismo secundario de las plantas y desempeñan diversas funciones biológicas y ecológicas.

REFERENCIAS DOCUMENTALES

Vanesa y Zegada , Franco. 2015. EXTRACCIÓN DE PECTINA DE RESIDUOS DE CÁSCARA DE NARANJA POR HIDRÓLISIS ÁCIDA ASISTIDA POR MICROONDAS (HMO). Cochabamba : SciELO - Scientific Electronic Library Online, 2015. 15.

Cabada Herrera , Stefany Abigail y Cruz Orrala, Leticia Zulema. 2023. Obtención de pectina a partir de la flor de jamaica (hibiscus sabdariffa) para su uso como gelificante en los alimentos. [En línea] 30 de nov de 2023. [Citado el: 30 de 09 de 2024.] https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/22302/1/Trabajo_Titulacion_2752.pdf

Fernández Segovia, EM y García Martínez, A. 2013. Determinación de la capacidad de retención de agua (CRA). Método de prensado. VALENCIA : REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPV, 2013.

Agostín Loís y Valero Sancho. 1999. Capacidad de retención de agua disponible (CRAD) para las plantas en suelos del alto y medio Aragón. [En línea] digital csic, septiembre de 1999. <https://digital.csic.es/handle/10261/92824>.

Aguado Quintero, Nain. 2019. Predictiva21. [En línea] LubricarOnLine.com, 18 de Junio de 2019. [Citado el: 01 de 08 de 2024.] <https://predictiva21.com/analisis-aceite-eficiencia-lubricacion/>.

Aragón-García, A, y otros. 2005. Control de plagas de la jamaica (Hibiscus sabdariffa L.). Puebla, Puebla, Mexico : Departamento de Agroecología y Ambiente, 2005.

Ariza Flores, Rafael , y otros. 2007. Revista mexicana de ciencias agrícolas. [En línea] Scielo, 2007. [Citado el: 28 de 10 de 2024.] https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342017000200269&script=sci_arttext#aff1.

Badreldin H, Ali, Naser Al, Wabel y Gerald , Blunden. 2005. National Library Of Medicine . [En línea] PubMed, 19 de Mayo de 2005. [Citado el: 06 de 08 de 2024.] <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16106391/>.

Barrera Martínez, Iliana y Leticia. 2021. Revalorización de residuos agroindustriales: Caso Jalisco. Jalisco : Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. CIATEJ, 2021.

Bautista, Marvin. 2021. Diario del sur . [En línea] Diario del sur , 27 de 01 de 2021. [Citado el: 30 de 09 de 2023.] <https://www.diariodelsur.com.mx/local/productores-ingresos-campo-agricola-agricultura-campesinos-del-soconusco-rescatan-la-flor-de-jamaica-6291413.html>.

Blunden, Gerald, Al Wabel, Naser y H Ali , Badreldin. 2005. Aspectos fitoquímicos, farmacológicos y toxicológicos de Hibiscus sabdariffa L.: una revisión. National center for biotechnology information. [En línea] PubMed, 19 de Mayo de 2005. [Citado el: 06 de 08 de 2024.] <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16106391/>.

BM EDITORES. 2023. Interpretación de análisis bromatológicos de los alimentos balanceados. Mazatlan, sinaloa : BM EDITORES, 2023.

Cabarcas Henao, Esteban, Guerra Benedeth, Adrian Fernando y Henao Balseiro, Cesar Augusto. 2012. Extracción y características de pectina a partir de cáscaras de plátano para desarrollar un diseño general del proceso de producción . Cartagena de indias : Programa de ingeniería química , 2012.

Cabarcos Henao, Esteban, Guerra Benedetti, Adrian Fernando y Henao Balseiro, Cesar Augusto. 2012. Extracción y caracterización de pectina a partir de cáscaras de plátano para desarrollar un diseño general del proceso de producción. Cartagena : Universidad de Cartagena, 2012.

Cano, Hector Montesinos. 2023. Contaminación ambiental en Chiapas. Tuxtla Gutierrez : El heraldo de Chiapas, 2023.

Casas Godoy, Leticia y Barrera Martínez, Iliana. 2021. Revalorización de residuos agroindustriales: caso Jalisco. [En línea] CIATEJ, 27 de Enero de 2021. [Citado el: 28 de Noviembre de 2024.] <https://ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/Noticias/Revalorizacion-de-residuos-agroindustriales--Caso-Jalisco/194>.

—. 2021. Revalorización de residuos agroindustriales: Caso Jalisco. Jalisco : Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. CIATEJ, 2021.

CID-ORTEGA, S. y Guerrero-Beltran. 2012. Propiedades funcionales de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). [En línea] Temas selectos de ingeniería de alimentos, 2012. [Citado el: 07 de Agosto de 2024.] https://www.researchgate.net/publication/343825241_Propiedades_funcionales_de_la_jamaica_Hibiscus_sabdariffa_L.

Cruz, Guillermo Rivera. 2015. ESTUDIO DE MERCADO PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACION DE INFUSIONES DE TE EXTRAIDAS DE LA FLOR DE JAMAICA. SANTIAGO DE GUAYAQUIL : s.n., 2015.

Cruz-López, J.A, y otros. 2015. PRIMER REGISTRO, CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE AGRIOTES SP. EN LA REGIÓN DE LA COSTA, OAXACA. Oaxaca : Sistema de universidades estatales de Oaxaca, 2015.

De Lira Flores, Julio Armando, y otros. 2020. Conversion de residuos agroindustriales para la generacion de biocombustibles, productos de valor agregado y bioenergía. Queretaro, Mexico : digital ciencia@uaqro, 2020. 1.

Domene Ruiz, Miguel Ángel y Segura Rodríguez, Mariló . 2014. Parametros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. s.l. : grupo cooperativo cajamar, 2014.

Dra. Neith Pacheco Lopez. 2020. Aprovechamiento de frutos, productos y subproductos tropicales. Guadalajara, Jalisco, Mexico : Ciatej, 2020.

E. VALENCIA G, Francia y O. ROMÁN M., María. 2006. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE TRES CONCENTRADOS COMERCIALES DE FIBRA DIETARIA. Antioqui, medellín : REVISTA DE LA FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA, 2006. 2.

educacion, Seminario de. 2022. Análisis de la flor de jamaica como producto estrategico para la salud humana en el contexto de mexico. Estado de Hidalgo : ICBI, 2022.

Envapro. 2023. Seis estrategias efectivas para reducir el desperdicio alimentario en tu restaurante. Ciudad de Mexico : Envapro, 2023.

Espiritiu y Rendon , Iliana. 2017. Factores que influyen en la competitividad de la jamaica mexicana: el caso de tecoanapa y ayutla de los libres, guerrero. MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MEXICO : s.n., 2017.

ESPÍRITU, ILIANA RENDÓN. Marzo de 2017. Factores que influyen en la competitividad de la jamaica mexicana: el caso de tecoanapa y ayutla de los libres, guerrero. MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MEXICO : s.n., Marzo de 2017.

Flores, Rodolfo. 2024. Tres municipios concentran la mayor basura en Chiapas. [En línea] Cuarto poder, 22 de Enero de 2024. [Citado el: 28 de Noviembre de 2024.] <https://www.cuartopoder.mx/chiapas/tres-municipios-concentran-la-mayor-basura-en-chiapas/478369>.

Fomento economico de Chiapas, A. C. 2020. Fomento economico de Chiapas, A. C. [En línea] FEC, 01 de 06 de 2020. [Citado el: 30 de 09 de 2024.] <https://www.inforural.com.mx/al-rescate-de-la-flor-de-jamaica-en-el-soconusco/>.

G. Britez, Melisa, y otros. 2021. Emulsiones gelificadas enriquecidas con harina de garbanzo como potencial sustituto de grasa animal. Austral, Argentina : Universidad UTE, 2021. 3.

Garay, Estefanya. 2020. Cocina delirante. [En línea] Imagen television, 16 de Abril de 2020. [Citado el: 30 de 09 de 2024.] <https://www.cocinadelirante.com/hogar/7-recetas-y-usos-para-reutilizar-la-flor-de-jamaica-y-no-son-agua-fresca>.

García, Thiaré. 2024. Chiapas en crisis ambiental por problemas. Chiapas : El heraldo de chiapas, 2024.

Garcia, Thiare. 2024. Chiapas en crisis ambiental por problemas en gestion de residuos solidos . Chiapas : El heraldo de Chiapas, 2024.

Gonzales Salazar, Yaoska Mercedes y Sandoval Carvajal, Esther Nohemi. 2015. ELABORACION DE VINO DE JAMAICA (Hibiscussabdariffa). Nicaragua : s.n., 2015.

Gutierrez Claudio, Antonia, y otros. 2020. Conversion de residuos agroindustriales para la generacion de biocombustibles, productos de valor agregado y bioenergia . Queretaro, Mexico : digital ciencia@uaqro, 2020. 1.

Jose. 2020. Flor de Jamaica: Beneficios e Información Nutricional. [En línea] Vegaffinity, 2020. [Citado el: 27 de 10 de 2024.] <https://www.vegaffinity.com/comunidad/alimento/flor-de-jamaica-beneficios-informacion-nutricional--f2468>.

Lopez Rojas, Dalfi Yamira. 2021. Solubilidad. Matamoros : Colegio militar general, 2021.

LÓPEZ ROJAS, DALFY YARIMA . 2021. Solubilidad. MATAMOROS : COLEGIO MILITAR GENERAL, 2021.

Lopez, Neith Pacheco. 2020. Aprovechamiento de frutos, productos y subproductos tropicales. Guadalajara, Jalisco, Mexico : Ciatej, 2020.

Maldonado, L, y otros. 2011. Influencia del pH en la estabilidad de emulsiones elaboradas con proteínas de salvado de arroz. Montevideo, Uruguay : INNOTEC, 2011. 6.

Martinez Bolaños, M, y otros. 2015. PRIMER REGISTRO, CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE AGRIOTES SP. EN LA REGIÓN DE LA COSTA, OAXACA. Oaxaca : Sistema de universidades estatales de Oaxaca, 2015.

Med, Dr. 2009. El cafe, planta medicinal y de deleite. s.l. : Acunputura, 2009. 143.

Melo, Chandra. 2023. El sueño del desperdicio cero: ¿Pueden las cafeterías realmente lograrlo? Ciudad de Mexico : Era of we, 2023.

Meneses, Ospina, y otros. 2016. Caracterización fisicoquímica y funcionalidad tecnológica de la fibra de banano integro verde. Antioquia, Colombia : LASALLISTA de investigacion, 2016.

MH, MAHMUTBEY y DILMENLER, CD. 2024. EUROLAB. [En línea] COMPROMISO DE GESTION , 2024. [Citado el: 04 de 08 de 2024.] <https://www.laboratuvar.com/es/gida-analizleri/fiziksel-analizler/suda-cozunebilme-orani-tayini>.

Moy, Especies. 2019. Especies Moy. [En línea] 2019. [Citado el: 06 de Agosto de 2024.] <https://especiasmoy.mx/es/blogs/origen-y-beneficios-de-la-jamaica>.

Navidad Murrieta, Migdalia Sarahy, y otros. 2019. Alimentos autoctonos fabro. [En línea] Alimentos autoctonos fabro, 2019. [Citado el: 06 de agosto de 2024.] <https://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx/flor-de-jamaica.html>.

—. 2019. FLOR DE JAMAICA. [En línea] 2019. [Citado el: 06 de 08 de 2024.] <https://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx/flor-de-jamaica.html>.

Navidad Murrieta, Migdalia Sarahy, y otros. 2020. Flor de Jamaica. s.l. : fabro, 2020.

—. 2020. Flor de Jamaica. s.l. : fabro, 2020.

Novelo Guizar, Gerardo, Garibay Guizar, Luis Angel y Contreras Garcia, Javier. 1993. DESARROLLO DEL CULTIVO DE LA JAMAICA Hibiscus sp y su importancia socioeconomica . Guadalajara, Jalisco : s.n., 1993.

Ochoa, Cuauhtémoc , y otros. 2017. Perdidas y desperdicios de alimentos en Mexico. America latina y caribe : Korea Green growth partnership, 2017.

oficial, Periodico. 2019. Ley de residuos solidos para el estado de Chiapas y sus municipios . Chiapas : Periodico oficial, 2019. 039.

Ortiz, Diaz y Jaime Ernesto. 2005. Propuesta metodológica para determinar el potencial de humedad de un material granular a partir de la humedad relativa. Cali, Colombia : Ingeniería y Competitividad,, 2005. 1.

Paucar Menacho, Luz María y Diestra, Saul Ricardo. 2021. “Caracterización fisicoquímica, funcional y reológica de harina de cáscara de maracuyá (Passiflora edulisSIMS)”. Morriolo, peru : Revista de investigacion científica, tayacaja, 2021.

Perez, Danae y Ortiz, Yamila. 2011. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE BEBIDAS DE FLOR DE JAMAICA Y TAMARINDO. La habana, cuba : s.n., 2011.

Periodico oficial. 2019. Ley de residuos solidos para el estado de Chiapas y sus municipios. Chiapas : Periodico oficial, 2019. 039.

Rhoton, Stephen. 2023. Enciclopedia significados. [En línea] 7Graus, 17 de 11 de 2023. [Citado el: 06 de 11 de 2024.] <https://www.significados.com/solubilidad/>.

Romero Saez, Manuel. 2022. Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular. [En línea] Instituto tecnologico metropolitano , 2022. [Citado el: 28 de 11 de 2024.] <https://www.redalyc.org/journal/3442/344271354013/html/>. 54.

Romero, Manuel. 2022. Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular. Medellin : Scielo, 2022. 54.

Romero-Sáez, Manuel. 2022. Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular. Medellin : Scielo, 2022. 54.

Rubiano Gonzales, Vladimir, Montaña Numpaque, Monica y da Silva Dias, Nildo. 2022. Pectinas: extracción, usos e importancia en la agroindustria. Mossoro, Brasil : Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 2022.

Rubiano Gonzalez, Vladimir, Montaña Numpaque, Monica y da Silva Dias, Nildo. 2022. Pectinas: extracción, usos e importancia en la agroindustria. [En línea] Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 15 de 11 de 2022. [Citado el: 29 de 08 de 2024.] <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/3498/5321>. 6(5).

Ruiz González, Rosey O. y Victorino Ramírez, Liberio. 2015. Respuesta del policultivo jamaica-frijol-maíz a tratamientos de fertilización en Villaflores, Chiapas, México. [En línea] Scielo, Agosto de 2015. [Citado el: 30 de 09 de 2024.] https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952015000500006&script=sci_arttext.

Ruiz-Garza, A.E., y otros. 2017. CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL DE FIBRAS COMERCIALES MODIFICADAS POR MEDIOS FÍSICOS. Nuevo Leon : Departamento de Alimentos, 2017. 422-427.

Saez, Manuel Romero. 2022. Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular. Medellin : Scielo, 2022. 54.

Saez, Romero Manuel. 2022. Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular. Colombia : Instituto tecnologico metropolitano, 2022. 54.

Sanchez, Arely Claudia y Fernandez, Edda. 2017. Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en México. America latina y el caribe : Public Disclosure Authorized, 2017.

Saravia Molina, Ing. Jose Mario, y otros. 2002. Extraccion y caracterizacion de taninos en corteza de 3 especies forestales cultivadas en guatemala, pino ocote, encino negro y aliso comun, una alternativa de desarrollo agroindustrial para el uso de taninos naturales. . Guatemala : Centro de investigacion de ingenieria , 2002.

Sayago Ayerdi, Sonia G y Goni, Isabel. 2010. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. [En línea] Scielo, 2010. [Citado el: 07 de 08 de 2024.] http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-06222010000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

semillas, Laboratorio central de analisis de. 2018. NSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA DEL MEDIO DE CRECIMIENTO. s.l. : Instituto nacional de semillas , 2018. 01.

Torres, Francisco Urbina. 2009. issu. [En línea] ISSU, Abril de 2009. [Citado el: 07 de Agosto de 2024.] https://issuu.com/agnes3006/docs/manual_tecnico_flor_de_jamaica.

Trujillo Corona, Roberto. ¿cual es la capacidad de retencion de impurezas ihc de su aceite? [En línea]

—. cual es la capacidad de retencion de impurezas ihc de su aceite? [En línea]

—. 2020. cual es la capacidad de retencion de impurezas ihc de su aceite? [En línea] Noria, 10 de Agosto de 2020. [Citado el: 07 de Noviembre de 2024.] <https://noria.mx/lube-learn/analisis-de-aceite/cual-es-la-capacidad-de-retencion-de-impurezas-ihc-de-su-aceite/>.

Vanesa y Zegada , Franco. 2014. Scielo. [En línea] Inestigacion y desarrollo , 30 de Octubre de 2014. [Citado el: 30 de Junio de 2024.] http://www.scielo.org/bo/scielo.php?pid=S2518-44312015000100007&script=sci_arttext. 15.

Vazquez, L y Sanchez, z. 2023. Extraccion de pectina a partir de bagazo de manzana y su analisis. Ciudad de Mexico : División Ciencias Biológicas y de la Salud. Departamento Biotecnología. Área de Alimentos., 2023. 08.

Wieland, Jessica. 2021. Principios de emulsificación. [En línea] 9 de Junio de 2021. [Citado el: 07 de 11 de 2024.] <https://www.lankem.com/post/principios-de-emulsificaci%C3%B3n?lang=es>.

Yaoska Mercedes González Salazar, Esther Nohemi Sandoval Carvajal. 2015. ELABORACION DE VINO DE JAMAICA (Hibiscussabdariffa). Nicaragua : s.n., 2015.

Zamarron K.F, Romo, y otros. 2023. Obtención y caracterización de polvos de flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa) gastada. Aguascalientes, México. : s.n., 2023.

—. 2023. Obtención y caracterización de polvos de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) gastada. Aguascalientes, México. : s.n., 2023.

Zeda Franco y Vanesa. 2015. EXTRACCIÓN DE PECTINA DE RESIDUOS DE CÁSCARA DE NARANJA POR HIDRÓLISIS ÁCIDA ASISTIDA POR MICROONDAS (HMO). Cochabamba : Scielo, 2015.

Zumex. 2024. ¿Como reducir el desperdicio alimentario en tu restaurante? Ciudad de Mexico : Negocio del zumo, 2024.

ANEXO

ANEXO 1. ANÁLISIS TECNO-FUNCIONALES DETERMINACIÓN DE SOLUBILIDAD.

Se coloca 1g de muestra en 100 ml de agua destilada, posteriormente se colocan en tubos de centrifuga para luego transferir los tubos a una centrifuga de laboratorio a 5260 rpm durante 10 minutos, pasado este tiempo se tomarán 25 ml y se colocarán en cajas Petri las cuales serán llevadas al horno durante 5hrs. El horno debe estar a 105°C.

ANEXO 2. DETERMINACIÓN DE SOLIDOS SOLUBLES

Se realizará una dilución de los polvos obtenidos en agua destilada en una proporción 1:10 (m:v) y se medirán los grados Brix empleando el refractómetro. De acuerdo al método ISO 1743:1982. Finalmente, la medida de grados Brix se transformó en fracción másica de solidos solubles de la muestra (X_{ss}), teniendo en cuenta la humedad de la misma y la cantidad de agua incorporada para la dilución.

ANEXO 3. TAMAÑO DE PARTÍCULA

Para obtener el tamaño de partícula se medirá dependiendo el tamaño de tamiz que se utilice al momento de triturar y tamizar el polvo obtenido.

ANEXO 4. CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO

Se pesan 1g de muestra y se colocan en un tubo iónico graduado añadiendo 10 ml de agua destilada, se deja hidratar durante 18 hrs a 25°C, pasado este tiempo se mide el volumen final alcanzado por la muestra. La ecuación muestra el cálculo de la capacidad de hinchamiento

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

ANEXO 5. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA)

Se pesa 1g de muestra y se coloca en un tubo iónico graduado añadiendo 10ml de agua. Se dejará hidratar 18hrs a 25°C, pasado este tiempo de hidratación se deberá centrifugar durante 30 min a 2000 rpm, después de este proceso se eliminará el sobrenadante 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= w_2 (g agua) R (g residuo seco)

ANEXO 6. CAPACIDAD DE ATRAPAR AGUA (CAA)

Se pesa 0,2 g de muestra y se coloca en un tubo iónico graduado añadiendo 10 ml de agua destilada, se dejará hidratar durante 18 horas a 25°C, pasado este tiempo se elimina el sobrenadante y se obtiene el peso del residuo decantado (RH), posteriormente, el residuo se transfiere al horno de secado para obtener el peso de la muestra sin humedad (RL). La CAA se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$CAA = (g) = RH - RL$$

ANEXO 7. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE ACEITE

Se mezcla la muestra (0,2g aproximadamente) con 1,5g de aceite de girasol, se deja durante una noche en reposo a temperatura ambiente, luego se centrifuga a 1500 xg durante 5 minutos, el sobrenadante se debe decantar, el residuo posteriormente decantado se pesa 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 8. ESTABILIDAD EMULSIONANTE

Se mezclan 7ml de disolución acuosa del polvo al 2% (m/v) con 7ml de aceite de girasol, se homogenizarán durante 5 min a 2400rpm con un Vortex, las emulsiones se calentarán a 80°C durante 30 min, posteriormente se enfriarán durante 15 min en agua corriente, luego se centrifuga a 2000rpm durante 5 min. La estabilidad emulsionante se calcula siguiendo la ecuación siguiendo la ecuación:

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

Donde:

EE: estabilidad emulsionante (%).

VE: volumen de la emulsión (mL).

V: volumen total del fluido (mL)

ANEXO 9. HIGROSCOPICIDAD

Se pesan 2g de muestra en una placa de Petri de 3cm de diámetro en un ambiente creado por una disolución saturada de sulfato sódico (Na₂SO₄) 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, se realiza una pesada después de una semana para determinar la cantidad de agua que ha ganado la muestra. El resultado se muestra en g de agua/ 100g de muestra

ANEXO 10. CAPACIDAD DE FORMAR GELES

Se preparan suspensiones de la muestra en agua destilada a 4, 8, 12, 14, 16, 18 y 20% (P/V), los tubos se colocan en agua a 100°C durante 1h, pasado este tiempo se coloca en hielo por 1h más, la capacidad de gelificación se determina tomando la mínima concentración añadida a la cual la solución contenida en los tubos no drenó ni cayó cuando se invierten de posición.

ANEXO 11. ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

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

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

En donde:

Po = Peso constante de caja Petri (g)

Pm = Peso de muestra (g)

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

ANEXO 12. DETERMINACIÓN DE CENIZA

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

En donde:

Po= Peso constante del Crisol (g)

Pm= Peso de la muestra (g)

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

ANEXO 13. DETERMINACIÓN DE FIBRA

Para su determinación se colocaron 2 g de muestra previamente seca y desengrasada en vasos Berzelius de 600 ml; posteriormente se agregaron 30 ml de reactivo Scharrer-Kurschener (S-K). En seguida se moverá la muestra preparada al condensador de Fibra cruda (LABCONCO, modelo 30001-00) y se llevará a ebullición por 30 minutos. Posteriormente se filtró la muestra condensada sin enfriar utilizando un embudo Buchner y papel filtro previamente puesto a peso constante. El residuo que se obtuvo en el vaso Berzelius se lavará con agua caliente hasta no tener residuos de muestra. Finalizado el proceso se lavó el residuo obtenido en el papel filtro con acetona, se dejó evaporar el solvente y se colocó a peso constante el papel filtro. Este análisis se realizará para los dos tipos de harinas. Los cálculos de fibra cruda se obtendrán mediante la siguiente fórmula:

En donde:

PO: Peso constante de papel filtro (g)

Pm = Peso de muestra (g)

P1= Peso de papel filtro más residuo (g)

ANEXO 14. DETERMINACIÓN DE GRASA

Los matraces de balón con las perlas de ebullición y cartuchos de celulosa se colocaron en el horno (FELISA) a 60° C hasta obtener peso constante. Se preparan los cartuchos formando una cama y un tapón con algodón (en la parte inferior y superior después de pesar 5 g de harina). Con ayuda de una pinza se depositarán cada uno de los cartuchos con muestra cuidando que éste se mantuviera en la parte baja. Enseguida se conectó y se adicióno de 2 a 3 sifonadas de

hexano sobre la boquilla de la cámara de extracción. La cámara preparada se transfiere al equipo de calentamiento para extracción de grasa (NOVATECH, modelo IH-6 ESP), durante 14 horas. Finalmente se dejará evaporar el Hexano contenido en el extracto durante 12 horas en un horno de aire caliente, a 60°C. Los matraces se transfieren en un desecador durante 1 hora y se pesarán. El cálculo de contenido de grasa se realizó de la siguiente manera:

Donde:

P0= Peso constante del matraz en gramos

Pm= Peso de la muestra en gramos

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

ANEXO 15. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

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

ANEXO 16. EXTRACCIÓN DE PECTINA

Se disuelven 50g de muestra en 650 ml de agua destilada, se acidifico con ácido clorhídrico (HCl) concentrado hasta obtener un pH de 2.1. Una vez alcanzado el Ph, la solución obtenida se

someterá a una temperatura de 80°C durante 40min, concluido el tiempo se dejara enfriar la solución para ser centrifugada, el sobrenadante se reservó en un matraz de capacidad de 1lt, el sólido obtenido se lava nuevamente con agua caliente, después de esto se dejara enfriar y se centrifuga por segunda vez, el líquido obtenido se le agrego etanol al 99% en proporción 1:15 para precipitar la pectina y se dejó reposar durante 18 horas en un agitador de movimiento circulares constantes. Concluido el tiempo de reposo se filtró cada una de las suspensiones y la fracción solida fue lavada con etanol al 96% 1:1 y se secó en un horno (FELISA) a 40°C, finalmente se pesó y fue guardado en bolsas herméticas para análisis posteriores.

ANEXO 18. DETERMINACIÓN DEL PESO EQUIVALENTE Y DE ACIDEZ LIBRE

Se pesa en un vidrio de reloj pequeño 250mg de muestra de pectina, trasladar cuantitativamente a un Erlenmeyer de 250ml, con la ayuda de 2.5ml o la cantidad mínima o necesaria de alcohol de 95 o 96% para humedecerla, luego agregar 50ml de agua recientemente destilada y fría.

ANEXO 19. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DEN METOXILO

A la solución empleada para la determinación del peso equivalente agregar 12.5ml de hidróxido de sodio a 0.1N, agitar perfectamente, tapar el Erlenmeyer y dejar en reposo por 30 minutos a temperatura ambiente, agregar luego 12.5 ml de la disolución de ácido clorhídrico 0.1N o la equivalente de ácido para neutralizar la soda adicionada. Agitar perfectamente y titular con solución de hidróxido de sodio a 0.1N, tomando como punto final de la titulación pH de 7.5 o color rojizo permanente por 20 segundos.

$$\% \text{Metoxilo} = \frac{\text{mEq. de NaOH} * \text{PM del metoxilo} * 100}{\text{peso de la muestra en gramos}}$$

ANEXO 20. EVIDENCIAS



Figura 13. Jamaica húmeda



Figura 14. Jamaica deshidratada



Figura 15. Polvos obtenidos



Figura 16. Capacidad de atrapar agua (CAA)

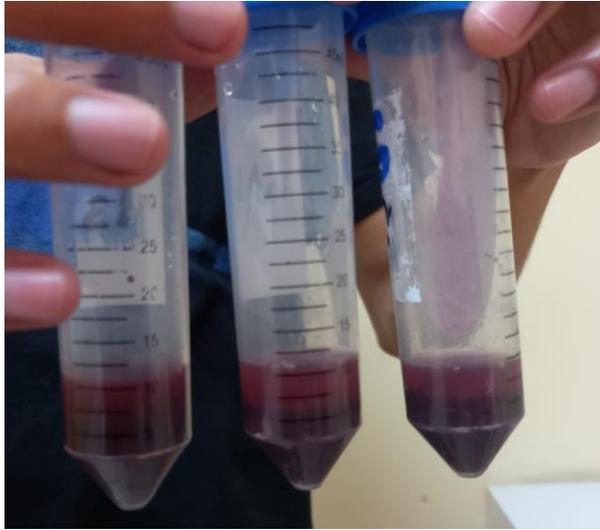


Figura 17. Capacidad de retención de agua



Figura 18. Capacidad de hinchamiento



Figura 19. Estabilidad emulsionante



Figura 20. Tamaño de partícula



Figura 21. Higroscopicidad



Figura 22. Capacidad de formar geles



Figura 23. Análisis de cenizas



Figura 24. Análisis de fibra



Figura 25. Determinación de grasa



Figura 26. Digestor de proteína



Figura 27. Proteína titulada



Figura 28. Líquido para extraer pectina



Figura 29. Líquido filtrado con etanol al 99%



Figura 30. Pectina obtenida húmeda



FIGURA 31. PECTINA SECA OBTENIDA



Figura 32. Determinación de metoxilo en pectina de jamaica



Figura 33. Determinación de metoxilo en pectina citrica