

INPI | INSTITUTO NACIONAL DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS

**“DIAGNÓSTICO DE FRUTOS SUBUTILIZADOS EN LA COMUNIDAD
INDÍGENA DE TIXCACAL Y ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA HARINA DE
CHÓOCH (*POUTERIA GLOMERATA*) PARA EL DESARROLLO DE
PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

TESIS PARA TITULACIÓN INTEGRAL

INGENIERÍA BIOQUÍMICA

EGRESADO:

ANDREA DE LOS ANGELES POOT CAN

DIRECTOR:

DRA. SOLEDAD CECILIA PECH COHUO

CO-DIRECTOR:

DR. MARIO ADRIAN DE ATOCHA DZUL CERVANTES



Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Subdirección de Planeación y Desarrollo

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante

Calkiní, Campeche **45943**
P/10/25/800
INGENIERÍA BIOQUÍMICA

CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA

MODALIDAD: TESIS

C. ANDREA DE LOS ANGELES POOT CAN 7387
PASANTE DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA BIOQUÍMICA.
PRESENTE

Con relación a lo establecido en el Reglamento de Estudios de Licenciatura, capítulo VII, fracción I, vigente en este Instituto, y una vez emitido el fallo favorable por el director DRA. SOLEDAD CECILIA PECH COHUO, y el co-director DR. MARIO ADRIÁN DE ATOCHA DZUL CERVANTES, respectivamente, este Instituto consta de no tener inconveniencia para la realización del acto protocolario de titulación integral de su trabajo profesional titulado: **“DIAGNÓSTICO DE FRUTOS SUBUTILIZADOS EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE TIXCACAL Y ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA HARINA DE CHÓOCH (POUTERIA GLOMERATA) PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS”**.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Sabiduría. Fortaleza de Nuestra Cultura®

Dr. Jorge Alfonso Hau Puc.
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante.

C.c.p. Archivo


INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE CALKINÍ
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN
ESCOLAR Y APOYO A
ESTUDIANTES
CLAVE: DMSUB013P
CALKINÍ, CAMPECHE, MÉXICO.



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Ah Canul S/N por Carretera Federal, Calkiní, Campeche,
C.P. 24900 Tel. 996-8134870,
e-mail: se_dcalkini@tecnm.mx | itescam.edu.mx



“DIAGNÓSTICO DE FRUTOS SUBUTILIZADOS EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE TIXCACAL Y ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA HARINA DE CHOOCH (*POUTERIA GLOMERATA*) PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

PRESENTA: Andrea de los Angeles Poot Can

JUNTA DIRECTIVA:

Director: Dra. Soledad Cecilia Pech Cohuo

Codirector: Dr. Mario Adrián De Atocha Dzul Cervantes

DECLARACIÓN DE PROPIEDAD

Manifiesto que la información presentada en las secciones de materiales y métodos experimentales, resultados y discusión de este documento deriva de las actividades de trabajo de campo y experimentación realizadas durante el periodo asignado para la elaboración de mi trabajo de tesis en el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, y que dicha información le pertenece en términos de la Ley de la Propiedad Industrial, por lo que no me reservo ningún derecho sobre ello.


Andrea de los Angeles Poot Can

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a **Dios**, por haberme concedido **salud, sabiduría y fortaleza** a lo largo de este proceso. Su guía y bendición fueron fundamentales para superar los desafíos y culminar **una etapa más en mi formación académica y personal**.

Agradezco profundamente a **mi padre, el Sr. José Antonio Poot Dávalos**, y a **mi madre, la Sra. Gricelda Can Casanova**, por su **constante apoyo, amor y sacrificio** a lo largo de mi formación académica. Su dedicación, esfuerzo y confianza en mí fueron el pilar fundamental que me permitió alcanzar la meta de culminar la **carrera de Ingeniería Bioquímica**. Este logro es también suyo, fruto de su ejemplo y compromiso incondicional.

Agradezco a **mi prometido, Ronny Talango**, por su **constante apoyo, motivación y paciencia** a lo largo de este proceso. Su presencia ha sido una fuente inagotable de **fortaleza e inspiración**, recordándome siempre la importancia de **perseverar y no rendirme** ante los desafíos. Este logro también le pertenece, por haber estado a mi lado en cada etapa de este camino académico.

Agradezco a **mi hermana, Susana Poot**, por su **constante compañía, apoyo y guía** a lo largo de cada etapa de mi vida. Su presencia ha sido fundamental, brindándome **orientación, aliento y fortaleza** en los momentos más importantes de mi formación personal y profesional.

Agradezco a la Sra. **Selmy S.** por su **valiosa motivación y aliento**, los cuales me inspiraron a **perseverar y continuar adelante** en los momentos de desafío a lo largo de mi formación académica.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la **Dra. Soledad Cecilia Pech Cohuo** por haberme brindado **sus valiosos conocimientos, dedicación y apoyo incondicional** a lo largo de este proceso. Su paciencia, orientación y compromiso fueron fundamentales para mi aprendizaje y desarrollo académico, y su guía constante me motivó a **superar los desafíos y alcanzar mis metas**.

También deseo expresar mi más profundo agradecimiento al **Dr. Mario Adrián De Atocha Dzul Cervantes** por haber compartido generosamente **sus conocimientos y experiencia**, los cuales fueron fundamentales para enriquecer mi formación académica y fortalecer el desarrollo de este trabajo de tesis.

Agradezco al **Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ)** por haberme recibido en sus instalaciones y brindarme la oportunidad de fortalecer mis conocimientos en el manejo de equipos de laboratorio. Su apoyo fue fundamental para la obtención de los datos necesarios en los análisis bromatológicos que sustentan el desarrollo de mi **Tesis de Licenciatura**.

De igual manera, expreso mi sincero agradecimiento a la **Dra. Neith**, al **Dr. Emanuel** y a **Héctor** por su constante orientación, disposición y acompañamiento durante este proceso. Su guía fue esencial para profundizar en el uso adecuado de los equipos de laboratorio, así como para fomentar la lectura y comprensión de artículos científicos relacionados con las buenas prácticas de laboratorio y la obtención de resultados confiables.

DEDICATORIA

Dedico este logro con profundo amor y gratitud a mis padres, **el Sr. José Poot y la Sra. Gricelda Can**, quienes, con su esfuerzo, sacrificio incondicional y constante apoyo hicieron posible que culminara una etapa más de mi formación académica. Su ejemplo de perseverancia, trabajo y amor ha sido mi mayor inspiración para alcanzar cada una de mis metas.

Extiendo esta dedicatoria a mis **abuelos**, quienes con su cariño y sabiduría han sido un pilar fundamental en mi vida; a mi **hermana**, por su compañía, comprensión y palabras de aliento en los momentos más desafiantes; y a mi **prometido**, por su paciencia, apoyo inquebrantable y confianza en mis capacidades, que me impulsaron a continuar incluso en los momentos de mayor dificultad.

Asimismo, agradezco profundamente a mis **tíos y a mi tía**, por su constante respaldo, consejos y motivación, quienes siempre creyeron en mí y me animaron a seguir mis sueños. A todos ellos dedico este logro, fruto del esfuerzo compartido, del amor familiar y del deseo de superación que me ha acompañado a lo largo de este camino.

CONTENIDO

CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA	2
DECLARACIÓN DE PROPIEDAD	4
AGRADECIMIENTOS	5
DEDICATORIA	7
ABREVIATURAS	13
RESUMEN	14
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
CAPÍTULO III. ANTECEDENTES	19
3.1 LA COMUNIDAD INDÍGENA DE TIXCACAL	19
3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CARACTERÍSTICAS GENERALES	19
3.1.2 CONTEXTO SOCIOECONÓMICO Y ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	20
3.1.3 PATRIMONIO CULTURAL Y USO TRADICIONAL DE RECURSOS NATURALES	20
3.1.4 IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD EN LA ALIMENTACIÓN LOCAL	23
3.2 FRUTOS SUBUTILIZADOS: DEFINICIÓN E IMPORTANCIA	24
3.2.1 CONCEPTO DE FRUTOS SUBUTILIZADOS Y SU CLASIFICACIÓN	24
3.2.2 BENEFICIOS NUTRICIONALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE SU APROVECHAMIENTO	26
3.2.3 FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA SUBUTILIZACIÓN DE CIERTOS FRUTOS EN COMUNIDADES INDÍGENAS	27
3.2.4 ESTUDIOS PREVIOS SOBRE FRUTOS SUBUTILIZADOS EN YUCATÁN Y OTRAS REGIONES DE MÉXICO	28
3.3 CARACTERIZACIÓN DEL CHÓOCH (<i>POUTERIA GLOMERATA</i>)	36
3.3.1 ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	36
3.3.2 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE <i>POUTERIA GLOMERATA</i> (CHÓOCH)	37
3.3.3 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y PROPIEDADES FUNCIONALES	39

3.3.4 USOS TRADICIONALES EN LA MEDICINA Y ALIMENTACIÓN INDÍGENA	40
3.3.5 POTENCIAL AGROINDUSTRIAL Y RETOS EN SU APROVECHAMIENTO	40
3.4 PROCESAMIENTO DEL CHÓOCH Y OBTENCIÓN DE HARINA	41
3.4.1 MÉTODOS TRADICIONALES Y MODERNOS PARA LA TRANSFORMACIÓN DE FRUTOS EN HARINA	41
3.4.2 VENTAJAS DEL USO DE HARINA EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS	43
3.4.3 ESTUDIOS PREVIOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE HARINA A PARTIR DE FRUTOS SUBUTILIZADOS.....	43
3.4.3.1 HARINA DE SEMILLAS DE ZAPALLO (<i>CUCURBITA SPP.</i>)	43
3.4.3.2 HARINA DE CÁSCARA DE CÍTRICOS.....	44
3.4.3.3 HARINA DE ALMENDRA DE MANGO.....	45
3.5 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS.....	46
3.5.1 DEFINICIÓN E IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.....	46
3.5.2 PARÁMETROS EVALUADOS EN HARINAS Y SU RELEVANCIA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA (HUMEDAD, PROTEÍNAS, FIBRA, LÍPIDOS, CARBOHIDRATOS, MINERALES).....	46
3.5.3 MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE CALIDAD E INOCUIDAD EN PRODUCTOS DERIVADOS DE FRUTOS SUBUTILIZADOS..	50
3.5.4 INVESTIGACIONES PREVIAS SOBRE EL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE HARINAS DE FRUTOS REGIONALES	52
3.6 POTENCIAL DEL CHÓOCH EN EL DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS	53
3.6.1 EVALUACIÓN DE POSIBLES APLICACIONES ALIMENTARIAS DE LA HARINA DE CHÓOCH	53
3.6.2 COMPARACIÓN CON OTRAS HARINAS DE FRUTOS SUBUTILIZADOS EN TÉRMINOS NUTRICIONALES Y FUNCIONALES	54
3.6.3 OPORTUNIDADES DE MERCADO Y POSIBLES ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACIÓN	56
3.7 IMPACTO DEL APROVECHAMIENTO DE FRUTOS SUBUTILIZADOS EN COMUNIDADES INDÍGENAS	57
3.7.1 BENEFICIOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DEL USO DE PRODUCTOS AUTÓCTONOS.....	57

3.7.2 CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO SOSTENIBLE Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA	58
3.7.3 CASOS DE ÉXITO EN LA REVALORIZACIÓN DE FRUTOS SUBUTILIZADOS EN COMUNIDADES INDÍGENAS.....	59
CAPÍTULO IV. HIPÓTESIS	61
CAPÍTULO V. OBJETIVOS	62
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	62
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	62
CAPÍTULO VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	63
6.1 TRABAJO DE CAMPO Y REALIZACIÓN DE ENCUESTAS.....	63
6.2 ELECCIÓN DEL FRUTO A TRABAJAR	64
6.3 ANÁLISIS DE COLOR A LOS FRUTOS.....	64
6.4 ELABORACIÓN DE LAS HARINAS DEL FRUTO	65
6.4.1 RECOLECCIÓN Y DESINFECCIÓN DEL FRUTO	65
6.4.1 PROCESO DE SECADO Y OBTENCIÓN DE HARINA DE CHÓOCH (<i>POUTERIA GLOMERATA</i>).....	66
6.5 ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS A LA HARINA	67
6.5.1 MATERIALES PARA LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS.....	67
6.5.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.....	68
6.5.3 DETERMINACIÓN DE CENIZAS	69
6.5.4 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS	70
6.5.5 DETERMINACIÓN DE FIBRA	71
6.5.6 DETERMINACIÓN DE GRASAS	74
6.5.7 DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS	76
CAPÍTULO VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES	77
7.1 TRABAJO DE CAMPO.....	77
7.2 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS	78
7.3 ANÁLISIS DE COLOR EN LOS FRUTOS ANTES DE PROCESAR	79
7.4 RENDIMIENTO DE LA CANTIDAD DE FRUTO HACIA LA CANTIDAD DE HARINA PRODUCIDA.....	80
7.5 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	80
7.6 DETERMINACIÓN DE CENIZAS	82

7.7 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS	83
7.8 DETERMINACIÓN DE FIBRA	83
7.9 DETERMINACIÓN DE GRASAS	84
7.10 DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS	85
CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES	87
CAPÍTULO IX. RECOMENDACIONES	88
BIBLIOGRAFÍA	90
ANEXOS	99

CONTENIDO DE FIGURA

Figura 3.1. 1 Ubicación de la subcomisaria de Tixcacal	19
Figura 3. 2.4.1. Fruto <i>Byrsonima crassifolia</i>	28
Figura 3.2.4.2 Fruto de <i>Annona squamosa</i> L.	29
Figura 3.2. 4.3. Fruto de <i>Spondias purpurea</i>	29
Figura 3.2.4.4 5. a) Árbol con fruto verde, b) fruto maduro.....	30
Figura 3.2.4.5. 6 Guaya (<i>Melicoccus bijugatus</i>).....	30
Figura 3.2.4.6. 7 Fruto de Cuajilote (<i>Parmentiera aculeata</i>).....	31
Figura 3.2.4.7.8. Zapote negro (<i>Diospyros digyna</i>).....	32
Figura 3.2.4.8. 9 Fruto del tejocote. Fuente: (CRUZ, 2024)	33
Figura 3.2.4.9. 10. Garambullo (<i>Myrtillocactus geometrizans</i>)	34
Figura 3.2.4.10. 11 Pitaya (<i>Stenocereus</i> spp.)	35
Figura 3.3.1. 12 Distribución Geográfica	36
Figura 3.3.2.1. 13 Árbol de Chóoch (<i>Pouteria glomerata</i>)	37
Figura 3.3.2.2. 14. Hojas de Chóoch (<i>Pouteria glomerata</i>)	38
Figura 3.3.2.3. 15 Flores del Chóoch	38
Figura 3.3.2.4. 16 Fruto de Chóoch.....	39
Figura 3.4.1. 17. a) Fruto de Chóoch normal, b) Fruto seco	42
Figura 7.2. 18. Árboles frutales encontrados en la subcomisaria de Tixcacal	78

CONTENIDO DE TABLA

Tabla 3.2.3. 0-1 Síntesis de factores principales de la subutilización de ciertos frutos	27
Tabla 3.2.4. 0-2 Relación histórica de actividades biológicas atribuidas a <i>Byrsonima crassifolia</i>	28
Tabla 0-3.4.3.2. Componentes fisicoquímicos de las semillas de zapallo.....	44
Tabla 0-3.0-4.3.2.1. Principales constituyentes de los desechos de diferentes variedades de frutas cítricas.....	45
Tabla 3.4.3.2.2. 0-5 Composición química (peso en base seca) del albedo de tres cultivares cítricos	45
Tabla 3.4.3.3. 0-6 Composición de la almendra de semilla de mango	45
Tabla 3.6.2. 0-7 Comparación con otras harinas de frutos subutilizados: valor nutricional y propiedades funcionales	54
Tabla 3.7.3. 0-8 CASOS DE ÉXITO EN LA REVALORIZACIÓN DE FRUTOS SUBUTILIZADOS EN COMUNIDADES INDÍGENAS	59

ABREVIATURAS

SÍMBOLOS	DEFINICIÓN
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ODS 2	Objetivos de Desarrollo Sostenible (Hambre Cero)
ODS 12	Objetivos de Desarrollo Sostenible (Producción y consumo responsables)
ODS 15	Objetivos de Desarrollo Sostenible (Vida de ecosistemas terrestres)
PPM	Partes Por Millón
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
NaOH	Hidróxido de sodio
Hcl	Ácido clorhídrico
H ₃ BO ₃	Ácido bórico
AOAC	Association of Official Analytical Chemists

RESUMEN

El **Chóoch** (*Pouteria glomerata*) es una especie neotropical perteneciente a la familia **Sapotaceae**, ampliamente distribuida en regiones tropicales y subtropicales de América. Su rango natural abarca desde **México y América Central** (particularmente Belice, Guatemala y Honduras) hasta diversas zonas de **América del Sur**, como Brasil, Perú, Bolivia, Colombia, Venezuela, las Guayanas y Paraguay. En **México**, esta especie se encuentra principalmente en la **Península de Yucatán**, donde es conocida con el nombre maya “**Chóoch**” y constituye un recurso biocultural de relevancia para las comunidades mayas, debido a sus múltiples usos en la alimentación, la medicina tradicional y la obtención de madera.

La adaptabilidad ecológica del Chóoch le permite desarrollarse en diferentes tipos de suelos, desde los aluviales en bosques inundables hasta los suelos secos de bosques medianos y bajos caducifolios. Esta **plasticidad ecológica** ha favorecido su conservación tanto en ambientes silvestres como en sistemas semicultivados, reflejando una larga historia de interacción entre el ser humano y su entorno. Desde una perspectiva **etnobotánica**, su presencia en los paisajes mesoamericanos y amazónicos evidencia su importancia ancestral como fuente de alimento, cuyos frutos han sido consumidos desde tiempos precolombinos.

En la **comunidad indígena de Tixcacal**, diversos frutos nativos, incluido el Chóoch, permanecen **subutilizados**, pese a su potencial como fuente nutricional y económica. Esta situación se debe, principalmente, a la **carencia de estudios científicos** que documenten su composición bromatológica y su valor funcional dentro de la industria alimentaria. El Chóoch, en particular, representa una especie prometedora cuyo **potencial agroalimentario** no ha sido explorado en profundidad.

La transformación del fruto en **harina** podría constituir una alternativa sostenible para la elaboración de **productos alimenticios con alto valor nutricional**, contribuyendo así a la diversificación alimentaria y al aprovechamiento de recursos locales. Sin embargo, la ausencia de análisis bromatológicos detallados limita la evaluación de su **viabilidad industrial** y su posible inclusión en nuevos productos funcionales.

Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo **realizar un diagnóstico sobre los frutos subutilizados en la comunidad de Tixcacal**, identificando su disponibilidad y potencial de aprovechamiento, y en particular **caracterizar bromatológicamente la harina de Chóoch**

para determinar su composición química, propiedades nutricionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria.

El estudio busca **generar información científica actualizada** que permita **valorar y revalorizar** este recurso biocultural, promoviendo su integración en estrategias de desarrollo local sostenible. Asimismo, se espera que los resultados contribuyan al **fortalecimiento de la seguridad alimentaria**, al **impulso económico** de las comunidades indígenas y a la **preservación del conocimiento tradicional**, mediante el aprovechamiento responsable de los recursos naturales de la región.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el interés por el aprovechamiento de frutos nativos y subutilizados ha cobrado relevancia dentro del ámbito científico, agroindustrial y social, debido a su potencial para diversificar la dieta, fortalecer la seguridad alimentaria y promover el desarrollo sostenible en comunidades rurales e indígenas. En este contexto, el **Chóoch (Pouteria glomerata)**, especie neotropical perteneciente a la familia **Sapotaceae**, representa un recurso biocultural de alto valor que ha sido tradicionalmente aprovechado por las comunidades mayas de la **Península de Yucatán**.

El Chóoch es un árbol distribuido ampliamente en regiones tropicales y subtropicales de América, con presencia desde **México y América Central** hasta **Sudamérica**. En México, se le conoce comúnmente como “Chóoch” en lengua maya y forma parte del acervo etnobotánico de las comunidades de la región, que lo emplean en la **alimentación, medicina tradicional y producción de madera**. A pesar de su potencial, su **uso alimentario actual es limitado**, principalmente debido a la escasa difusión de información científica sobre sus propiedades nutricionales y funcionales.

Su notable **plasticidad ecológica** le permite desarrollarse en distintos tipos de suelos y condiciones ambientales, desde zonas inundables hasta bosques medianos y bajos caducifolios, lo que evidencia su capacidad de adaptación y su valor como especie resistente y aprovechable en diferentes ecosistemas. Sin embargo, a pesar de su amplia distribución y relevancia cultural, el Chóoch continúa siendo un **fruto subutilizado**, con escasos estudios bromatológicos que respalden su aprovechamiento en la **industria alimentaria**.

En la **comunidad indígena de Tixcacal**, ubicada en la Península de Yucatán, se dispone de una gran variedad de frutos nativos con potencial nutritivo y económico que no han sido suficientemente estudiados ni incorporados a los sistemas productivos locales. Entre ellos destaca el Chóoch, cuyo **aprovechamiento agroalimentario podría contribuir significativamente al desarrollo comunitario**, mediante la elaboración de productos con valor agregado y alto contenido nutricional, como la harina del fruto.

La **transformación del Chóoch en harina** representa una alternativa viable para ampliar las opciones de consumo y comercialización de este recurso, así como para fortalecer la autosuficiencia alimentaria local. No obstante, la falta de estudios analíticos detallados

impide conocer su composición química y su posible aplicación en la formulación de alimentos funcionales.

Ante esta situación, la presente investigación se plantea como objetivo **realizar un diagnóstico sobre los frutos subutilizados en la comunidad de Tixcacal**, con especial énfasis en la **caracterización bromatológica de la harina de Chóoch (*Pouteria glomerata*)**, a fin de determinar su composición nutricional, propiedades fisicoquímicas y potencial de aprovechamiento en la industria alimentaria.

Los resultados de este estudio permitirán **generar conocimiento científico actualizado** sobre una especie con relevancia ecológica, cultural y económica, contribuyendo así a su **valorización y revalorización** como recurso biocultural. De igual manera, se espera que este trabajo sirva como base para promover el **desarrollo local sostenible**, fomentar el **aprovechamiento responsable de los recursos naturales** y **preservar el conocimiento tradicional** de las comunidades indígenas, fortaleciendo con ello su identidad, autonomía y bienestar social.

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las comunidades indígenas de Yucatán, los frutos subutilizados representan una fuente valiosa de nutrientes y potencial económico. Sin embargo, la falta de conocimiento sobre su composición y beneficios limita su aprovechamiento y desarrollo en la industria alimentaria. En la comunidad indígena de Tixcacal, diversos frutos nativos permanecen subutilizados debido a la ausencia de estudios científicos que respalden su valor nutricional y su posible aplicación en la producción de alimentos.

Uno de estos frutos es el Chóoch (*Pouteria glomerata*), cuyo potencial agroalimentario no ha sido ampliamente estudiado. La transformación de este fruto en harina podría ofrecer una alternativa viable para la elaboración de productos alimenticios con alto valor nutricional. No obstante, actualmente no existen análisis bromatológicos detallados que permitan conocer su composición química y evaluar su viabilidad como ingrediente en la industria alimentaria.

Ante esta problemática, es fundamental realizar un diagnóstico sobre los frutos subutilizados en Tixcacal, identificando su disponibilidad y posibles aplicaciones. Asimismo, el análisis bromatológico de la harina de Chóoch permitirá establecer su contenido nutricional y funcionalidad, facilitando su incorporación en productos alimenticios innovadores que puedan beneficiar tanto a la comunidad como al sector industrial.

Esta investigación busca generar información científica sobre el Chóoch, promoviendo su valorización y fomentando su aprovechamiento en el desarrollo de productos alimenticios, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y al impulso económico de la comunidad indígena de Tixcacal.

CAPÍTULO III. ANTECEDENTES

3.1 LA COMUNIDAD INDÍGENA DE TIXCACAL

La población de Tixcacal (Yucatán) consta de 1,119 **habitantes** (INPI, 2024). El dato corresponde con la suma de la población de asentamientos y localidades únicas, conforme a la información censal por localidad y AGEB urbana, INEGI, 2020 (INPI, 2024). (INPI, 2025)

3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

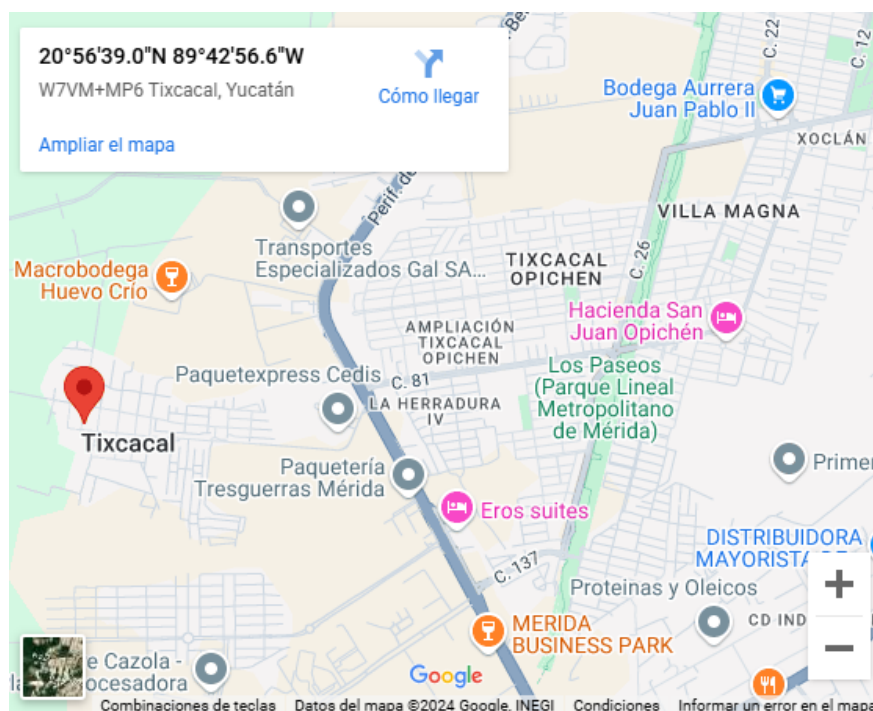


Figura 3.1. Ubicación de la subcomisaria de Tixcacal

Tixcacal (Coordenadas: 20°56'39.0"N 89°42'56.6"W/W7VM+MP6) es una subcomisaria del municipio de Mérida ubicado en una zona rural a 10 km al poniente del centro de la ciudad y al poniente de la comisaria de Oxcum que pertenece al municipio de Umán (INPI, 2025).

La comunidad cuenta con una infraestructura básica que incluye carreteras, servicios de agua y electricidad, así como también algunos comercios locales, las viviendas disponen de conexión a internet, tiene una iglesia llamada San Diego de Alcalá que es un lugar importante para la comunidad local, ya que es donde se llevan a cabo servicios religiosos y eventos sociales, su arquitectura refleja el estilo colonial español típico de la región, los materiales

con el que lo construyeron suelen incluir piedra caliza, mampostería de piedra, madera y tejas de barro para el techo, la piedra caliza es un material común en la península de Yucatán y se utiliza ampliamente en la construcción debido a su disponibilidad y durabilidad (INPI, 2025).

3.1.2 CONTEXTO SOCIOECONÓMICO Y ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

- **Bordado a máquina** con antiguas máquinas de coser a pedal y dibujos a pulso sobre la tela, bordado a mano Xokbil Chuuy o “hilo contado” sobre tela malla, punto de cruz, formar pequeñas “x” con hilos para formar animales o flores o diversas imágenes alegres (INPI, 2025).
- **Pintura** para pintar blusas con pintura textil usan un bastidor que permite tener la tela tensa y fija para deslizar el pincel, antes se diseña el dibujo con lápiz, plantilla de papel, cartón o plástico y colorear su contorno (INPI, 2025).
- **Urdido de hamaca**, se puede hacer con hilo de algodón, nailon o crochet, sus tamaños pueden ser tamaño familiar, individual y matrimonial, se urde con aguja de madera en un bastidor que consta de dos largos palos de madera, termina y se cuelgan en la pared con unas heces hechas de material reforzado (INPI, 2025).

3.1.3 PATRIMONIO CULTURAL Y USO TRADICIONAL DE RECURSOS NATURALES

En la comunidad se celebra la fiesta patronal en honor a San Diego de Alcalá, la cual inicia el 9 de noviembre con una vaquería y concluye el día 18 con la cerrada del santo patrono, denominada ochovario o biix en lengua maya. Durante estas festividades se realizan gremios en domicilios particulares, donde las familias anfitrionas ofrecen platillos tradicionales de la gastronomía yucateca, tales como relleno negro (pollo preparado con cebolla, tomate y una pasta oscura elaborada con chile de árbol quemado), cochinita pibil (carne de cerdo marinada en achiote y cocida en horno bajo tierra, envuelta en hojas de plátano) y, como bebida, jugo de horchata (a base de arroz y canela). (INPI, 2025)

Después de la misa, los asistentes acuden a los gremios, tradición que se transmite de generación en generación. Los participantes llevan estandartes confeccionados en tela y

montados sobre estructuras de madera, que representan imágenes de la Virgen o del santo patrono, cargándolos en procesión hacia la casa del agremiado.

El día de la vaquería, los habitantes portan con orgullo sus trajes típicos. Las mujeres visten el terno, un conjunto bordado con motivos florales o zoomorfos, confeccionado con técnicas tradicionales como el punto de cruz o xokbil chuuy en lengua maya, empleando hilos de colores sobre tela de malla y realzado con encajes. Complementan su atuendo con flores en el cabello, zapatos blancos de tacón, un rebozo entre los brazos y collares de oro. Los hombres, por su parte, utilizan filipinas y pantalones blancos, acompañados de huaraches conocidos como alpargatas (INPI, 2025).

La fiesta es amenizada por un grupo musical que interpreta jaranas durante toda la noche, a partir de la medianoche. En este marco se presenta a la embajadora de la comunidad, una joven elegida voluntariamente cada año. Ella porta el terno con orgullo y recibe del alcalde una corona como símbolo de representación y distinción dentro de la festividad.

Otra tradición relevante es el Jets' Méek', cuyo nombre proviene de los vocablos mayas jéets' (asentar) y méek' (abrazo). Este ritual de iniciación simboliza la preparación de los niños para desempeñar su rol como mujeres u hombres dentro de la comunidad. En el caso de las niñas, se realiza a los tres meses de edad y está representado por el fogón compuesto de tres piedras que sostienen el comal; mientras que en los niños se efectúa a los cuatro meses, asociado con los cuatro puntos cardinales y las estaciones del año. Los padrinos pueden ser un hombre y una mujer, o únicamente uno del mismo género del infante. El ritual inicia con el encendido de una vela, mientras el padrino recibe al bebé y lo carga sobre su cadera izquierda, abriendo sus piernas como símbolo de que en el futuro caminará con firmeza. El J'men (sacerdote maya) o una persona con la experiencia necesaria como los abuelos u otros familiares cercanos conduce el ritual. Durante el mismo, el padrino entrega al niño diversos objetos que representan herramientas de vida y habilidades que desarrollará en su adultez. Entre ellos se incluyen la coa, la jícara o el sabucán (bolsa yucateca elaborada con fibra de henequén). El rito concluye con nueve vueltas alrededor de la mesa, en sentido contrario a las manecillas del reloj, mientras se explica el significado de cada objeto y los dones que se le atribuyen al menor (INPI, 2025).

El uso de los recursos también tiene un significado histórico extenso en Tixcacal, así como en la cosmovisión y cultura maya transmitida de una generación a otra. Tal uso es más que mera subsistencia: cumple funciones sociales, culturales y espirituales que refuerzan la identidad comunitaria.

Recursos alimentarios

Las frutas y cultivos cultivados localmente son una dieta tradicional. Estos incluyen especies infrautilizadas como Chóoch (*Pouteria glomerata*), ciruela (*Spondias purpurea*), guanábana (*Annona muricata*), ramón (*Brosimum alicastrum*) y cultivos básicos de la milpa como maíz, frijoles y calabaza. La milpa no es solo un sistema productivo, sino un espacio cultural para transmitir cultura y conocimiento sobre alimentos y espiritualidad a la comunidad.

Recursos forestales

La flora de esta región es una base para materiales de construcción y otros utensilios de cocina. La madera cosechada de especies regionales se incorpora en estas casas, estufas y herramientas de trabajo. El henequén, por ejemplo, se procesa para hacer sabucanes (bolsas) y otros artículos domésticos. Además, plantas como la palma y la vid se utilizan para hacer techos, cuerdas y artesanías.

Recursos medicinales

El conocimiento herbario es un pilar de la atención primaria de salud de la comunidad. Una amplia gama de especies vegetales se combina en infusiones, cataplasmas o baños que remedian dolencias comunes como fiebre, dolor de estómago, resfriados y picaduras. Este tipo de conocimiento tiende a ser transmitido de una generación a otra por abuelos y parteras; es central para el mantenimiento y continuidad de la medicina tradicional.

Recursos para prácticas rituales y culturales

Los recursos naturales también aportan un significado simbólico en ceremonias, como el Jets' Méek' o en ceremonias agrícolas para pedir lluvia. Elementos como el copal, la calabaza, el maíz y el cacao tienen un significado espiritual que los mantiene conectados con

su ascendencia y los dioses mayas, y también fortalece su relación con la naturaleza y la reciprocidad en la naturaleza.

Recursos hídricos y su manejo

El agua es un recurso importante para el uso humano, así como para la agricultura y propósitos rituales, proveniente de pozos y cenotes. Cuando se utiliza, se cuida, se agradece y se dice: Buenos días al orden natural de las cosas y al ciclo interminable de sanación y el ciclo de creación, y las oraciones y ofrendas están destinadas a asegurar que esto continúe.

En conjunto, el uso tradicional de los recursos naturales de Tixcacal no es meramente una respuesta al aspecto de subsistencia de las necesidades materiales, sino al social y espiritual. Tal visión holística fortalece su interacción comunitaria con el medio ambiente y constituye un patrimonio biocultural crucial con el potencial de preservar la identidad maya.

3.1.4 IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD EN LA ALIMENTACIÓN LOCAL

La cultura y la seguridad alimentaria están estrechamente relacionadas y se consideran los pilares básicos en el modo de vida en Tixcacal. El suelo fértil de la zona se ha utilizado tradicionalmente con sistemas productivos convencionales como la milpa, los huertos familiares y la recolección de frutos silvestres para proporcionar una variedad de alimentos y una dieta equilibrada.

Diversidad Alimentaria y Nutrición

Una variedad de especies vegetales y animales disponibles proporciona a las familias una fuente vital de nutrientes. El maíz, los frijoles y la calabaza —la base de la milpa— se complementan con frutas locales como el Chóoch (*Pouteria glomerata*), la guanábana (*Annona muricata*), la ciruela (*Spondias purpurea*) o el ramón (*Brosimum alicastrum*), que aportan vitaminas, minerales y fibra. Esta variedad de alimentos mejora la dieta y previene la desnutrición o deficiencias específicas (ANA MARÍA CASTILLO, 2020).

Seguridad y Soberanía Alimentaria

Al utilizar especies locales, la comunidad reduce su dependencia de productos externos, manteniendo un acceso constante a los recursos de su entorno. Al proteger las semillas nativas y mantener métodos agrícolas tradicionales, la soberanía alimentaria (definida como el derecho de las personas a decidir cómo producirán y consumirán sus alimentos) se establece cada vez más firmemente (FAO, 2024).

Resiliencia Cultural y Ambiental

La biodiversidad tiene un papel tanto cultural como nutricional. Las frutas y plantas locales se integran en celebraciones comunitarias, ofrendas y rituales que solidifican el vínculo identitario con la naturaleza (Oscar Abel Sánchez-Velázquez, 2023) (BETTY BENREY, 2024). Además, la diversidad biológica apoya la resiliencia al cambio climático; la diversidad de cultivos y especies silvestres proporciona una alternativa de subsistencia cuando los cultivos agrícolas se pierden debido a sequías o plagas (Times, 2022).

Conocimiento Tradicional y Transmisión Intergeneracional

La gestión de la biodiversidad en Tixcacal está relacionada con el profundo conocimiento de los ancianos y las mujeres de la comunidad sobre los ciclos agrícolas, los usos medicinales y las técnicas de conservación. Esta sabiduría ancestral no solo asegura que las prácticas alimentarias se mantengan en el futuro, sino que también constituye un patrimonio biocultural que refuerza la unidad social.

3.2 FRUTOS SUBUTILIZADOS: DEFINICIÓN E IMPORTANCIA

3.2.1 CONCEPTO DE FRUTOS SUBUTILIZADOS Y SU CLASIFICACIÓN

Los frutos subutilizados se refieren a aquellos frutos que no se cultivan a gran escala ni se comercializan ampliamente, a pesar de tener un alto potencial alimenticio, medicinal o económico, cuyo aprovechamiento ha disminuido con el tiempo debido a diversos factores, como la escasa valorización comercial, la limitada difusión de sus beneficios o la falta de investigación científica que respalde sus propiedades (HOESCHLE-ZELEDON, 2004) (MARÍA DEL ROCÍO RUENES MORALES, 2015).

Los frutos subutilizados se pueden clasificar desde diferentes criterios, como su origen botánico, el tipo de fruto, su uso tradicional o potencial nutricional como se muestran a continuación:

- **Por su tipo botánico:**

- **Frutas carnosas:** contienen una pulpa jugosa. Ej.: Nance, zapote negro, ciruela mexicana.
- **Frutas secas:** presentan poca o nada de pulpa. Ej.: Nueces de ramón.

- **Por su uso tradicional**

- **Frutos comestibles:** consumidos frescos o procesados. Ej.: Guayabilla, pitahaya silvestre.
- **Frutos medicinales:** usados en la medicina tradicional. Ej.: Noni, copalchi.
- **Frutos industriales:** aprovechados para colorantes, aceites, cosméticos, etc. Ej.: Jojoba, achiote.

- **Por su potencial nutricional**

- **Ricos en antioxidantes:** Ej.: Baya del saúco, camu camu.
- **Ricos en vitamina C:** Ej.: Guayaba criolla, acerola.
- **Ricos en ácidos grasos esenciales:** Ej.: Chía, sachá inchi.

- **Por su origen geográfico (en México)**

- **Frutos mesoamericanos:** Ej.: Mamey, chicozapote, tejocote.
- **Frutos amazónicos o tropicales:** Ej.: Cupuaçu, aguaje.
- **Frutos áridos o semiáridos:** Ej.: Xoconoxtle, garambullo, biznaga.

- **Por su estado de domesticación**

- **Silvestres:** crecen naturalmente sin intervención humana.
- Ej.: Ciruela criolla, nanche de monte.

- **Semidomesticados:** se aprovechan, pero no se cultivan extensamente. Ej.: Cacahuananche, zapote blanco.
- **Domesticados localmente:** cultivados a pequeña escala por comunidades. Ej.: Mamey, huaya.

3.2.2 BENEFICIOS NUTRICIONALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE SU APROVECHAMIENTO

Las frutas representan una fuente esencial de energía, carbohidratos, vitaminas y minerales, además de aportar compuestos aromáticos, sabores y pigmentos que incrementan su valor sensorial y comercial. En Yucatán, la percepción de calidad de las frutas suele basarse principalmente en aspectos visuales, como la apariencia externa y la firmeza del pericarpio (cáscara). No obstante, algunos consumidores señalan que su preferencia está relacionada con características organolépticas, como el sabor, el aroma, la textura y el color del mesocarpio (pulpa). Asimismo, otro sector de la población enfatiza su consumo debido al aporte nutricional, en particular por su contenido de vitaminas y minerales. (MARÍA DEL ROCÍO RUENES MORALES, 2015)

Los frutos subutilizados de Yucatán, como el ciricote (*Cordia dodecandra*), el ramón (*Brosimum alicastrum*), el mamey, el zapote, el nance y la pitahaya, son ricos en nutrientes esenciales. Por ejemplo, estudios del CIATEJ Sureste han identificado que el ciricote contiene proteínas, ácidos grasos y compuestos bioactivos, lo que lo convierte en una fuente valiosa para la alimentación humana (BERNARDINO, 2019)

En cuanto a los beneficios económicos el aprovechamiento de estos frutos puede diversificar la economía local y generar ingresos adicionales para las comunidades rurales. La revalorización de especies como el ciricote y el ramón permite el desarrollo de productos con valor agregado, abriendo oportunidades en mercados especializados.

Asimismo, diversas iniciativas de empoderamiento, como la implementación de huertos comunitarios en zonas periurbanas de Mérida, han evidenciado que el cultivo y la comercialización de frutos locales contribuyen significativamente al fortalecimiento de la economía familiar y comunitaria. Este tipo de proyectos ha demostrado especial eficacia en la promoción de la autonomía económica de las mujeres, al brindarles oportunidades de participación en actividades productivas sostenibles (SILVIA MONTEJO MURILLO, 2023).

En la comunidad de Tixcacal se implementan los huertos familiares y comunitarios, crecen como parte de un desarrollo estratégico económico, alimentario y social. Estas áreas ofrecen una alternativa sostenible que ayuda a alimentar a los residentes locales y mantiene la unidad local al involucrarlos activamente. Las parcelas son adecuadas para el cultivo de hortalizas, hierbas medicinales, árboles frutales y plantas de uso doméstico, destinadas tanto para el autoconsumo como para la venta en mercados locales. Esto ayuda a las familias a diversificar y reemplazar parte de sus dietas con productos frescos, así como a obtener un ingreso extra, beneficiando así a la familia y a la sociedad.

3.2.3 FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA SUBUTILIZACIÓN DE CIERTOS FRUTOS EN COMUNIDADES INDÍGENAS

Los principales factores de la subutilización de ciertos frutos se deben a factores económicos, vías de transporte inadecuadas, baja rentabilidad y bajas áreas de siembra, tabla 3.2.3 (CHUNG, 2020)

Tabla 3.2.3. 0-1 Síntesis de factores principales de la subutilización de ciertos frutos

SÍNTESIS DE FACTORES PRINCIPALES

Categoría	Descripción
Institucional/política	Falta de reconocimiento, investigación y promoción; enfoque en cultivos comerciales
Ambiental/disponibilidad	Menor disponibilidad por degradación, agroquímicos, urbanización
Sociocultural	Cambios en gustos, prejuicios sobre "alimentos de emergencia"
Conocimiento científico	Escasez de estudios y datos sustentables sobre valor nutricional y ecológico
Preservación	Uso estacional, escasa conservación y pérdida de saberes
Competencia con oferta moderna	Sustitución por alimentos industrializados o híbridos

3.2.4 ESTUDIOS PREVIOS SOBRE FRUTOS SUBUTILIZADOS EN YUCATÁN Y OTRAS REGIONES DE MÉXICO

Changunga, murisí, nanche, nancite o nance (*Byrsonima crassifolia*) – También conocido como nanche **fig.3.2.4.1**. Aunque se consume en dulces o fermentados, su potencial nutricional y antioxidante sigue siendo poco aprovechado a nivel industrial (HERNÁNDEZ LÓPEZ ALEJANDRO, 2022)



Figura 3. 2.4.1. Fruto Byrsonima crassifolia

Tabla 3.2.4. 0-2 Relación histórica de actividades biológicas atribuidas a Byrsonima crassifolia

Parte del árbol	Método de extracción	Actividad biológica	Compuesto responsable	Referencia
Fruto	Extracción supercrítica CO ₂ /ETOH	Baja citotoxicidad en HepG2	Luteína, flavonoides, compuestos fenólicos	(Pires FCS, 2021)
Fruto	Maceración /HPLCMS	No citotoxicidad en células MCR-5, inhibición de alfa glucosidasa	Compuestos fenólicos volátiles	(Faria JV, 2021)
Fruto	Homogéneo	Antioxidante	Vitamina C y compuestos fenólicos	(Aniceto A, 2021)
Hojas	Maceración en etanol	Crio preservante en embriones bovinos	No mencionado	(Fidelis AAG, 2020)
Hojas	Maceración en etanol	Antimicrobiano vs Klebsiella resistente a carbapenems	No reportado	(Vasconcelos NG, 2020)
Fruto	Homogenado acuoso	Propiedades funcionales	Ácido ascórbico, compuestos fenólicos	(DE SOUZA V, 2020)
Corteza	Extracto etanólico	Actividad antifúngica vs Fusarium	Compuestos fenólicos y triterpenos	(ANDRADE BS, 2018)

Anona (*Annona squamosa* L.) fig. 3.2.4.2. – Incluye especies como la ilama y la atemoya. Son frutos dulces con alto contenido de vitamina C y hierro, pero su producción es escasa y limitada por la falta de sistemas de comercialización eficientes (ROMERO SOLER KATYA J, 2015) .

Vitamina C. Las vitaminas son los componentes minoritarios de los alimentos, pero juegan roles importantes en la nutrición humana. Dentro de las vitaminas más importantes se encuentra la vitamina C, ácido L-ascórbico, que la proporcionan las frutas y los vegetales. El ácido L-ascórbico es un compuesto altamente polar, soluble en agua, e insoluble en disolventes no-polares. Es una lactona caracterizada por un grupo enendiol el cual le hace ser un compuesto fuertemente reductor (LOAEZA, 2009)



Figura 3.2.4.2 Fruto de Annona squamosa L.

Ciruelo rojo (*Spondias purpurea*) fig. 3.2.4.3 – Conocido como jocote. Rico en fibra y compuestos fenólicos, pero generalmente se vende solo en mercados locales y en temporadas cortas (JIMÉNEZ CAMBEROS, 2025).



Figura 3.2. 4.3. Fruto de Spondias purpurea

Jagua (*Genipa americana*) fig.3.2.4.4 – Utilizada en algunas comunidades del sur para hacer tinta, colorantes naturales, medicina tradicional para tratar afecciones de la piel y cómo antiséptico, pero con escaso desarrollo comercial (GARCÍA, 2016-2025).

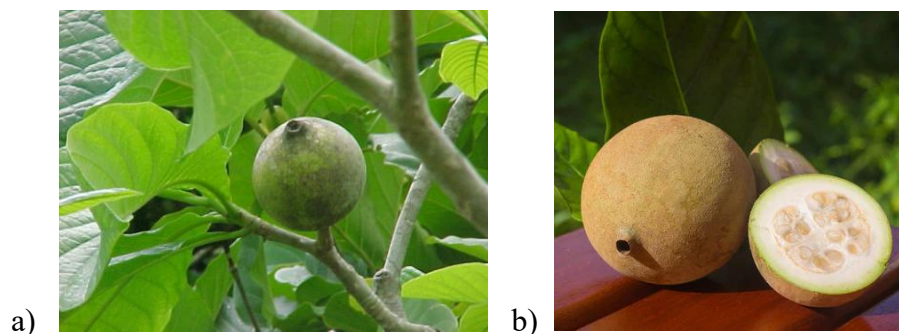


Figura 3.2.4.4 5. a) Árbol con fruto verde, b) fruto maduro

Guaya (*Melicoccus bijugatus*) fig. 3.2.4.5 – Desde la época precolombina, la huaya ha sido reconocida por sus propiedades **inmunológicas**, y se considera que ayuda a combatir problemas relacionados con la entrada de bacterias y virus en el cuerpo. Asimismo, los ácidos presentes en esta fruta se han vinculado con beneficios para las mujeres embarazadas, favoreciendo la producción de proteínas y fortaleciendo las defensas del feto (RUBIO, 2019).

Además, contribuye a la protección de los epitelios ante factores nocivos, como el tabaquismo, aunque no repara los daños que esta causa. También se ha asociado con la prevención de molestias renales. La huaya es una fuente significativa de nutrientes, incluyendo hierro, fósforo y vitaminas B1, B3, B6, B12 y C, lo que sugiere que podría ser útil en la lucha contra afecciones urinarias y bronquiales, como la fiebre y los resfriados. Su ingesta regular puede proporcionar una valiosa cantidad de vitaminas, así como minerales, aminoácidos esenciales y ácidos grasos insaturados como el oleico y el linoleico (RUBIO, 2019).



Figura 3.2.4.5. 6Guaya (Melicoccus bijugatus)

Cuajilote (*Parmentiera aculeata*) fig. 3.2.4.6 –Los frutos del cuajilote poseen muchas propiedades benéficas, principalmente antidiabéticas, antidiuréticos, puede ser un tratamiento alternativo para cálculos renales, bilis y diarrea. Además, estos frutos contienen una alta concentración de micronutrientes (Mg, Mn, Ca) y fibra (GARCÍA ROJAS).

Investigaciones realizadas en el estado de Oaxaca indican que el Cuajilote puede funcionar como una alternativa para desarrollar nuevos productos alimenticios por su alto contenido nutrimental: 84.21 a 87.34 % de humedad, 0.49 a 0.62 % de cenizas, 0.33 a 0.42 % de proteína cruda, 0.03 a 0.04 % de grasa cruda, 3.11 a 4.25 % de fibra cruda y 8.69 a 10.63 % de extracto libre de nitrógeno (GARCÍA ROJAS).



*Figura 3.2.4.6. 7 Fruto de Cuajilote (*Parmentiera aculeata*)*

Zapote negro (*Diospyros digyna*) fig.3.2.4.7 –Tliltzapotl en náhuatl, tauch en maya, biaqui en totonaco, el zapote negro (*Diospyros digyna*) en español, es un fruto perteneciente a la familia *Ebenaceae*. Este alimento se encuentra distribuido en América Central y México, principalmente en zonas tropicales y subtropicales de los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Campeche y Yucatán (Desarrollo, 2024). Este fruto es muy diferente a otros debido a que en su etapa de madurez su cáscara es delgada y de color verde brillante y, lo más llamativo, es que su pulpa es de color negro, producto de la presencia de fitoquímicos como carotenoides, alcaloides y compuestos fenólicos, además de su olor distintivo generado por volátiles como (Z)- β -ocimeno, (E)-cinamaldehído y limoneno; características que, en principio, hacen que sea poco atractivo para el consumidor. Sin embargo, cuando se degusta se encuentra que su pulpa es suave y muy dulce, con notas a caramelo, de textura cremosa y con una consistencia parecida a la del *mousse* de chocolate (Desarrollo, 2024).

El **zapote negro** destaca por ser una **fuentes natural de vitaminas, minerales, antioxidantes, fibra y agua**. Aproximadamente, el 80% de su peso es agua, lo que la convierte en una opción hidratante y refrescante para climas cálidos (On, 2025).

- **Vitaminas:** Es rico en vitamina C (aporta cerca del 25% de la dosis diaria recomendada por cada 100 gramos), vitamina A, vitamina E, vitamina B6 y folatos (B9).
- **Minerales:** Aporta potasio, calcio, fósforo, hierro y magnesio, fundamentales para el sistema nervioso, cardiovascular y muscular.
- **Fibra:** Hasta un 21% de fibra por peso, ideal para el tránsito intestinal y la salud digestiva.
- **Compuestos bioactivos:** Contiene una gran variedad de **antioxidantes y compuestos fenólicos** como catequina, epicatequina, quercetina, mirecitina, ácido cafeico, ácido cumárico y ferúlico.
- **Azúcares naturales:** Brinda energía de forma natural y sin picos glicémicos como los azúcares refinados.
- **Bajo en calorías:** Es ideal para dietas de control de peso o para quienes buscan alternativas bajas en grasas.

Además de sus nutrientes, numerosos estudios resaltan su contenido en fitoquímicos y proantocianidinas (presentes en la cáscara), con acciones antioxidantes, hipoglucemiantes y reguladoras de lípidos (On, 2025).



Figura 3.2.4.7.8. Zapote negro (Diospyros digyna)

Tejocote (*Crataegus mexicana*) fig. 3.2.4.8 – Aunque conocido por su uso en ponches y dulces típicos, su cultivo sigue siendo tradicional, con escasa tecnificación o diversificación de productos derivados.



Figura 3.2.4.8. 9 Fruto del tejocote. Fuente: (CRUZ, 2024)

- **Propiedades nutricionales.** Tiene vitaminas, especialmente vitamina C, que ayuda al sistema inmune, minerales, como calcio, hierro y fósforo, importantes para huesos y sangre. Su índice de fibra favorece la digestión y previene el estreñimiento. Y contiene antioxidantes, flavonoides y compuestos fenólicos, que protegen contra el envejecimiento celular (LIFEDER, 2025).
- **Propiedades medicinales (tradicionales)**
 - **Digestivas:** se usa para aliviar malestares estomacales, indigestión y estreñimiento.
 - **Respiratorias:** en infusiones o jarabes ayuda contra la tos y problemas bronquiales.
 - **Cardiovasculares:** se le atribuyen efectos benéficos para mejorar la circulación y fortalecer el corazón.
 - **Diuréticas:** favorece la eliminación de líquidos, lo que ayuda contra la retención y a desinflamar.
 - **Relajantes:** algunas preparaciones se emplean para disminuir la ansiedad o el insomnio.

Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) fig. 3.2.4.9 – Fruto silvestre del semidesierto con alto contenido antioxidante, pero aún no consolidado como producto comercial.



Figura 3.2.4.9. 10. Garambullo (Myrtillocactus geometrizans)

Sus propiedades nutricionales incluyen:

- **Rico en antioxidantes:** El garambullo es una fuente importante de antioxidantes, incluso más que los arándanos, ayudando a combatir los radicales libres y prevenir enfermedades crónicas (SÁNCHEZ-RECILLAS, 2024) (TORRES, 2020).
- **Alto contenido de vitamina C:** Posee hasta 350 miligramos de vitamina C por cada 100 gramos, lo que lo convierte en una de las frutas más ricas en este nutriente (SÁNCHEZ-RECILLAS, 2024) (TORRES, 2020).
- **Fibra dietética:** Su alto contenido de fibra ayuda a prevenir y controlar la diabetes, mejorar la digestión y el tránsito intestinal (SÁNCHEZ-RECILLAS, 2024) (TORRES, 2020).
- **Propiedades antiinflamatorias:** Contiene compuestos que tienen propiedades antiinflamatorias, lo que lo convierte en un remedio natural para tratar la inflamación (GENERAL, 2025).
- **Antimicrobianas:** Sus propiedades antimicrobianas ayudan a tratar infecciones y mejorar la salud digestiva (GENERAL, 2025).
- **Regulación de azúcar en la sangre:** Su contenido de betalaínas y flavonoides ayuda a regular los niveles de azúcar en la sangre, lo que lo convierte en un remedio natural para tratar la diabetes (SÁNCHEZ-RECILLAS, 2024) (TORRES, 2020).

- **Mejora del sistema inmunológico:** Su contenido de antioxidantes y compuestos que fortalecen el sistema inmunológico ayuda a prevenir enfermedades (GENERAL, 2025).

El garambullo es un fruto versátil que se puede consumir fresco, en helados, mermeladas o como ingrediente en diversas preparaciones culinarias. Su cultivo en México es sostenible y se encuentra en diversas regiones del país, especialmente en el estado de Guanajuato.

Pitaya (*Stenocereus spp.*) fig.3.2.4.10 – Rica en antioxidantes y fitonutrientes, su aprovechamiento sigue siendo estacional y poco industrializado.



*Figura 3.2.4.10. 11 Pitaya (*Stenocereus spp.*)*

La pitaya es el fruto de una planta llamada *Cactaceae* del género *Stenocereus* que aporta diversos beneficios para la salud, como ayudar a combatir el estreñimiento, favorecer la pérdida de peso, regular el azúcar en la sangre y subir las defensas del organismo (ALMEIDA, 2023).

Estos beneficios se deben a que la pitaya es rica en vitamina C y antioxidantes, principalmente en compuestos fenólicos y betalaínas, los cuales se han relacionado con la prevención de enfermedades crónicas como la diabetes y el cáncer (ALMEIDA, 2023).

3.3 CARACTERIZACIÓN DEL CHÓOCH (*POUTERIA GLOMERATA*)

3.3.1 ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Chóoch (*Pouteria glomerata*) es una especie neotropical nativa de **Centroamérica**, los bosques húmedos y subhúmedos de América Central y del Sur (WFO, 2024). Pertenece a la familia **Sapotaceae**, que está ampliamente distribuida en regiones tropicales y subtropicales del mundo. Según los registros botánicos, su rango natural se extiende desde México y América Central (particularmente Belice, Guatemala y Honduras) hasta extensas áreas de América del Sur, incluyendo Brasil, Perú, Bolivia, Colombia, Venezuela, las Guayanas y Paraguay. En México, se encuentra principalmente en la Península de Yucatán con el nombre maya "Chóoch", y es un recurso biocultural clave para las comunidades mayas debido a su uso en alimentos, medicina y madera. Su adaptación es bien conocida en una serie de diferentes condiciones, incluyendo suelos aluviales en bosques inundables y los suelos más secos de bosques medianos y bajos caducifolios. Esta plasticidad ecológica ha significado que el Chóoch pueda ser conservado tanto en ambientes silvestres como semicultivados, reflejando una interacción histórica entre las personas y su entorno. Etnobotánicamente, la historia y la presencia continua de *Pouteria glomerata* en los paisajes amazónicos y mesoamericanos se puede atribuir a su valor como fuente tradicional de alimento. Sus frutos han sido consumidos desde tiempos precolombinos, y sus frutos todavía se utilizan localmente, aunque menos que otras frutas de importancia comercial.

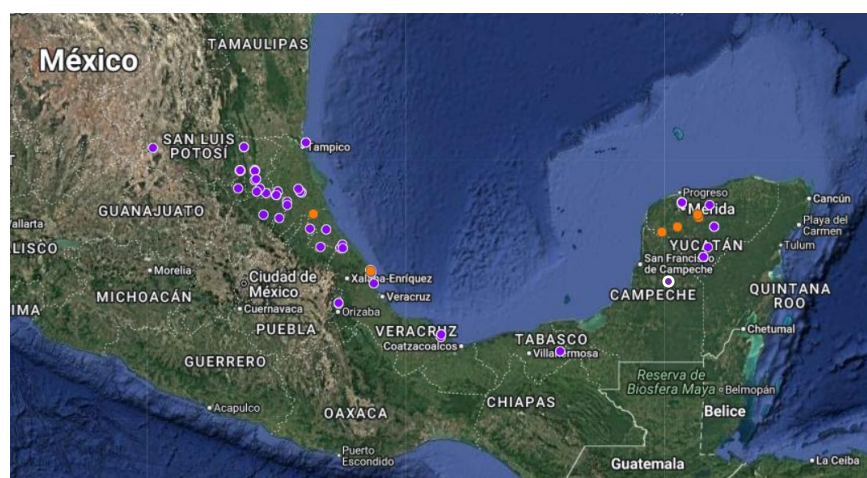


Figura 3.3.1. 12 Distribución Geográfica

Pouteria glomerata se distribuye principalmente en:

- **México:** Se encuentra en varios estados, incluyendo Campeche, Chiapas, Hidalgo, Puebla, Querétaro, Tabasco, Veracruz de Ignacio de la Llave, **Yucatán** y San Luis Potosí (CONABIO, 2015).
- **Centroamérica:** Presente en países como Costa Rica, donde habita en bosques muy húmedos y pluviales a elevaciones entre 0 y 1200 metros (CONABIO, 2015).
- **América del Sur:** También se reporta en algunas regiones de este continente.

3.3.2 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE *POUTERIA GLOMERATA* (CHÓOCH)

El Chóoch es una especie arbórea perteneciente a la familia Sapotaceae, ampliamente distribuida en regiones tropicales de América. Se caracteriza por ser un arbusto o árbol de porte variable, cuya altura oscila generalmente entre 5 y 25 metros fig.3.3.2, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas y del grado de desarrollo de cada uno (Legacy, 2020).



Figura 3.3.2.1. 13Árbol de Chóoch (Pouteria glomerata)

El tronco puede alcanzar diámetros considerables en individuos adultos, presentando una corteza de tonalidades marrones a grisáceas, con textura áspera y ocasionalmente fisurada (MARÍA DEL ROCÍO RUENES MORALES, 2015). Las hojas son simples, alternas, de disposición espiralada y morfología predominantemente elíptica a obovado-elíptica, con un tamaño variable que puede alcanzar hasta 20 cm de longitud fig.3.3.2.2. El ápice suele ser

obtusos o acuminados, mientras que la base es atenuada. Los nervios secundarios se encuentran bien definidos, lo que proporciona a la lámina foliar una apariencia reticulada característica. La superficie adaxial (superior) es de color verde oscuro y brillante, mientras que la abaxial (inferior) tiende a ser más clara y con una textura algo más opaca (Legacy, 2020).



Figura 3.3.2.2. 14. Hojas de Chóoch (Pouteria glomerata)

Las flores del Chóoch se agrupan en inflorescencias axilares o terminales, con una morfología que varía entre unisexual y hermafrodita, dependiendo de la condición de la planta. Son aromáticas y presentan una corola que oscila en color entre blanco y blanco verdoso, con segmentos petaloides dispuestos en forma de estrella. Estas flores son de pequeño tamaño, pero abundantes, lo que favorece la polinización por insectos, principalmente abejas.



Figura 3.3.2.3. 15 Flores del Chóoch

El fruto es una baya ovoide a subglobosa, de consistencia carnosa, que al madurar adquiere tonalidades que van del canela al amarillo canela. Su pulpa es comestible y de sabor agridulce, con semillas grandes, brillantes y de testa marrón oscura. Estas semillas presentan una cicatriz característica que facilita su identificación (ROMERO SOLER KATYA J, 2015).



Figura 3.3.2.4. 16 Fruto de Chóoch

En términos ecológicos, el Chóoch juega un papel importante como recurso alimenticio para la fauna silvestre, especialmente aves y mamíferos que consumen sus frutos y contribuyen a la dispersión de las semillas. Asimismo, esta especie se adapta a distintos tipos de suelos y condiciones de humedad, lo que explica su presencia tanto en áreas de selva alta como en regiones más perturbadas.

3.3.3 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y PROPIEDADES FUNCIONALES

La **composición nutricional** del Chóoch (*Pouteria glomerata*) incluye varios compuestos fitoquímicos, como escualeno, acetato de β -lupeol, acetato de β -amirina y espinasterol. Estos compuestos han sido identificados en estudios fitoquímicos y se han utilizado en el tratamiento de diversas enfermedades, incluyendo la diabetes, debido a sus propiedades hipoglucemiantes (CORONA, 2016). Aparte de los componentes nutricionales, *Pouteria glomerata* ha sido estudiado por sus **propiedades funcionales**, actividad antioxidante, actividad antimicrobiana, posibles efectos en salud (SPONTONI, 2017).

3.3.4 USOS TRADICIONALES EN LA MEDICINA Y ALIMENTACIÓN INDÍGENA

El Chóoch constituye un recurso alimenticio de gran importancia cultural. Tradicionalmente, este se consume fresco en su estado de madurez, cuando adquiere una coloración amarillenta característica, siendo valorado como fruta de mesa y parte de la dieta cotidiana (MARIA TERESA PULIDO SALAS, 2020). Además de su función alimentaria, diferentes partes de la planta, en especial las hojas, han sido empleadas en la medicina tradicional indígena para el tratamiento de diversas afecciones, entre ellas la diabetes, la tosferina, los llamados “nervios” y la purificación de la sangre (CORONA, 2016). Estos usos reflejan la estrecha relación entre la especie y los saberes etnobotánicos locales, que integran tanto su valor nutricional como sus propiedades terapéuticas en la vida comunitaria.

3.3.5 POTENCIAL AGROINDUSTRIAL Y RETOS EN SU APROVECHAMIENTO

El Chóoch es una especie nativa con frutos comestibles que presentan un perfil nutricional y fitoquímico prometedor alto contenido de fibra dietaria, vitamina C y compuestos antioxidantes, lo que lo sitúa como candidato para el desarrollo de productos agroindustriales (**harinas**, concentrados, ingredientes funcionales) y para su incorporación en estrategias de valorización de alimentos nativos (OLIVEIRA, 2023).

Retos en su aprovechamiento

Procesamiento y estandarización: Para producir harina o extractos con características consistentes (contenido de fibra, humedad, actividad antioxidante) se necesitan procesos industriales validados (control de temperatura/humedad en secado, molienda, tamizado, envasado) y metodologías analíticas que permitan certificación de parámetros nutricionales y de inocuidad (OLIVEIRA, 2023).

Innovación en productos y valor agregado

- Explorar aplicaciones en panadería, snacks, suplementos y extractos funcionales; validar aceptación sensorial y vida útil.
- Diseñar estrategias de marca que destaquen origen local, sostenibilidad y propiedades funcionales del producto.

3.4 PROCESAMIENTO DEL CHÓOCH Y OBTENCIÓN DE HARINA

3.4.1 MÉTODOS TRADICIONALES Y MODERNOS PARA LA TRANSFORMACIÓN DE FRUTOS EN HARINA

Los **métodos tradicionales** empleados en la comunidad de Tixcacal para la elaboración de harina representan un ejemplo de aprovechamiento sostenible de los recursos locales, ya que se realizan con bajo costo económico y utilizando herramientas y materiales disponibles en el entorno. Este proceso inicia con la recolección cuidadosa de los frutos, seleccionando aquellos que se encuentren en óptimas condiciones para garantizar la calidad del producto final. Posteriormente, los frutos son sometidos a un proceso de limpieza y desinfección, con el propósito de eliminar impurezas y posibles agentes contaminantes.

Una vez higienizados, los frutos se cortan en porciones pequeñas y se exponen al secado solar, una técnica ancestral que aprovecha la energía natural y que, además de reducir la humedad del alimento, contribuye a su conservación. El secado puede prolongarse varios días, dependiendo de las condiciones climáticas, hasta que la textura de los frutos sea la adecuada para su molienda.

La etapa de molienda constituye un aspecto fundamental dentro del proceso. Tradicionalmente, esta se realiza con un molcajete, utensilio de piedra que permite obtener una harina de manera artesanal, conservando las propiedades físicas y organolépticas del fruto. Sin embargo, en la actualidad también es posible emplear herramientas domésticas como la licuadora, que agilizan la pulverización sin alterar significativamente la calidad del producto.

Finalmente, la harina obtenida se somete a un tamizado, utilizando un colador fino o de su preferencia. Este paso asegura una textura uniforme y elimina partículas no deseadas, lo que otorga al producto final una mayor calidad y versatilidad en su uso alimenticio.

Estos métodos tradicionales, además de ser económicamente accesibles, poseen un fuerte valor cultural, pues reflejan prácticas transmitidas de generación en generación que mantienen la identidad comunitaria. Asimismo, constituyen una alternativa viable y sostenible frente a los procesos industriales, favoreciendo la autonomía alimentaria y el aprovechamiento de frutos locales para la elaboración de harinas nutritivas y de fácil incorporación en la dieta cotidiana.

En la actualidad, la aplicación de **métodos modernos** para la obtención de harina de Chóoch se fundamenta en el uso de equipos especializados de laboratorio, que permiten garantizar un proceso más controlado, higiénico y estandarizado en comparación con las prácticas tradicionales.

El procedimiento inició con la **recolección de frutos maduros** en la subcomisaría de Tixcacal, seleccionando únicamente aquellos que presentaban características organolépticas adecuadas (color, firmeza y ausencia de daños físicos o microbiológicos). Posteriormente, los frutos fueron sometidos a un proceso de **desinfección**, empleando soluciones sanitizantes de grado alimenticio con el fin de reducir la carga microbiana y asegurar la inocuidad del producto final.

Una vez desinfectados, los frutos se **cortaron en porciones homogéneas**, lo cual facilita la pérdida de humedad durante el proceso de secado. Para esta etapa se empleó una **estufa bacteriológica** programada a una temperatura constante de 60 °C, lo que permite un secado uniforme y controlado. Esta técnica no solo asegura la reducción de la humedad hasta niveles seguros para evitar el crecimiento de microorganismos, sino que también contribuye a la conservación de compuestos bioactivos y propiedades nutricionales del fruto.

Al alcanzar un nivel de deshidratación adecuado, el material seco se sometió a un proceso de molienda mecánica en un molino de laboratorio, obteniéndose partículas finas de harina. Posteriormente, la harina fue pasada por un tamiz, con el propósito de separar impurezas y obtener un tamaño de partícula homogéneo, adecuado para su uso en aplicaciones alimenticias.

Estos métodos modernos representan un avance significativo respecto a las prácticas tradicionales, ya que permiten obtener un producto con mayor calidad, seguridad alimentaria y uniformidad, lo que a su vez facilita su aprovechamiento en el desarrollo de alimentos funcionales y su posible incorporación en la industria alimentaria a mayor escala.

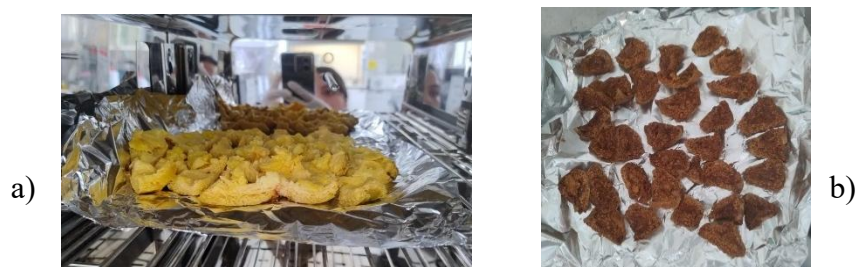


Figura 3.4.1. 17. a) Fruto de Chóoch normal, b) Fruto seco

3.4.2 VENTAJAS DEL USO DE HARINA EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS

La incorporación de harinas obtenidas a partir de frutos subutilizados, como el Chóoch (*Pouteria glomerata*), representa una estrategia innovadora y sostenible para diversificar la oferta de ingredientes en la industria alimentaria. La harina de este fruto posee características nutricionales, funcionales y tecnológicas que ofrecen múltiples ventajas en el desarrollo de productos de panificación, repostería, bebidas fortificadas y alimentos funcionales.

La harina de Chóoch presenta un **alto contenido de fibra dietaria**, lo que contribuye a la regulación del tránsito intestinal y a la prevención de enfermedades metabólicas como la obesidad y la diabetes tipo 2 (DO ESPÍRITO SANTO, 2020). Asimismo, contiene **vitamina C, compuestos fenólicos y flavonoides** con elevada capacidad antioxidante, que ayudan a disminuir el estrés oxidativo y favorecen la salud cardiovascular (OLIVEIRA, 2023).

3.4.3 ESTUDIOS PREVIOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE HARINA A PARTIR DE FRUTOS SUBUTILIZADOS

3.4.3.1 HARINA DE SEMILLAS DE ZAPALLO (*CUCURBITA SPP.*)

Un estudio realizado por Villanueva- Delgado propone una metodología técnica y económica para la producción de harina a partir de semillas de zapallo. La investigación destaca el alto valor nutricional de estas semillas, ricas en proteínas, fibra y ácidos grasos esenciales, lo que las convierte en una fuente potencial para la elaboración de harinas funcionales. Además, se evaluaron los costos asociados al proceso de producción, demostrando su viabilidad económica para pequeñas y medianas empresas agroindustriales (CARMEN MARIAELENA VILLANUEVA DELGADO, 2024).

Análisis Preliminar

Potencial nutritivo y antecedentes

La semilla del zapallo es una fuente nutricionalmente densa, caracterizada por su alto contenido de grasas poliinsaturadas, minerales esenciales, vitaminas y fitoesteroles, que la convierte en un alimento eficaz para satisfacer los requerimientos diarios de estos nutrientes. Estos componentes no solo aportan beneficios antioxidantes y antiinflamatorios, sino que también contribuyen al mantenimiento de la salud cardiovascular. En la Tabla 3.4.3.1 se

muestran los porcentajes específicos de cada componente, ofreciendo una visión más clara de su composición nutricional.

Composición (%)	Semillas sin cascara
Proteína	24,36 ± 0,02
Hidratos de carbono	6,99 ± 0,12
Humedad	5,58 ± 0,15
Grasa	49 ± 0,52
Fuente: (Rössel <i>et al.</i> , 2018)	

Tabla 0-3.4.3.2. Componentes fisicoquímicos de las semillas de zapallo.

3.4.3.2 HARINA DE CÁSCARA DE CÍTRICOS

Velásquez-Rivera investigó la utilización de la cáscara de cítricos como ingrediente para la elaboración de harinas. El estudio reveló que las cáscaras de frutas como naranja amarga, toronja y limón contienen compuestos fenólicos y flavonoides con propiedades antioxidantes. La investigación evaluó el proceso de extracción y molienda de las cáscaras, proponiendo su uso como aditivo funcional en productos alimenticios, contribuyendo así a la valorización de subproductos agroindustriales (JORGE RUPERTO VELÁSQUEZ RIVERA, 2024).

Propiedades de la cáscara

Los cítricos están compuestos por la cáscara (flavedo y albedo), la pulpa y las semillas. El flavedo o cáscara exterior, es de color amarillo/naranja en muchas especies y representa alrededor el 10 % del peso total de la fruta, mientras que el albedo, la capa interior blanca y esponjosa de la cáscara, constituye alrededor del 17 % de ese peso. La pulpa, por su parte, representa alrededor del 71 % y las semillas del 2 % (MINGCHENG ZHANG, 2023). Estos valores varían de una a otra especie (Tabla 3.4.3.2.1), al igual que su composición química (Tabla 3.4.3.2.2).

Variedad de cítricos	Desechos (% del peso fresco)	Cáscara (%)*	Membranas segmentadas y sacos de jugo (%)*	Semillas (%)*	Otros (%)*
Naranja	55,5	65,4	31,8	22,0	0,6
Tangerina	69,2	75,5	22,6	0,0	1,9
Mandarina	64,3	58,2	32,6	9,2	0,0
Toronja	62,2	65,1	33,3	1,6	0,0
Limón	62,1	69,6	25,0	5,3	0,1

* sobre el peso de materia seca. / * based on dry weight.

Tabla 0-3.0-4.3.2.1. Principales constituyentes de los desechos de diferentes variedades de frutas cítricas

	Ceniza	Proteína	Lípidos	Fenoles	Actividad antioxidante	pH
		(g kg ⁻¹)		(mg kg ⁻¹)	(mmol kg ⁻¹)	
Limón	31,1 a	30,7 b	2,6 b	7110,4 b	1333,86 a	4,92 c
Naranja	24,9 b	26,2 c	2,7 b	6352,2 c	739,25 c	4,65 d
Toronja	31,9 a	30,5 b	2,9 b	8440,7 a		
		Minerales (mg kg ⁻¹)			909,92 b	5,01 b
	Ca	Cu	Fe	K	Mg	P
Limón	6122,1 b	75,1 a	239,7 a	7981,4 a	712,3 a	512,3 b
Naranja	7156,4 a	6,5 bc	238,0 a	6962,1 c	532,6 b	398,2 c
Toronja	3384,7 c	5,6 c	125,2 b	7412,3 b	513,1 b	396,4 c

Tabla 3.4.3.2.2. 0-5 Composición química (peso en base seca) del albedo de tres cultivares cítricos

3.4.3.3 HARINA DE ALMENDRA DE MANGO

Carrillo Ruiz desarrolló un proceso para la elaboración de harina a partir de la almendra de mango, un subproducto de la industria transformadora del mango. La investigación incluyó la deshidratación de las almendras, su molienda y la evaluación de las propiedades físicoquímicas de la harina obtenida. Los resultados mostraron que la harina de almendra de mango posee características funcionales adecuadas para su uso en productos de repostería, como galletas y tortas, además de un perfil nutricional favorable tabla 3.4.3.3 (JHON EDISSON CARRILLO RUIZ, 2020).

Tabla 3.4.3.3. 0-6 Composición de la almendra de semilla de mango

Humedad	44.85	40.5	45.2	10.72	-
Proteína	6.39	1.43	6.36	8.10	10.06
cruda					
Grasa cruda	10.70	4.92	13.0	6.53	14.80
Fibra cruda	2.38	3.96	2.02	3.37	2.40
Cenizas	2.46	0.83	3.2	2.26	2.62
Carbohidratos	33	48.19	32.24	69	70.12
totales					

3.5 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS

3.5.1 DEFINICIÓN E IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

El análisis bromatológico es una herramienta clave dentro de la ciencia de los alimentos, ya que permite conocer de qué están compuestos los productos que consumimos. A través de este estudio se pueden identificar los **macronutrientes** principales, como las **proteínas**, los **carbohidratos** y las **grasas**. Gracias a esta información, es posible garantizar no solo la calidad y la seguridad de los alimentos, sino también ofrecer datos nutricionales útiles tanto para los consumidores como para quienes producen y comercializan los productos. Para lograr resultados confiables, se emplean técnicas modernas, entre ellas la cromatografía y la espectroscopía, que brindan mayor precisión y eficacia al momento de evaluar los distintos componentes.

3.5.2 PARÁMETROS EVALUADOS EN HARINAS Y SU RELEVANCIA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA (HUMEDAD, PROTEÍNAS, FIBRA, LÍPIDOS, CARBOHIDRATOS, MINERALES)

HUMEDAD

La evaluación de parámetros fisicoquímicos en harinas constituye un aspecto esencial para garantizar su calidad, seguridad y funcionalidad en la industria alimentaria. Entre los indicadores más relevantes se encuentra el contenido de **humedad**, el cual determina la estabilidad del producto durante su almacenamiento y comercialización. Un exceso de agua favorece el crecimiento microbiano y la aparición de mohos, reduciendo la vida útil y comprometiendo la inocuidad del alimento (BAKERPEDIA, 2023)

Por qué es relevante para la industria alimenticia:

- Afecta la estabilidad, riesgo microbiológico y vida útil: humedades elevadas favorecen mohos y deterioro.
- Influye en el rendimiento “seco” del producto: si la harina tiene más agua, el contenido de sólidos útiles (proteínas, almidón, etc.) se “diluye”.
- Es esencial para el control de procesos (mezclado, fermentación, horneado).
- Especificaciones de comercialización suelen exigir humedad límite (por ejemplo, $\leq \sim 14\%$) para harinas panificables

PROTEÍNAS

Proteína o nitrógeno convertido a proteína: método Kjeldahl.

Determina el contenido total de proteína (o de nitrógeno total) expresado como %, a base húmeda o seca.

El contenido de proteínas es otro parámetro clave, ya que influye directamente en las propiedades tecnológicas de la harina. En el caso del trigo, la calidad y cantidad de proteína determinan la capacidad de formar gluten, lo que repercute en la elasticidad, fuerza de la masa y volumen de los productos horneados. Además, constituye un indicador del valor nutricional del alimento (SCIENTIFIC, 2021).

Por qué es relevante para la industria alimenticia:

- Determina la capacidad funcional para formar gluten (o red proteica), lo cual es clave para la elasticidad, fuerza de la masa, retención de gases, volumen del pan.
- Los compradores establecen “proteínas mínimas” para aplicarse en ciertos usos (pan, pizzas, pastas).
- Afecta valor nutricional y etiquetado.
- Métodos comerciales modernos (por ejemplo, FT-NIR) integran análisis rápido de proteína junto con humedad y cenizas

FIBRA

La fibra, presente en mayor proporción en harinas integrales o de granos alternativos, aporta beneficios para la salud intestinal y contribuye a la reducción del riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles. Desde el punto de vista tecnológico, la fibra afecta la absorción de agua y la textura de los productos finales, siendo un componente de interés en la elaboración de alimentos funcionales y saludables (SLAVIN, 2013).

Por qué es relevante para la industria alimenticia:

- En harinas integrales o mezclas con granos completos es un parámetro nutritivo relevante (TECHNOL, 2011).
- La fibra influye en la absorción de agua, viscosidad, textura final (sensación en boca) (TECHNOL, 2011).

- En algunos productos puede afectar la absorción de nutrientes (por ejemplo, minerales) al formar complejos con compuestos fenólicos (TECHNOL, 2011).
- Su cuantificación permite diferenciar harinas refinadas e integrales (TECHNOL, 2011).

LÍPIDOS

El contenido **lipídico** o de **grasas** es asimismo importante, especialmente en harinas con presencia de germen o elaboradas a partir de granos con mayor proporción de aceites. Los lípidos influyen en el sabor, la textura y la estabilidad del producto, pero también en su susceptibilidad a la rancidez oxidativa, lo que puede afectar negativamente la calidad sensorial y la aceptación del consumidor (ABEBE, 2023).

Contenido total de grasas presentes en la harina (aceites libres más los que van unidos a lípidos estructurales)

Por qué es relevante para la industria alimenticia:

- Las grasas influyen en el sabor, aroma, rancidez (oxidación) y estabilidad del producto final (KATALIN BODOR, 2024).
- En harinas con contenido de germen elevado o cereales oleaginosos añadidos (por ejemplo, harinas de trigo integral, mezclas con leguminosas) es un parámetro más alto (KATALIN BODOR, 2024).
- Afecta capacidad de absorción de aceite, textura y sensación en boca (KATALIN BODOR, 2024).
- Un exceso de grasas puede interferir con la formación de gluten o dar problemas de rancidez (KATALIN BODOR, 2024).

CARBOHIDRATOS

Por su parte, los **carbohidratos**, constituidos principalmente por almidón, representan la fracción mayoritaria de las harinas. Este componente es determinante en las propiedades reológicas de la masa y en la formación de la estructura durante el horneado, ya que participa en procesos de gelatinización y retrogradación. Asimismo, la presencia de azúcares simples influye en la fermentación, el sabor y el índice glucémico de los productos elaborados (Ali et al., 2023).

Se calcula generalmente por diferencia (100 % – suma de humedad, proteínas, grasas, cenizas y fibra) o se mide fracciones específicas

Por qué es relevante para la industria alimenticia:

- Es la principal fracción de valor tecnológico: almidón (glucósido) es responsable de gelatinización, retención de agua, estructura en productos horneados.
- El contenido de azúcares simples afecta fermentación, índice glucémico, sabor.
- Permite balance nutricional, cálculo de energía, etiquetas nutricionales.
- En estudios de formulaciones, variaciones de carbohidratos afectan bondad de la masa, firmeza del pan, propiedades reológicas.

MINERALES

Finalmente, el contenido **mineral**, evaluado comúnmente a través del **análisis de cenizas**, proporciona información sobre la pureza y el grado de extracción de la harina. Un mayor contenido de cenizas suele asociarse con una mayor proporción de salvado, lo que repercute en el color, la absorción de agua y el perfil nutricional del producto. Además, minerales como hierro, zinc, calcio y magnesio son esenciales en la dieta, por lo que su cuantificación tiene relevancia tanto tecnológica como nutricional (BAKERPEDIA, 2023).

Por qué es relevante para la industria alimenticia:

- Es un indicador de pureza / contaminación con partes del grano (salvado, cáscara) en harinas refinadas: cuanto mayor la ceniza, más proporción de partes no endospermo.
- Afecta el color del pan (pigmentos minerales), sabor, absorción de agua
- Ciertas sales o iones metálicos pueden actuar como activadores en fermentación, influencia en enzimas, gradientes iónicas en la masa
- En panificación, el valor de ceniza ayuda a clasificar tipos de harina
- Importancia nutricional: minerales esenciales (Fe, Mg, Zn, Ca) deben estar presentes para aporte mineral en el alimento final.
- En la industria se busca optimizar extracción, separación y control de cenizas para cumplir especificaciones (como “ash $\leq$ 0.5 % en harina blanca”).

3.5.3 MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE CALIDAD E INOCUIDAD EN PRODUCTOS DERIVADOS DE FRUTOS SUBUTILIZADOS

Cuando se trabaja con frutos subutilizados, es esencial aplicar métodos que permitan:

- Garantizar que los productos no representen un riesgo para la salud (inocuidad)
- Que mantengan niveles adecuados de propiedades organolépticas, nutricionales y tecnológicas (calidad)
- Que sean viables desde el punto de vista ambiental, económico y de aceptación del consumidor.

MÉTODOS FISICOQUÍMICOS

Estos métodos permiten determinar componentes químicos, propiedades físicas, contenido de nutrientes y deterioro químico.

- **Determinaciones proximales:** humedad, proteínas, lípidos, fibra, cenizas, carbohidratos por diferencia. Estas pruebas permiten valorar el valor nutricional, rendimiento, estabilidad y olor/sabor de los productos.
- **Contenido de azúcares, ácidos orgánicos, pH, acidez total:** útiles para determinar grado de madurez, sabor, posibilidad de fermentaciones indeseadas.
- **Actividad de agua (a_w):** clave en frutas deshidratadas u otros productos secos, para prever crecimiento microbiano.
- **Evaluación de compuestos antioxidantes, fitoquímicos, vitaminas sensibles (como la vitamina C):** para medir efectos del procesamiento y almacenamiento en la calidad nutricional.
- **Detección de contaminantes químicos:** restos de pesticidas, metales pesados, micotoxinas. Se utilizan métodos como cromatografía (GC, HPLC), espectrometría, etc.

Ejemplo:

- Un estudio de Sri Lanka analizó 10 especies de frutos subutilizados para contenido fenólico, flavonoides, vitamina C, compuestos antioxidantes, composición proximal (proteína, grasa, carbohidratos, humedad, ceniza) (INDI V. SOMASIRI, 2025).

MÉTODOS MICROBIOLÓGICOS

Para asegurar la inocuidad, es necesario controlar la presencia de microorganismos patógenos

- **Recuento total de microorganismos mesófilos, mohos y levaduras:** para evaluar higiene, contaminación ambiental o deterioro.
- **Pruebas específicas de patógenos:** Salmonella, Listeria monocytogenes, E. coli, otros dependiendo del fruto.
- Ensayos de carga microbiana después de tratamientos (lavado, desinfección, procesado térmico o no térmico).
- Evaluación del efecto de conservantes naturales o tratamientos de inactivación microbiana.

Ejemplo: En el artículo de MDPI/New Approaches, se combinan tratamientos como SAEW (agua electrolizada ligeramente ácida), ácido fumárico, UV-C usando LEDs para reducir cargas bacterianas en frutas cortadas, manzanas, uvas, etc (FÁTIMA A. MILLER, 2023)

MÉTODOS DE PROCESAMIENTO EMERGENTE O NO TÉRMICOS

Estos métodos buscan preservar calidad nutricional, sabor, textura, color, mientras garantizan inocuidad, a menudo reduciendo impactos térmicos que degradan compuestos sensibles.

Algunos de estos métodos:

- **Alta presión (High Pressure Processing, HPP):** Inactivación de microorganismos sin aplicar temperaturas elevadas; mejor conservación de nutrientes y sabor (URSZULA TYLEWICZ, 2019).
- **Ultrasonido y termo-sonicación:** combinan efectos mecánicos, cavitación y algo de temperatura para mejorar extracción de compuestos bioactivos, inactivar enzimas (URSZULA TYLEWICZ, 2019).

MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS Y DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Estos métodos permiten monitorear calidad/inocuidad sin destruir la muestra, lo que es útil para producción continua y control en línea. **Espectroscopía en el visible / cercano-infrarrojo (Vis-NIR) / Hiperespectral:** para estimar sólidos solubles, firmeza interna, madurez, detectar defectos internos (JIANGBO LI, 2023).

3.5.4 INVESTIGACIONES PREVIAS SOBRE EL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE HARINAS DE FRUTOS REGIONALES

En las últimas dos décadas, la investigación sobre harinas elaboradas a partir de frutos regionales ha experimentado un notable crecimiento, motivada por el interés en la valorización de subproductos agroindustriales, la reducción de pérdidas poscosecha y el desarrollo de ingredientes funcionales con alto valor nutricional y potencial tecnológico. Los estudios más recientes se han enfocado en la caracterización bromatológica integral, la cual incluye la determinación de humedad, proteínas, lípidos, fibra cruda, cenizas y carbohidratos por diferencia, parámetros fundamentales para evaluar la calidad y estabilidad del producto.

A estos análisis se suman evaluaciones complementarias orientadas a determinar la presencia de compuestos bioactivos, tales como antioxidantes, compuestos fenólicos y vitamina C, además del perfil de ácidos grasos y las propiedades funcionales relacionadas con la capacidad de absorción de agua, retención de aceite y solubilidad. Estos indicadores permiten valorar tanto el potencial nutricional como las aplicaciones tecnológicas de las harinas obtenidas, en función de su comportamiento en matrices alimentarias diversas.

Diversos estudios de caso evidencian la amplitud metodológica aplicada en la caracterización de harinas obtenidas a partir de frutos regionales. En la línea de aprovechamiento de semillas y pulpas, la almendra o semilla de *Pouteria sapota* (mamey) ha sido objeto de investigaciones que contemplan la elaboración de harinas desgrasadas y no desgrasadas, analizadas mediante los métodos proximales establecidos por la AOAC para la determinación de humedad, proteína, lípidos, fibra, cenizas y carbohidratos (CAMACHO, 2018).

Asimismo, se han realizado estudios del perfil de ácidos grasos y de las propiedades funcionales como la capacidad de absorción de agua, la retención de aceite y la solubilidad con el propósito de evaluar su viabilidad como ingrediente proteico o como componente enriquecedor en fibra dentro de formulaciones alimentarias. Los resultados obtenidos demuestran que fracciones no convencionales del fruto, como las semillas o almendras, pueden transformarse en harinas de elevado valor nutricional, con potencial tecnológico significativo para su incorporación en productos de panificación, confitería y alimentos funcionales (CAMACHO, 2018).

3.6 POTENCIAL DEL CHÓOCH EN EL DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

3.6.1 EVALUACIÓN DE POSIBLES APLICACIONES ALIMENTARIAS DE LA HARINA DE CHÓOCH

La harina obtenida del fruto de **Chóoch** (*Pouteria glomerata*) constituye una alternativa viable para el desarrollo de productos alimenticios innovadores y sostenibles, especialmente en regiones tropicales donde esta especie forma parte de los recursos frutales **subutilizados**. Su aprovechamiento permite **valorizar recursos locales, reducir el desperdicio de frutas y diversificar las materias primas disponibles** en la industria alimentaria.

Desde el punto de vista **nutricional**, la harina de Chóoch presenta una composición equilibrada, con un contenido significativo de **carbohidratos, fibra dietética y minerales**, además de una **fracción proteica moderada y baja humedad**, factores que favorecen su estabilidad durante el almacenamiento. Estas propiedades la hacen adecuada para la **formulación de alimentos funcionales**, contribuyendo al enriquecimiento nutricional de productos tradicionales como panes, galletas, bebidas instantáneas o mezclas para repostería.

Propiedades funcionales y tecnológicas

- La probabilidad de baja humedad (cuando se realice un secado apropiado) favorece la estabilidad microbiológica de la harina, prolonga la vida útil y reduce el daño por hongos o alteraciones.
- Las propiedades fisicoquímicas de sustancias similares en especies del mismo género, como *Pouteria campechiana* (canistel), sugieren que la harina de Chóoch podría tener **alta capacidad de absorción de agua y retención de aceite**, atributos valiosos en formulaciones de panes, galletas, barras, y productos de repostería. En el estudio con harina de canistel, se reportan estas propiedades junto con buenas características de gelificación y uso en productos horneados (JAYASEKARA, 2019).

Aplicaciones alimentarias potenciales

Con base en la composición nutricional y las propiedades funcionales mencionadas, algunas aplicaciones específicas de la harina de Chóoch serían:

- Productos de panificación y galletería: sustitución parcial de harina de trigo o maíz para aumentar contenido de fibra y micronutrientes.
- Snacks saludables o barras energéticas: harinas ricas en fibra y antioxidantes son valiosas para formulaciones con enfoque funcional.
- Bebidas instantáneas o polvos nutricionales: harina con buena solubilidad y baja humedad puede servir como base seca para mezclas alimenticias enriquecidas.
- Alimentos para comunidades rurales o desarrollo local: usar harina de Chóoch permitirá valorizar el fruto local, reducir desperdicio y mejorar aporte nutritivo de los alimentos hechos en casa.

3.6.2 COMPARACIÓN CON OTRAS HARINAS DE FRUTOS SUBUTILIZADOS EN TÉRMINOS NUTRICIONALES Y FUNCIONALES

Las investigaciones sobre harinas de frutos subutilizados muestran variaciones importantes en composición nutricional y propiedades funcionales, dependiendo de la especie, parte del fruto usada (pulpa, semillas, cáscara), método de procesamiento, y aplicación prevista tabla 3.6.2.

Tabla 3.6.2. 0-7Comparación con otras harinas de frutos subutilizados: valor nutricional y propiedades funcionales

Estudio / Producto	Composición nutricional destacada	Propiedades funcionales / tecnológicas relevantes	Aspectos comparativos útiles frente a una harina de fruto como Chóoch	Referencias
Harinas de frutas comerciales (20 tipos de harinas de frutas, pulpas, cáscaras, semillas, etc.)	Fibra dietética: 7.5-69.7 g /100 g, proteínas: 2.9-12.9 g/100 g, lípidos: 1.0-8.1 g/100 g, cenizas: 1.0-7.0 g/100 g. Alto contenido de compuestos fenólicos (2.9-41 mg GAE/g)	Bioaccesibilidad de minerales variables (Mg tiene alta bioaccesibilidad en muchos casos; Ca y Fe menor). Propiedades funcionales relacionadas con contenido de fibra y lípidos: mayor capacidad de absorción de agua, índices de hinchamiento.	Si harina de Chóoch logra valores similares de fibra, proteína, lípidos y compuestos fenólicos, podría compararse favorablemente.	(FERNANDA GALVÃO, 2023)

Breadfruit y Banana Flour vs Harina de trigo	Carbohidratos muy altos (> 82.5-90 g/100 g, base seca); proteínas bastante bajas (3.9-5.0 g/100 g) en las harinas de fruta; harina de trigo muestra mayor proteína (~14.5 g/100 g)	En las harinas de fruta es mayor la capacidad de retención de agua (water holding capacity), diferente densidad a granel, mayor hinchamiento, solubilidad distinta, propiedades de gelatinización retrogradación distintas vs trigo	Si harina de Chóoch tiene proteína moderada, podría superar a estas harinas de fruta en valor proteico. Si tiene buena capacidad de absorción de agua y buen hinchamiento, podría ser útil para formulaciones que requieren retención de agua o jugosidad	(SHIQI HUANG, 2019)
Harina de residuos de frutas y vegetales incorporados en barras / galletas	Ejemplo: harina de residuos de frutas y vegetales (21.5 % fibra, ~53 % carbohidratos) en mezcla con otros ingredientes.	Alta capacidad de retención de agua, buena estabilidad microbiológica, aceptación del consumidor ≥90 días	Comparativamente, si la harina de Chóoch puede igualar o mejorar estos valores de fibra y estabilidad, tiene un buen camino para ingresar en productos similares	(MARIANA S L FERREIRA, 2015)
Harinas extraídas de subproductos: Melon Peel Flour	Elevada fibra dietética, contenido significativo de compuestos fenólicos	Se usó para fabricar muffins sin trigo, sin azúcar añadido, libre de gluten: buena aceptación sensorial; mejoría nutricional con respecto a productos estándar	Este ejemplo demuestra cómo una harina de fruto subutilizado puede servir para productos especializados (gluten-free, altos en fibra). Harina de Chóoch también podría orientarse a nichos similares si sus características lo permiten	(MAFALDA ALEXANDRA SILVA, 2024)

3.6.3 OPORTUNIDADES DE MERCADO Y POSIBLES ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACIÓN

Creciente demanda de alimentos funcionales y enriquecidos

En Latinoamérica, los consumidores muestran un interés creciente por productos que aportan beneficios para la salud, tales como alimentos ricos en fibra, proteínas o antioxidantes. El mercado regional de fibras dietéticas está proyectado para alcanzar un valor cercano a US\$ 1,279.7 millones hacia 2030, con una tasa compuesta anual de crecimiento (CAGR) de alrededor del 9.6 % entre 2024-2030 (GRAND VIEW RESEARCH, 2025).

Mercado de harinas funcionales con crecimiento apreciable

Los “alimentos funcionales” o harinas con propiedades mejoradas (alto contenido nutricional, particularidades para dietas especiales, etc.) están teniendo un crecimiento global importante. En América Latina y otros mercados emergentes se observa una adopción creciente en productos de panificación, snacks, productos sin gluten y alternativas vegetales (RESEARCH, 2024).

Espacios: productos especiales y locales

Hay oportunidades en mercados de productos artesanales, gourmet, alimentación natural, productos de origen indígena o regional, así como en segmentos de consumidores con restricciones dietéticas (sin gluten, alto en fibra, dietas basadas en plantas). Además, iniciativas de abastecimiento local y productos biodiversos atraen interés institucional y gubernamental (DONOVAN, 2016).

Políticas públicas y programas de nutrición

Gobiernos y organizaciones de salud en Latinoamérica fomentan la inclusión de alimentos saludables en programas de alimentación pública, educación, campañas de salud. Productos que promuevan beneficio nutricional pueden acceder a apoyos, subsidios, certificaciones o incentivos (INSIGHTS, 2025).

3.7 IMPACTO DEL APROVECHAMIENTO DE FRUTOS SUBUTILIZADOS EN COMUNIDADES INDÍGENAS

3.7.1 BENEFICIOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DEL USO DE PRODUCTOS AUTÓCTONOS

El aprovechamiento de productos autóctonos ofrece múltiples ventajas tanto en el ámbito económico como en el social, contribuyendo al desarrollo sostenible, la conservación cultural y el fortalecimiento de las comunidades locales.

Generación de ingresos estables para comunidades rurales e indígenas: La comercialización de productos nativos permite que familias rurales amplíen sus fuentes de ingreso. Según un informe de FILAC, proyectos que trabajan con superfrutos autóctonos (como camu camu, açai, aguaymanto, etc.) han ofrecido precios mínimos durante todo el año, lo que reduce la estacionalidad del ingreso y mejora la seguridad económica de cientos de familias indígenas (NATIONS, 2025)

Valor agregado y creación de cadenas de valor locales: Transformar productos autóctonos en ingredientes procesados (harinas, polvos, suplementos, alimentos artesanales) permite capturar mayor valor añadido en origen, en lugar de exportar materias primas con bajo margen. Este valor agregado puede generar nuevas microempresas locales, empleo y oportunidades para mujeres y jóvenes. El estudio de FILAC muestra cómo alianzas con empresas de comercialización de productos nativos apoyan inversiones en procesamiento, mejoras en calidad y negociaciones colectivas que benefician a pequeños productores (NATIONS, 2025).

Diversificación productiva y reducción de dependencia de monocultivos: El uso comercial de especies tradicionales permite diversificar la producción agropecuaria, reduciendo riesgos asociados a plagas, precios internacionales o variaciones climáticas. Esta estrategia fortalece la resiliencia económica local al minimizar la dependencia de cultivos comerciales únicos. Reportes de la FAO señalan que comunidades han podido ampliar sus actividades productivas locales mediante la transformación y venta de productos forestales no maderables y alimentos tradicionales (LANATA, 2025).

3.7.2 CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO SOSTENIBLE Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

El aprovechamiento del fruto *Pouteria glomerata*, conocido localmente como Chóoch, representa una oportunidad estratégica para promover el desarrollo sostenible y fortalecer la seguridad alimentaria en comunidades rurales e indígenas de la Península de Yucatán. Este enfoque integra dimensiones económicas, ambientales y socioculturales alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 2 (Hambre Cero), ODS 12 (Producción y consumo responsables) y ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres).

La producción y aprovechamiento de la harina de Chóoch representan una estrategia significativa para fomentar el desarrollo sostenible y fortalecer la seguridad alimentaria en las comunidades rurales de la Península de Yucatán. Este **fruto**, tradicionalmente **subutilizado**, constituye un recurso local con alto potencial nutricional y agroecológico que puede integrarse de manera responsable en la cadena alimentaria regional.

Desde la perspectiva del desarrollo sostenible, el uso del Chóoch contribuye a la diversificación de la producción agrícola y al aprovechamiento integral de los recursos naturales locales, disminuyendo la dependencia de insumos externos. Los métodos tradicionales del fruto para la obtención de harina requieren una inversión mínima y emplea tecnologías de bajo impacto ambiental, como el secado solar y la molienda manual o doméstica. Estas prácticas reducen el consumo energético y fortalecen la autonomía productiva de las comunidades, favoreciendo la economía circular y el respeto por los saberes tradicionales.

En el ámbito de la seguridad alimentaria, la harina de Chóoch ofrece una alternativa accesible y nutritiva que puede incorporarse en la dieta cotidiana, especialmente en zonas donde el acceso a productos industrializados es limitado. Estudios bromatológicos realizados en harinas de frutos tropicales similares han demostrado su alto contenido de fibra, carbohidratos, vitaminas y minerales, lo que la convierte en un ingrediente funcional capaz de mejorar la calidad nutricional de diversos alimentos (LAÍS BENVENUTTI, 2025). Asimismo, su producción local garantiza una mayor disponibilidad de alimentos, contribuyendo a la resiliencia de los sistemas alimentarios frente a crisis económicas o climáticas.

3.7.3 CASOS DE ÉXITO EN LA REVALORIZACIÓN DE FRUTOS SUBUTILIZADOS EN COMUNIDADES INDÍGENAS

Tabla 3.7.3. 0-8 CASOS DE ÉXITO EN LA REVALORIZACIÓN DE FRUTOS SUBUTILIZADOS EN COMUNIDADES INDÍGENAS

Título / Proyecto	Comunidad / Localización	Qué se está haciendo / logro	Conexión con revalorización de frutos subutilizados	Referencia
¿Por qué revalorizar los nances y sus variedades de colores?	Yucatán, comunidades rurales	Investigación etnobotánica sobre nances (<i>Byrsonima spp.</i>), documentando variedades de colores, usos tradicionales, importancia cultural y culinaria	Es un claro ejemplo de revalorización de un fruto local subutilizado: recuperar conocimiento tradicional, estimular su consumo y visibilidad cultural	(DIANA E. BURGOS-LUGO, 2023)
Los frutales abandonados y subutilizados en la Península de Yucatán	Yucatán, Puebla, Campeche (regiones indígenas)	Libro/compilación realizada con trabajo de campo, imágenes, descripción de especies de árboles frutales que han sido dejados de lado, identificando sus usos tradicionales y el conocimiento colectivo	Proporciona evidencias y rutas para reintroducir estos frutos en dietas, mercados locales o productos transformados, y preservar patrimonio biocultural.	(MARÍA DEL ROCÍO RUENES MORALES, 2015)
Uso y manejo de raíces y tubérculos comestibles nativos en una comunidad maya de Yucatán	Comunidad maya de Xocén, Yucatán	Estudio etnográfico que documenta la diversidad de raíces y tubérculos nativos cultivados en la milpa o solares, varietales registrados, instancias de uso alimenticio, ceremonial, animal, etc.	Aunque no son frutos propiamente, ilustra un proceso similar: recuperación / mantenimiento de plantas subutilizadas locales que tienen gran potencial nutricional y cultural.	(HARUMI HERNÁNDEZ-GUZMÁN, 2021)
Maíz Criollo Kantunil (Proyecto de	Kantunil, Yucatán	Grupo de mujeres cultivando maíces criollos, semillas locales, huertos	No es un fruto “subutilizado” en sentido estricto, pero es un caso de	(MEDINA, 2024)

mujeres rurales)		agroecológicos, recuperación de variedades tradicionales de maíz (incluyendo maíces menos comunes como morado, palomero, etc.), fortalecimiento comunitario, soberanía alimentaria	revalorización genética/alimentaria de recursos locales que habían sido menospreciados, favoreciendo diversidad, autosuficiencia, identidad.	
Revalorizar las frutas nativas de Yucatán para el VI Encuentro Culinario del CICY	Región de Yucatán y el CICY	Evento de divulgación culinaria para promover el uso, conocimiento y consumo de frutas originarias no convencionales, integrarlas en la cocina local	Promoción cultural + gastronomía = estrategia de revalorización para que los frutos salgan del abandono, sean apreciados por nuevas generaciones y posibles mercados	(REJÓN, 2019)
Guava (Psidium guajava) – valorización de subproductos	Regiones productoras de guayaba en México — comunidades agrícolas involucradas en procesamiento de guayaba	En lugar de desechar las cáscaras y residuos de procesamiento, los investigadores identificaron usos para estos subproductos: extracción de compuestos funcionales, aprovechamiento para nuevos productos alimenticios o ingredientes, etc.	Se redujo desperdicio, se generaron nuevos ingresos potenciales o valor agregado al cultivo de guayaba, se estimula innovación local en agroindustria y mayor conciencia del aprovechamiento integral.	(JORGE E. ANGULO-LÓPEZ, 2021)
Frutas nativas subutilizadas en la Amazonía Peruana	Pequeños productores/agroforest ería en la Amazonía, Perú	Estudiaron especies nativas (“neglected & underutilized species”, NUS) frutales, evaluaron su viabilidad económica dentro de sistemas agroforestales, considerando nutrientes, usos, barreras para su adopción	Identificaron especies con buen potencial para ingresos adicionales, mejoramiento de dietas locales, diversificación agroforestal, lo cual aporta para restauración ecológica y sostenibilidad.	(ELISABETH LAGNEAUX, 2021)

CAPÍTULO IV. HIPÓTESIS

La harina obtenida a partir de Chóoch (*Pouteria glomerata*) exhibe propiedades bromatológicas que la convierten en un producto apto para el consumo humano. Su composición nutricional, caracterizada por un contenido significativo de carbohidratos, fibra, proteínas y micronutrientes, así como la presencia de compuestos bioactivos con potencial antioxidante, la posiciona como un ingrediente funcional prometedor para la industria alimentaria.

El aprovechamiento de esta harina representa, además, una estrategia de valorización de frutos subutilizados, contribuyendo a la diversificación de la oferta de ingredientes locales y fomentando prácticas agroindustriales sostenibles. La incorporación de la harina de *Chóoch* en productos alimenticios permite explorar nuevas oportunidades de desarrollo de alimentos funcionales, orientados a consumidores interesados en dietas saludables y en la utilización de recursos endémicos de manera responsable y eficiente.

CAPÍTULO V. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar un diagnóstico en la comunidad de Tixcacal en materia de especies frutales subutilizadas para su posible aprovechamiento como fuente de alimentación aplicando metodología de acción participativa.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y documentar las principales especies frutales subutilizadas en la comisaria de Tixcacal.
- Identificar y documentar los usos tradicionales de las especies frutales de interés, así como analizar su valor nutricional con base en información etnobotánica y estudios científicos actualizados.
- Desarrollar material bibliográfico sobre las especies frutales subutilizadas de la región.

CAPÍTULO VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 TRABAJO DE CAMPO Y REALIZACIÓN DE ENCUESTAS

Para el trabajo de campo y realización de encuestas en la subcomisaría de Tixcacal consistió en tres etapas:

Primera etapa: presentación con la comisaría de la subcomisaría de Tixcacal

La primera etapa del trabajo de campo consistió en la presentación formal ante la comisaría de la subcomisaría de Tixcacal. Durante este encuentro se dialogó sobre los objetivos del proyecto enfocado en la revalorización de frutos subutilizados, así como la importancia de la participación comunitaria en el proceso. Asimismo, se gestionaron los permisos correspondientes para la aplicación de encuestas a los habitantes de la comunidad, con el fin de garantizar un trabajo ético, respetuoso y colaborativo.

Segunda etapa: Diseño y aplicación de entrevistas estructuradas

La segunda etapa del trabajo de campo consistió en el diseño y aplicación de entrevistas estructuradas, conformadas por preguntas de opción múltiple y abiertas. La formulación de las preguntas se realizó considerando la relevancia y profundidad de la información requerida para obtener un panorama claro sobre el conocimiento y aprovechamiento de los frutos subutilizados en la comunidad de Tixcacal.

Los resultados de las encuestas permitieron identificar diversas causas que explican el desconocimiento y la disminución en el consumo de ciertos frutos locales. Entre los factores más destacados se encuentran la falta de interés por parte de las nuevas generaciones, quienes tienden a preferir otros tipos de alimentos, así como la limitación de espacios disponibles en los hogares para el cultivo de estos frutos tradicionales.

Tercera etapa: Presentación de resultados y desarrollo del taller comunitario

La tercera etapa consistió en la presentación de la información obtenida a partir de las encuestas aplicadas, así como en la realización del taller titulado “**Transforma tus residuos en vida: Aprende a hacer composta en casa**”, llevado a cabo en las instalaciones de la subcomisaría de Tixcacal, Mérida, Yucatán.

Esta actividad fue organizada por el colectivo **FURTBIO** del **Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI)**, con el propósito de fomentar prácticas sostenibles dentro de la comunidad. Además, permitió fortalecer la conciencia ambiental y promover el

aprovechamiento responsable de los recursos naturales, integrando los resultados del diagnóstico comunitario con acciones de educación ambiental y desarrollo local.

6.2 ELECCIÓN DEL FRUTO A TRABAJAR

Para la selección del fruto a analizar se tomaron en cuenta diversos criterios, tales como la disponibilidad estacional, el nivel de conocimiento por parte de la comunidad, su potencial de aprovechamiento y su grado de subutilización. A partir de los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas en la comunidad de Tixcacal, se identificó al **Chóoch** (*Pouteria glomerata*) como una de las especies locales con un uso cada vez más limitado, a pesar de su valor alimenticio y cultural.

La elección de este fruto se fundamenta en su potencial para la revalorización dentro de la dieta local y en su capacidad para ser transformado en productos derivados, como harinas o bebidas tradicionales. El Chóoch es un fruto nativo de la región, perteneciente a la familia **Sapotaceae**, que se desarrolla en ambientes tropicales y húmedos. Su temporada de cosecha ocurre principalmente durante los meses de **junio a septiembre de 2024**, coincidiendo con el periodo de lluvias en la Península de Yucatán, cuando los árboles producen frutos maduros de color amarillo intenso y pulpa carnosa.

El rescate y aprovechamiento del Chóoch no solo representa una oportunidad para diversificar la alimentación y promover la seguridad alimentaria en las comunidades rurales, sino también para fortalecer el conocimiento tradicional y las prácticas sostenibles relacionadas con los recursos bioculturales del territorio.

6.3 ANÁLISIS DE COLOR A LOS FRUTOS

La medición del color de los frutos recolectados se realizó utilizando un **colorímetro**, instrumento diseñado para cuantificar con precisión las características cromáticas de las muestras. Este equipo proporciona valores específicos en las escalas internacionales de color, expresadas como **L*** (luminosidad), **a*** (componente rojo-verde) y **b*** (componente amarillo-azul), lo que permite describir objetivamente el color superficial del fruto.

Previo a la medición, los frutos fueron **clasificados de acuerdo con su estado de madurez**, seleccionándose únicamente aquellos que presentaban una madurez óptima y se encontraban libres de daños físicos o alteraciones visibles. Posteriormente, se efectuaron las lecturas de

color en **dos frutos representativos**, registrando los valores obtenidos para su posterior análisis e interpretación.

6.4 ELABORACIÓN DE LAS HARINAS DEL FRUTO

6.4.1 RECOLECCIÓN Y DESINFECCIÓN DEL FRUTO

El fruto de Chóoch (*Pouteria glomerata*) fue recolectado en la subcomisaría de Tixcacal, Mérida, Yucatán, seleccionando ejemplares en estado de madurez fisiológica óptima. Tras la recolección, los frutos se mantuvieron en condiciones frescas para evitar alteraciones en sus propiedades fisicoquímicas durante el traslado hacia las instalaciones del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), donde se llevó a cabo la caracterización inicial.

En el laboratorio, se documentaron parámetros morfológicos básicos como peso fresco y diámetro del fruto, además de la medición del color superficial mediante un colorímetro.

Posteriormente, los frutos fueron sometidos a un proceso de desinfección, utilizando una solución de agua con hipoclorito de sodio (cloro) en concentración controlada. Finalizado este procedimiento, los frutos se colocaron sobre toallas de papel absorbente para eliminar el exceso de humedad. Se seleccionaron únicamente aquellos que no presentaban daños visibles, deformaciones o signos de sobre madurez, garantizando así la obtención de una muestra homogénea y de alta calidad experimental.

Se emplearon dos frutos de Chóoch distribuidos en dos lotes de secado. En el primer lote, el fruto presentó un peso inicial de 320 g, alcanzando un peso seco de 92 g al finalizar el proceso. En el segundo lote, el peso inicial fue de 247 g y el peso seco de 78 g. Se observó que el peso del fruto varía según el número de semillas contenidas, ya que los frutos de mayor tamaño suelen desarrollar entre tres y cuatro semillas, mientras que los de tamaño mediano o pequeño presentan de dos a tres semillas. Asimismo, esta variabilidad puede estar influenciada por factores ambientales y regionales, como las condiciones edáficas y climáticas del sitio de origen. Finalmente, cada fruto fue cortado en triángulos con el fin de facilitar su secado uniforme y posterior molienda. Antes de continuar con las siguientes etapas del proceso, se realizó una nueva medición de color en las superficies expuestas de las

rodajas, utilizando nuevamente el colorímetro, con el propósito de evaluar los posibles cambios cromáticos asociados al corte y la exposición al ambiente.

6.4.1 PROCESO DE SECADO Y OBTENCIÓN DE HARINA DE CHÓOCH (*POUTERIA GLOMERATA*)

Los segmentos de Chóoch previamente cortados fueron colocados cuidadosamente en bandejas de acero inoxidable recubiertas con papel aluminio, con el propósito de evitar la adherencia del material y prevenir la contaminación cruzada durante el proceso de secado. Las muestras fueron distribuidas de manera uniforme, asegurando que no existiera superposición entre los trozos, lo cual favorece una circulación homogénea del aire caliente y una pérdida de humedad controlada.

El proceso de secado se llevó a cabo en una estufa bacteriológica a una temperatura constante entre 55 °C y 60 °C, durante un periodo de 72 horas. Este rango de temperatura fue seleccionado para preservar las propiedades fisicoquímicas del fruto, evitando la degradación térmica de compuestos sensibles como vitaminas, azúcares y pigmentos naturales. Durante el proceso, se realizaron observaciones periódicas para verificar la uniformidad del secado y evitar el sobrecalentamiento de las muestras.

Una vez finalizado el secado, los trozos de Chóoch se retiraron del horno y se dejaron enfriar a temperatura ambiente dentro de un área controlada, libre de humedad, con el fin de estabilizar el material antes de su molienda. Posteriormente, las muestras secas fueron sometidas a un proceso de molienda utilizando un molino de cuchillas de acero, hasta obtener un polvo fino y homogéneo. Esta harina fue tamizada con un colador de malla fina para asegurar una textura uniforme y facilitar su posterior análisis bromatológico.

El peso final de la harina obtenida fue de 92 gramos en el primer lote y 78 g en el segundo lote, lo que representa una reducción significativa respecto al peso inicial del fruto fresco, atribuida principalmente a la pérdida de agua durante el secado. Este rendimiento es un indicador importante del contenido de humedad inicial del fruto y de su potencial para la elaboración de productos deshidratados o formulaciones alimentarias funcionales.

6.5 ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS A LA HARINA

6.5.1 MATERIALES PARA LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

Para la realización de los análisis bromatológicos del fruto de Chóoch (*Pouteria glomerata*), se emplearon reactivos de grado analítico, cuidadosamente preparados y estandarizados según los métodos oficiales de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists). A continuación, se describen los reactivos utilizados en cada determinación:

Determinación de fibra cruda: Se utilizaron soluciones de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 1.25% (v/v) e hidróxido de sodio (NaOH) al 1.25% (v/v), necesarias para la digestión ácida y básica del material vegetal, respectivamente.

Determinación de lípidos: Se empleó éter etílico anhidro (150 mL) como solvente extractor, debido a su eficacia en la disolución de compuestos lipídicos presentes en la muestra.

Determinación de proteínas (método Kjeldahl): Para esta prueba se utilizaron los siguientes reactivos: Ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 96–98% para la digestión inicial de la muestra. Tabletas catalizadoras Kjeldahl (5 g), compuestas principalmente por sulfato de potasio y selenio.

Hidróxido de sodio (NaOH) en concentraciones de 20% y 35%, utilizado durante la fase de destilación.

Ácido bórico (H_3BO_3) al 4%, preparado con indicadores mixtos de rojo de metilo (7 mL/L) y verde de bromocresol (10 mL/L), empleados para la titulación y cuantificación final del nitrógeno.

6.5.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

El **contenido de humedad** de la harina no debe superar el **15%**, ya que esta característica es fundamental para garantizar la seguridad y estabilidad durante su almacenamiento. Un exceso de humedad puede favorecer el desarrollo de microorganismos, hongos e insectos, comprometiendo así la calidad del producto.

La determinación de humedad se realizó mediante el **método de pérdida de peso**, que consiste en secar una muestra de harina a temperatura controlada hasta alcanzar un peso constante. La diferencia entre el peso inicial y el peso final permite calcular el porcentaje de humedad presente en la muestra. Para ello, se seleccionaron **seis crisoles de porcelana**, previamente verificados para asegurar que se encontraran limpios y libres de residuos. Los crisoles se colocaron en una estufa bacteriológica a **105°C durante 4 horas** para eliminar cualquier humedad residual. Posteriormente, los crisoles se transfirieron a un **dsecador durante 30 minutos** y se pesaron en una balanza analítica, registrando los valores obtenidos en la bitácora. Este procedimiento se repitió en varias etapas de secado para obtener un **peso constante de los crisoles** antes de agregar la muestra de harina.

Una vez estabilizados los crisoles, se colocó **1 g de harina de Chóoch** en cada uno y se procedió a secar en la estufa a **105°C durante 24 horas**. Finalizado este periodo, los crisoles con la muestra se transfirieron nuevamente al desecador durante 30 minutos para su enfriamiento y se pesaron cuidadosamente, registrando los datos obtenidos. Este ciclo de secado, enfriamiento y pesaje se repitió hasta lograr un **peso constante**, asegurando que toda la humedad presente en la muestra hubiera sido eliminada. Finalmente, con los valores de peso inicial y peso constante de la harina, se realizaron los **cálculos correspondientes** con la ecuación 6.5.2, para determinar el contenido de humedad de la muestra, obteniendo un dato confiable que refleja la estabilidad y calidad de la harina de Chóoch para almacenamiento y uso posterior.

Ecuación 6.5.2. Determinación de humedad

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{P - P_1}{P_2} \times 100$$

Donde: P= peso del crisol con muestra húmeda(g)

P1= peso del crisol con la muestra seca(g)

P2= peso de la muestra (g)

6.5.3 DETERMINACIÓN DE CENIZAS

El contenido de cenizas en la harina refleja la concentración de minerales inorgánicos presentes, siendo principalmente sales de potasio, calcio, magnesio y fósforo. La cuantificación de las cenizas se realiza mediante un proceso de incineración controlada, en el que la materia orgánica se elimina por combustión a alta temperatura, dejando como residuo inorgánico el contenido mineral de la muestra. Este parámetro es fundamental para caracterizar el valor nutritivo de la harina y su potencial uso en formulaciones alimenticias.

Para la determinación, se emplearon seis crisoles previamente deshidratados y libres de humedad, en los cuales se colocaron las muestras de harina. Inicialmente, los crisoles se calentaron de manera gradual sobre una placa de combustión a aproximadamente 450°C, hasta que cesó la emisión de humo, asegurando la eliminación parcial de la materia orgánica. Posteriormente, los crisoles se transfirieron a una mufla donde fueron sometidos a 550°C durante 4 horas, garantizando la completa incineración de la materia orgánica restante.

Una vez finalizado el tiempo de incineración, la mufla se apagó y se dejó enfriar de manera controlada hasta alcanzar una temperatura menor a 200°C para que se pueda abrir por seguridad y para no dañar el equipo. Después se pudo observar que la muestra presentara un color blanco o gris, indicativo de la correcta combustión. Los crisoles fueron posteriormente colocados en un horno de convección (JEIO TECH, OF-02GW) / estufa bacteriológica a 105°C durante 24 horas, con el fin de eliminar cualquier humedad residual que pudiera afectar el peso final. Después de este proceso, los crisoles se trasladaron a un desecador durante 4 horas para estabilizar la temperatura y evitar absorción de humedad ambiental.

Finalmente, los crisoles se pesaron en una balanza analítica y se registraron los resultados en la bitácora de laboratorio. Una vez obtenido un peso constante de los crisoles con las cenizas, se procedió a calcular el contenido de cenizas de la harina con la **ecuación 6.5.3** utilizando la relación entre el peso de la muestra antes de la incineración y el residuo inorgánico final, obteniendo así un valor preciso del contenido mineral presente en la harina de Chóoch.

Ecuación 6.5.3. Determinación de ceniza

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{(P-p)}{M} \times 100$$

Donde: P= masa del crisol con la ceniza (g)

p = masa del crisol vacío (g)

M = masa de la muestra (g)

6.5.4 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

Para la determinación del **nitrógeno total** y, por consiguiente, del contenido proteico de la harina de **Chóoch** (*Pouteria glomerata*), se empleó el **método Kjeldahl**, siguiendo el procedimiento oficial para vegetales (#21).

Preparación de la muestra

Se utilizaron **seis tubos de ensayo**, cada uno conteniendo **2 g de muestra** de harina. A cada tubo se adicionaron **13 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄, v/v)** y **dos tabletas catalizadoras Kjeldahl (5 g)**. La mezcla se agrió suavemente hasta homogeneizar el contenido. Adicionalmente, se preparó un **blanco**, al cual se le adicionó únicamente el ácido sulfúrico y las tabletas catalizadoras, sin muestra, con el fin de corregir posibles interferencias y garantizar la exactitud del análisis.

Etapa de digestión

Los tubos de ensayo se colocaron en el **digestor VELD Scientifica S30110190**, empleando el **método 21**, correspondiente a la determinación de proteínas en vegetales. La digestión se realizó durante **60 minutos**, tiempo suficiente para oxidar la materia orgánica y liberar el nitrógeno en forma de amonio. Finalizado el proceso, los tubos se retiraron y se dejaron enfriar durante **20 minutos** antes de proceder a la siguiente etapa.

Etapa de destilación

Tras el enfriamiento, se agregaron **75 mL de agua destilada** a cada tubo de digestión y se colocaron en el soporte del destilador. En un matraz Erlenmeyer de 30 mL se adicionó **ácido bórico (H₃BO₃) al 4%**, conteniendo los indicadores de **rojo de metilo** y **verde de bromocresol**, para la captura del amonio liberado durante la destilación. Se realizó la **destilación**, separando los componentes mediante evaporación y condensación controlada,

de modo que el amonio generado en la digestión se cuantificara en la solución de ácido bórico.

Etapas de titulación y cálculo

Finalmente, la solución obtenida se tituló con **HCl 0.2 N** hasta alcanzar el punto final indicado por el cambio de color de los indicadores. Con base en el volumen de ácido requerido, se calcularon los **valores de nitrógeno total** y, a partir de este, la **cantidad de proteína total presente** en la muestra de harina de Chóoch se determinó con la ecuación 6.5.4, aplicando el factor de conversión apropiado para vegetales.

Ecuación 6.5.4. Determinación de proteína

$$\% \text{ de nitrógeno} = \frac{V \times N \times 0.014 \times 100}{m}$$

En donde:

V = Volumen de ácido clorhídrico empleado en la titulación, en cm³

N = Normalidad del ácido clorhídrico.

m = Masa de la muestra en g.

0.014 = Miliequivalente del nitrógeno.

6.5.5 DETERMINACIÓN DE FIBRA

La solución de ácido clorhídrico (HCl) se emplea exclusivamente para la limpieza de los crisoles utilizados en el análisis. Un volumen de 500 mL resulta suficiente para la limpieza completa de seis crisoles.

Para la preparación de las soluciones empleadas en la determinación de nitrógeno total y otros análisis bromatológicos, se requiere un volumen aproximado de 1 litro de ácido sulfúrico (H₂SO₄) y 1 litro de hidróxido de sodio (NaOH) para procesar seis tubos de ensayo, garantizando una cantidad adecuada para la digestión y neutralización.

El gel de sílice debe someterse a un proceso de secado durante 2 horas a 105 °C, asegurando la eliminación total de humedad. Posteriormente, se conserva en un desecador herméticamente sellado para evitar la reabsorción de humedad ambiental.

Asimismo, se deben colocar aproximadamente 10 g de Celite 545 en un crisol y someterlo a mufla a 525 ± 15 °C durante 3 horas. Una vez finalizado el calentamiento, y cuando la temperatura descienda por debajo de 250 °C, el material debe transferirse a un desecador correctamente sellado para su almacenamiento y preservación hasta su uso.

En la medida de lo posible, se recomienda analizar las muestras en estado seco, ya que el método descrito en el manual no contempla procedimientos específicos para muestras líquidas. En caso de trabajar con una muestra líquida, se podrá emplear un volumen conocido, el cual deberá pesarse previamente antes de introducirlo en el tubo correspondiente, con el fin de registrar el peso exacto de la muestra analizada.

Además de las muestras experimentales, es indispensable incluir un blanco de control, el cual debe prepararse utilizando únicamente Celite 545 sin muestra, con el propósito de verificar posibles contaminaciones o interferencias en el proceso.

En caso de que durante la digestión o reacción química se observe un exceso de formación de espuma, se recomienda adicionar unas gotas de n-octanol, lo que permite controlar la espuma y asegurar la estabilidad de la reacción.

El procedimiento para la determinación de fibra cruda se llevó a cabo siguiendo una metodología estandarizada que garantiza precisión y reproducibilidad en los resultados.

En primer lugar, los crisoles se sometieron a un proceso de limpieza y acondicionamiento, sumergiéndolos en una solución de ácido clorhídrico (HCl) al 15% durante una noche. Posteriormente, se enjuagaron cuidadosamente con agua destilada para eliminar cualquier residuo ácido y se secaban en estufa a 105 °C durante 5 horas. Una vez secos, los crisoles se transfirieron a un desecador hasta alcanzar la temperatura ambiente, donde se procedió a registrar su peso. Posteriormente, se colocaron nuevamente en la estufa a 105 °C por 4 horas, con el propósito de asegurar la obtención de un peso constante.

A continuación, se pesaron 0.5 g de Celite 545 y 1 g de muestra sólida (harina de Chóoch) en cada crisol. De forma paralela, se prepararon las soluciones de ácido sulfúrico (H₂SO₄) al

1.25% y de hidróxido de sodio (NaOH) al 1.25%, las cuales se almacenaron en frascos de vidrio hasta su utilización.

Para la etapa de extracción, se vertió la solución de H_2SO_4 al 1.25% en un recipiente de vidrio con asa y, en otro recipiente, se colocó agua destilada. Ambos líquidos se calentaron en una parrilla eléctrica, sin necesidad de llevarlos a ebullición. Posteriormente, se encendió el equipo de extracción en caliente (activando el botón verde) y se colocaron los crisoles con las muestras, asegurando su correcta posición mediante el ajuste de la palanca principal.

Antes de iniciar el proceso, se verificó que todas las palancas del equipo se encontraran en la posición REST, cambiándolas posteriormente a la posición CLOSED. En cada tubo de digestión se vertió la solución de H_2SO_4 hasta la segunda marca, se colocó el deflector de seguridad y se ajustó la temperatura en el nivel 5. Seguidamente, se abrió la válvula de agua del sistema de refrigeración para mantener el control térmico del equipo.

Una vez que todas las muestras alcanzaron el punto de ebullición, se mantuvieron en este estado durante 30 minutos. Transcurrido este tiempo, la temperatura del medidor se ajustó a cero y las palancas se cambiaron de la posición CLOSED a VACUUM, iniciando así la filtración de la solución ácida. Las soluciones filtradas se recuperaron en un recipiente colocado en la tarja y fueron almacenadas en un bidón para su posterior recuperación y disposición adecuada.

Tras completarse la filtración, las palancas se regresaron a la posición CLOSED y se añadió agua destilada caliente, repitiendo el proceso de filtración para garantizar la eliminación completa de residuos ácidos. Posteriormente, se vertió la solución de NaOH al 1.25% hasta la segunda marca de cada tubo y, con el deflector nuevamente colocado, se mantuvo la ebullición durante 30 minutos adicionales. Una vez transcurrido el tiempo, se repitió el proceso de filtración bajo vacío, verificando que no quedaran partículas adheridas a las paredes de los tubos.

Al finalizar la etapa de extracción, los crisoles se colocaron en la posición REST y fueron retirados cuidadosamente para ser secados en estufa a 105 °C durante 5 horas.

Posteriormente, se transfirieron a un desecador por 30 minutos, registrándose su peso hasta alcanzar un valor constante.

Finalmente, los crisoles se colocaron en la mufla a 525 ± 15 °C durante 3 horas. Una vez completado el proceso de incineración, y cuando la temperatura del equipo descendió por debajo de 250 °C, los crisoles se transfirieron nuevamente al desecador y, tras enfriar, se realizaron las pesadas finales para el cálculo del contenido de fibra cruda.

Como etapa final, se efectuó la limpieza del equipo utilizando una solución de ácido sulfúrico previamente calentada, con el fin de eliminar residuos que pudieran causar obstrucciones internas. Los crisoles utilizados se lavaron nuevamente con HCl al 15% y, como medida de mantenimiento, se sometieron a mufla cada cuatro usos para asegurar su pureza y prolongar su vida útil.

Ecuación 6.5.5. Determinación de fibra

Cálculos:

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{(\text{crisol} + \text{celite} + \text{residuo}) - [(\text{crisol} + \text{celite} + \text{cenizas de residuo}) + \text{Blanco}]}{\text{masa de la muestra}} \times 100$$

$$\text{Blanco} = (\text{crisol} + \text{celite} + \text{residuo reactivos}) - (\text{crisol} + \text{celite} + \text{cenizas de residuo reactivos})$$

6.5.6 DETERMINACIÓN DE GRASAS

El procedimiento para la determinación del contenido de grasa mediante el método Soxhlet se llevó a cabo siguiendo un protocolo cuidadosamente estandarizado para garantizar la precisión y reproducibilidad de los resultados. En primer lugar, los matraces fueron esterilizados y posteriormente secados en una estufa a una temperatura de 105 °C durante 5 horas. Una vez transcurrido este tiempo, se trasladaron a un desecador por un periodo de 30 minutos para permitir su enfriamiento y evitar la absorción de humedad ambiental. Posteriormente, se pesaron los matraces y los valores obtenidos se registraron en la bitácora, asegurando que el peso fuera constante antes de continuar con el análisis.

Simultáneamente, se prepararon los cartuchos con papel filtro, los cuales fueron almacenados en cajas Petri limpias hasta el momento de su uso para prevenir contaminaciones. Luego, se

pesaron 3 g de la muestra (harina de Chóoch) en cada cartucho, doblando cuidadosamente los extremos para evitar derrames durante el proceso de extracción.

El montaje del equipo Soxhlet se realizó acoplando el sifón al matraz correspondiente, asegurando que cada muestra se identificara adecuadamente (por ejemplo, muestra 1 con matraz 1). Una vez colocada la muestra en el sifón, se añadieron 150 mL de éter etílico como solvente de extracción, y el sistema se ensambló con los refrigerantes. Posteriormente, se encendieron las placas calefactoras y el sistema de refrigeración, manteniendo una tasa de goteo constante durante aproximadamente 4 horas, tiempo necesario para garantizar una extracción completa de los lípidos.

Al concluir el proceso, las placas se apagaron y los equipos se desconectaron, permitiendo que las muestras se enfriaran antes de desmontar el sistema. Los matraces que contenían el extracto graso se sometieron a un proceso de recuperación del éter etílico mediante un rotavapor. El equipo fue calibrado adecuadamente, ajustando la velocidad a 50 rpm y utilizando un baño de agua destilada previamente calentada. El procedimiento continuó hasta que el solvente fue completamente eliminado.

Finalmente, los matraces se trasladaron nuevamente a la estufa para su secado a 105 °C, asegurando la eliminación total de residuos de solvente. Este proceso se repitió para todas las muestras. Una vez concluidas las extracciones, se apagó el equipo y se efectuó la limpieza correspondiente de todos los materiales utilizados, garantizando el mantenimiento y conservación del sistema para futuros análisis.

Ecuación 6.5.7. Determinación de grasas

$$\text{Porcentaje de Extracto Etéreo} = \frac{P - p}{M} \times 100$$

Donde:

P = Masa en gramos del matraz con grasa.

p = Masa en gramos del matraz sin grasa.

M = Masa en gramos de la muestra.

6.5.7 DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS

El contenido total de carbohidratos en la harina de **Chóoch (Pouteria glomerata)** se determinó de manera indirecta, aplicando el método de diferencia. Este procedimiento consiste en calcular el valor correspondiente a los carbohidratos a partir de la resta de los porcentajes obtenidos en los demás análisis bromatológicos como humedad, proteína, grasa, cenizas y fibra cruda con respecto al 100%. De esta forma, se obtiene una estimación precisa y representativa del contenido total de carbohidratos presentes en la muestra analizada.

Ecuación 6.5.7. Determinación de carbohidratos

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - \% \text{ humedad} - \% \text{ proteína} - \% \text{ lípidos} - \% \text{ minerales}$$

CAPÍTULO VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES

7.1 TRABAJO DE CAMPO

Durante el mes de septiembre de 2024 se realizó una visita a la subcomisaría de **Tixcacal** con el propósito de gestionar el permiso correspondiente para la aplicación de encuestas a la población local. Durante la reunión con la autoridad comunitaria, se obtuvo la autorización necesaria, lo que permitió iniciar de inmediato la fase de recolección de datos mediante la aplicación de las primeras encuestas.

El trabajo de campo se desarrolló de forma continua entre los meses de **septiembre y diciembre de 2024**, abarcando diversas actividades orientadas a la recopilación de información mediante encuestas aplicadas a los habitantes de la comunidad. En **diciembre**, con el cambio de autoridades locales, fue necesario realizar una nueva presentación ante la comisaría entrante, con el objetivo de dialogar sobre la continuidad del proyecto y obtener nuevamente la autorización para proseguir con las actividades planificadas.

Posteriormente, se organizó una **asamblea comunitaria** y se impartió un **taller titulado “Transforma tus residuos en vida: Aprende a hacer composta en casa”**, enfocado en la promoción de prácticas sostenibles y el aprovechamiento responsable de los recursos orgánicos disponibles en los hogares.

Durante los recorridos realizados en la comunidad, se recopiló información valiosa y pertinente para el desarrollo del proyecto. Entre los hallazgos más relevantes destacó la **práctica tradicional de la milpa maya**, mencionada por la mayoría de los pobladores, la cual ha experimentado una notable disminución en los últimos años debido a cambios en las dinámicas productivas y sociales. Asimismo, se obtuvo información detallada sobre los **procesos agrícolas**, incluyendo las técnicas de siembra, los cuidados aplicados durante el crecimiento de los cultivos y las etapas previas a la cosecha y comercialización de los productos.

Otro aspecto significativo identificado fue la **presencia de frutos subutilizados** dentro del patrimonio alimentario local. Estos recursos, que en el pasado formaban parte esencial de la dieta y la cultura de la comunidad, actualmente se encuentran en desuso, lo que los coloca en riesgo de desaparición y, por ende, en una situación de **vulnerabilidad ecológica y cultural**.

Finalmente, en el mes de **marzo de 2025**, se llevó a cabo una **entrevista individual con un integrante de la comunidad**, con el propósito de complementar y validar la información obtenida durante las etapas previas del trabajo de campo, fortaleciendo así la comprensión integral de las prácticas y percepciones locales en torno al uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

7.2 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

Se encuestó al 42% de la comunidad, correspondiente a los individuos que se encontraban presentes durante el recorrido domiciliario y que mostraron interés en participar en la encuesta, del cual se identificaron aproximadamente 30 especies de diferentes árboles frutales en la subcomisaría de Tixcacal, la proporción de éstos se observa en la Figura 7.2

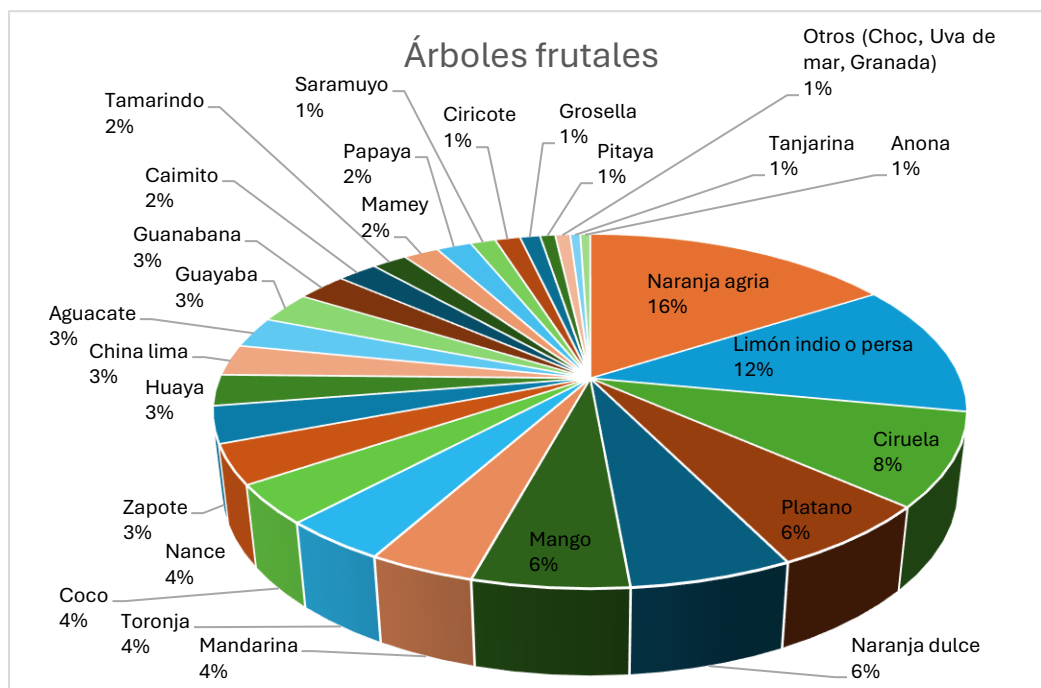


Figura 7.2. 18. Árboles frutales encontrados en la subcomisaría de Tixcacal

Un 95% de los encuestados indicó que la actividad agrícola no constituía su principal fuente de ingresos. Esto se debió a que las nuevas generaciones han mostrado un creciente interés por trabajar en industrias, abandonando así la actividad agrícola. Además, manifestaron una preferencia por obtener alimentos a través de diversos canales, como la compra en línea, vendedores ambulantes o tiendas.

Las encuestas también revelaron que la mayoría de la población consumía los frutos de su hogar, siendo muy pocos los que optaban por venderlos o regalarlos. La forma en que se consumían estos productos era principalmente en su estado fresco, así como en preparaciones culinarias y conservas.

7.3 ANÁLISIS DE COLOR EN LOS FRUTOS ANTES DE PROCESAR

Los resultados obtenidos en el **análisis de color** muestran que los valores de **L*** (luminosidad) en la parte central y en la base del fruto presentan una variación que oscila entre **50 y 60**, mientras que en la zona del **pedicelo** se observa una **diferencia significativa**, lo que indica una variación en la intensidad de luz reflejada en esa región. En cuanto al parámetro **a*** (componente rojo-verde), los valores registrados en las distintas partes del fruto se encuentran en un rango de **5 a 12**, evidenciando una tendencia hacia tonalidades rojizas conforme avanza el proceso de maduración. Por su parte, el componente **b*** (amarillo-azul) del **primer lote** mostró valores inferiores en comparación con el **segundo lote**, lo que se atribuye al **estado de madurez** del fruto, ya que los ejemplares más maduros tienden a desarrollar tonalidades más amarillas.

Tabla 7.3 Análisis de color en los frutos antes de procesar

Color %			
Partes	L*	a*	b*
Centro	53.7	10.6	10.7
Pedículo	10.7	5.3	-1.6
Base	60.9	9.7	15.1

Lote #2

Color %			
Partes	L*	a*	b*
Centro	51.1	10.1	9.8
Pedículo	49.7	11.3	10.2
Base	53	8.7	12.8

7.4 RENDIMIENTO DE LA CANTIDAD DE FRUTO HACIA LA CANTIDAD DE HARINA PRODUCIDA

Se elaboraron **dos lotes de harina** a partir de frutos de **Chóoch (*Pouteria glomerata*)** recolectados en la subcomisaría de **Tixcacal**. El **primer lote** se obtuvo a partir de un fruto con un **peso fresco total de 320 g**, el cual, tras el proceso de **secado y molienda**, produjo **92 g de harina seca**.

Por su parte, el **segundo lote** se elaboró a partir de un fruto con un **peso inicial de 247 g**, obteniéndose finalmente **78 g de harina** después del procesamiento. Estos rendimientos reflejan la eficiencia del proceso de transformación del fruto fresco en harina, considerando las variaciones propias del tamaño y contenido de humedad de cada muestra.

7.5 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

En la siguiente tabla se presentan los valores de humedad obtenidos durante el proceso de secado de la harina de Chóoch (*Pouteria glomerata*). El procedimiento se realizó por triplicado para cada muestra, empleando 0.1 g de harina por determinación, con el objetivo de garantizar la precisión y reproducibilidad de los resultados.

El primer registro de peso se efectuó tras cuatro horas de secado, momento en el cual se observó una ligera disminución en la masa de las muestras, atribuida a la pérdida inicial de agua libre presente en la superficie de las partículas de harina. Conforme avanzó el tiempo de secado, especialmente a partir de las ocho horas, se evidenció una disminución progresiva y sostenida del peso, lo que indicó la continua eliminación de humedad tanto superficial como estructural.

Las muestras se mantuvieron en el horno durante un periodo total de 71 horas, bajo condiciones controladas de temperatura y ventilación, con el fin de garantizar la completa deshidratación y alcanzar un peso constante, criterio fundamental en la determinación del contenido de humedad. Una vez transcurrido el tiempo establecido, se procedió a registrar los pesos finales y realizar las observaciones pertinentes respecto al comportamiento de las muestras durante el proceso.

Los resultados obtenidos reflejaron una tendencia descendente constante en el peso de las muestras, lo cual confirma la pérdida gradual de agua a lo largo del tratamiento térmico. Esta reducción progresiva del contenido de humedad evidencia la eficiencia del proceso de secado, asegurando la estabilidad fisicoquímica del producto final. La obtención de un peso constante indica que la harina alcanzó un estado de equilibrio higroscópico, condición ideal para su conservación y posterior análisis bromatológico, ya que un bajo contenido de humedad contribuye a evitar el desarrollo microbiano y prolongar la vida útil del producto.

En términos generales, el comportamiento observado durante el proceso de secado de la harina de Chóoch demuestra la efectividad del método empleado y la idoneidad de las condiciones experimentales, asegurando la obtención de un producto estable, homogéneo y con propiedades adecuadas para su utilización en posteriores estudios de caracterización fisicoquímica y nutricional.

Tabla 7.5 Determinación de humedad

Humedad % Harina	
Harina	Promedio $\pm$ Des (%)
Lote #1	9.54 $\pm$ 0.05
Lote #2	9.82 $\pm$ 0.30

7.6 DETERMINACIÓN DE CENIZAS

En la siguiente tabla se presentan los valores del **contenido de cenizas** obtenidos durante el proceso de **incineración** de las muestras. El análisis se realizó **por triplicado** para cada muestra, utilizando **1 g de harina de Chóoch (*Pouteria glomerata*)** por determinación.

Previo a la incineración, las muestras fueron sometidas a un **proceso de secado** con el propósito de eliminar la mayor cantidad posible de humedad y asegurar la obtención de pesos constantes. Posteriormente, se efectuó una **cremación inicial** a temperatura controlada durante **45 minutos**, con el fin de favorecer la descomposición de la materia orgánica.

Una vez completada esta etapa, las muestras fueron colocadas en una **mufla a alta temperatura durante 4 horas**, permitiendo la **calcinación total** y la eliminación completa de la materia orgánica, obteniéndose así únicamente el **residuo mineral correspondiente al contenido de cenizas**.

Cabe destacar que **ambas muestras de harina** fueron procesadas de manera simultánea y bajo **condiciones controladas y reproducibles**, garantizando la **consistencia y confiabilidad** de los resultados obtenidos.

Tabla 7.6 Determinación de ceniza

	Ceniza % Harina
Harina	Promedio $\pm$ Des (%)
Lote #1	3.04 $\pm$ 0.54
Lote #2	3.40 $\pm$ 0.24

7.7 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

En la siguiente tabla se presentan los valores correspondientes al **contenido de proteína cruda**, determinados mediante el **método de cuantificación de nitrógeno**. El análisis se efectuó **por triplicado** para cada muestra, empleando **2 g de harina de Chóoch (Pouteria glomerata)** en cada determinación, con el fin de asegurar la **precisión y reproducibilidad** de los resultados obtenidos.

Tabla 7.7 Determinación de proteínas

Proteína % Harina	
Harina	Promedio $\pm$ Des (%)
Lote #1	4.29 $\pm$ 0.28
Lote #2	4.43 $\pm$ 0.19

7.8 DETERMINACIÓN DE FIBRA

En la siguiente tabla se presentan los valores correspondientes al **contenido de fibra cruda** obtenidos mediante el **método de determinación de fibra cruda** establecido por la **Association of Official Analytical Chemists (AOAC)**. El análisis se realizó **por triplicado** para cada muestra, empleando **2 g de harina de Chóoch (Pouteria glomerata)** en cada determinación, con el objetivo de garantizar la **precisión, reproducibilidad y confiabilidad** de los resultados.

La determinación de fibra cruda permite estimar la fracción del material vegetal resistente a la digestión, compuesta principalmente por **celulosa, hemicelulosa y lignina**, componentes estructurales esenciales de la pared celular de las plantas. Estos compuestos poseen gran relevancia desde el punto de vista **nutricional y funcional**, ya que contribuyen al buen funcionamiento del sistema digestivo y a la formulación de productos alimenticios con propiedades saludables.

Los valores obtenidos reflejan la **proporción de fibra cruda presente en la harina de Chóoch**, la cual puede variar en función de factores como el **estado de madurez del fruto**, **las condiciones de secado y molienda**, así como la **composición estructural del tejido vegetal**. Un contenido adecuado de fibra cruda en este tipo de harinas resulta favorable para su **potencial aplicación en la industria alimentaria**, especialmente en el desarrollo de productos funcionales y dietéticos destinados a promover una alimentación equilibrada y sostenible.

Tabla 7.8 Determinación de fibra

	Fibra % Harina
Harina	Promedio $\pm$ Des (%)
Lote #1	40.75 $\pm$ 0.42
Lote #2	39.86 $\pm$ 0.33

7.9 DETERMINACIÓN DE GRASAS

En la siguiente tabla se presentan los valores correspondientes al **contenido de grasa** determinados mediante el **método de extracción Soxhlet**, conforme a la metodología establecida por la **Association of Official Analytical Chemists (AOAC)**. El análisis se realizó **por triplicado** para cada muestra, utilizando **3 g de harina de Chóoch (Pouteria glomerata)** por determinación, con el propósito de garantizar la **precisión y reproducibilidad** de los resultados.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el **primer lote** presentó un **contenido promedio de grasa de 4.15 $\pm$ 0.86 %**, mientras que el **segundo lote** registró un **contenido promedio de 4.25 $\pm$ 0.58 %**. Los valores se expresan en **porcentaje sobre base seca**, e incluyen el **error estándar de la media ($\pm$)** para reflejar la variabilidad de las mediciones.

Estos resultados evidencian un **contenido moderado de grasa** en la harina de Chóoch, lo cual puede influir positivamente en sus **propiedades funcionales**, como la capacidad de retención de sabor, textura y estabilidad en productos alimenticios. Asimismo, este nivel de grasa sugiere un **potencial aprovechamiento agroindustrial**, ya que puede contribuir a la

formulación de alimentos nutritivos y energéticos, manteniendo un equilibrio adecuado entre valor nutricional y características tecnológicas del producto final.

Tabla 7.9 Determinación de grasas

Grasa % Harina	
Harina	Promedio $\pm$ Des (%)
Lote #1	4.15 $\pm$ 0.86
Lote #2	4.25 $\pm$ 0.58

7.10 DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS

Durante el proceso de análisis químico de la harina de Chóoch se llevó a cabo la determinación cuantitativa del contenido de carbohidratos, con el objetivo de evaluar su viabilidad nutricional y su potencial como materia prima en la industria alimentaria.

Tabla 7.10 Determinación de carbohidratos

Carbohidratos %	
Análisis	Promedio $\pm$ Des (%)
Humedad %	9.54 $\pm$ 0.05
Ceniza %	3.04 $\pm$ 0.54
Proteína %	4.29 $\pm$ 0.28
Fibra %	40.75 $\pm$ 0.42
Grasa %	4.15 $\pm$ 0.86
Carbohidratos %	38.23

Carbohidratos %	
Análisis	Promedio $\pm$ Des (%)
Humedad %	9.82 $\pm$ 0.30
Ceniza %	3.40 $\pm$ 0.24
Proteína %	4.43 $\pm$ 0.19
Fibra %	39.86 $\pm$ 0.33
Grasa %	4.25 $\pm$ 0.58
Carbohidratos %	38.24

CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES

La harina obtenida del fruto de *Pouteria glomerata* (conocido con su nombre maya como Chóoch) representa un ejemplo significativo cómo recursos biológicos regionales que pueden incorporarse eficazmente en estrategias de desarrollo sostenible, innovación alimentaria y preservación cultural. Los análisis bromatológicos realizados evidencian que la harina de Chóoch posee un perfil nutricional equilibrado, destacando por su contenido moderado de carbohidratos complejos, fibra dietética, proteínas y minerales esenciales, así como por la presencia de compuestos bioactivos con potencial antioxidante. Estas características sugieren que dicho producto puede considerarse una fuente alternativa de nutrientes con propiedades valiosas para la industria alimentaria.

Desde una perspectiva socioeconómica y ambiental, el aprovechamiento del Chóoch promueve la diversificación productiva en comunidades rurales, el rescate de conocimientos tradicionales y la reducción del desperdicio de frutos nativos subutilizados. Su transformación en harina genera oportunidades de valor agregado local, fomenta la autonomía alimentaria, y fortalece la resiliencia económica y ecológica de las comunidades que dependen de los recursos naturales del territorio.

La harina de Chóoch no solo posee atributos bromatológicos y funcionales favorables, sino que además constituye un modelo de innovación sustentable que integra saberes tradicionales con el conocimiento científico moderno. Su estudio y promoción refuerzan la importancia de revalorizar los frutos autóctonos del sureste mexicano, proyectando al Chóoch como un ingrediente emergente con potencial nutricional, económico y ecológico dentro del marco de una bioeconomía sostenible y culturalmente pertinente.

CAPÍTULO IX. RECOMENDACIONES

Realización de estudios sensoriales con consumidores: Se recomienda llevar a cabo evaluaciones sensoriales sistemáticas de los productos elaborados con harina de *Pouteria glomerata* (Chóoch), a fin de analizar la aceptación por parte de los consumidores en términos de sabor, textura, aroma y apariencia. La aplicación de pruebas sensoriales controladas permitirá obtener información objetiva sobre las preferencias del público objetivo, facilitando la validación del producto desde una perspectiva comercial y orientando su formulación hacia una mayor competitividad en el mercado alimentario.

Fortalecer los estudios nutricionales y funcionales del Chóoch: Se recomienda profundizar en la caracterización química y funcional de la harina de *Pouteria glomerata*, especialmente en lo referente al perfil de carbohidratos complejos, fibra soluble e insoluble, y compuestos antioxidantes. Esto permitirá establecer con mayor precisión su valor nutricional y sus posibles aplicaciones en dietas especiales (como alimentos para diabéticos, celíacos o personas con requerimientos nutricionales específicos).

Desarrollar productos alimenticios innovadores basados en harina de Chóoch: Con base en sus propiedades bromatológicas, se sugiere impulsar el desarrollo de prototipos alimenticios como barras energéticas, galletas, mezclas para panificación, bebidas funcionales o suplementos nutricionales, incorporando la harina de Chóoch como ingrediente principal o complementario.

Fomentar la capacitación de productores y comunidades rurales: Es esencial implementar programas de capacitación técnica para las comunidades locales en torno al manejo postcosecha del fruto, los procesos de transformación artesanal e industrial de la harina y las buenas prácticas de manufactura. Esto permitirá garantizar la calidad del producto final y mejorar su valor comercial.

Impulsar esquemas de economía local y cadenas cortas de comercialización: Se recomienda fomentar modelos de negocio basados en el comercio justo, el consumo local y la participación directa de las comunidades en la cadena de valor, asegurando que los

beneficios económicos permanezcan en el territorio y contribuyan al desarrollo sostenible de la región.

Promover la integración del Chóoch en políticas públicas de alimentación y sustentabilidad: Dada su relevancia nutricional y cultural, se sugiere considerar la incorporación de productos derivados del Chóoch en programas institucionales de alimentación escolar, combate a la desnutrición o fortalecimiento de la seguridad alimentaria en zonas rurales.

Documentar y preservar el conocimiento tradicional asociado al Chóoch: Es importante registrar, respetar y divulgar los saberes ancestrales relacionados con el uso tradicional del fruto, tanto en la alimentación como en otros ámbitos (medicinales, rituales, etc.), reconociendo el valor cultural que este recurso representa para los pueblos originarios del sureste mexicano.

Impulsar líneas de investigación en bioeconomía y agrobiodiversidad: Se recomienda vincular la investigación científica con iniciativas de conservación de la biodiversidad, enfocándose en el Chóoch como modelo de aprovechamiento sostenible de especies nativas subutilizadas. Esto incluye estudios sobre su cultivo, propagación, mejora genética y adaptación a diferentes condiciones agroecológicas.

BIBLIOGRAFÍA

- ABEBE, A. (Abril de 2023). *Quality of work life and organizational commitment of the academic staff in Ethiopian universities*. Obtenido de Heliyon : [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(23\)02346-0?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844023023460%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(23)02346-0?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844023023460%3Fshowall%3Dtrue)
- ALMEIDA, A. D. (ABRIL de 2023). *Beneficios de la pitaya*. Obtenido de TUASAÚDE: <https://www.tuasaude.com/es/pitaya/>
- ANA MARÍA CASTILLO, V. A. (30 de ENERO de 2020). *frontiersin*. Obtenido de Analysis of the Current Agricultural Production System, Environmental, and Health Indicators: Necessary the Rediscovering of the Prehispanic Mesoamerican Diet?: <https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-food-systems/articles/10.3389/fsufs.2020.00005/full?utm>
- ANDRADE BS, M. R. (Febrero de 2018). *Phytochemistry, antioxidant po-tential and antifungal of Byrsonima crassifolia on soil phy-topathogen control..* Obtenido de Brazil Journal Biology 78: 140-146.: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.166532>
- ANICETO A, M. J.-T. (21 de Mayo de 2021). *Physicochemical characterization, antioxidant capacity, and sensory properties of murici (Byrsonima crassifolia (L.) Kunth) and Taperebá (Spondias mombin L.)*. Obtenido de Beverages Molecules 26: 332-344. <https://doi.org/10.3390/molecules26020332> Anónimo. s/f. Malpighiaceae.: <https://webapps.lsa.umich.edu/herbarium/malpigh/index.html>.
- BAKERPEDIA. (2023). *Ash in Flour*. Obtenido de <https://bakerpedia.com/processes/ash-in-flour/>
- BAKERPEDIA. (2023). *Moisture in flour*. Obtenido de <https://bakerpedia.com/processes/moisture-in-flour/>
- BERNARDINO, J. C. (18 de Enero de 2019). *Aprovechamiento integral de frutas tropicales*. Obtenido de Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C.: https://www.ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/Noticias/Aprovechamiento-integral-de-frutas-tropicales/99?utm_source
- BETTY BENREY, C. B.-S. (Noviembre de 2024). *sciencedirect*. Obtenido de The mesoamerican milpa system: Traditional practices, sustainability, biodiversity, and pest control: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964424002020?utm>

- CAMACHO, L. S. (2018). *Extracción y caracterización del aceite, grasa y harina obtenida de semilla de mamey*. Obtenido de <https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2018/noviembre/0782588/0782588.pdf>
- CARMEN MARIAELENA VILLANUEVA DELGADO, M. M. (26 de Diciembre de 2024). *Propuesta técnica – económica para la producción de harina a partir de la valorización de semillas de zapallo (Curcubita spp)*. Obtenido de Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación: <https://www.revistas.upse.edu.ec/index.php/rcpi/article/view/1354/1322>
- CHUNG, J. F. (2020). *Factores agroeconómicos y su relación con la subutilización en tres cultivos nativos de la comunidad Flor de Castaña Río Ucayali distrito de Sapuena 2016*. Obtenido de Library: <https://1library.co/document/yj744o5y-factores-agroeconomicos-relacion-subutilizacion-cultivos-comunidad-castana-ucayali.html>
- CONABIO. (2015). *Pouteria glomerata*. Obtenido de enciclo vida: <https://enciclovida.mx/especies/171314-pouteria-glomerata>
- CORONA, R. C. (Enero de 2016). *CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DE Pouteria glomerata, UNA PLANTA UTILIZADA PARA EL TRATAMIENTO DE LA DIABETES*. Obtenido de Universidad Autónoma Chapingo: <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/359e762e-4ae7-44f0-ad35-ab57891a2176/content>
- CRUZ, L. P. (2024). *Crataegus mexicana*. Obtenido de Enciclovida, CONABIO: <https://enciclovida.mx/especies/166836-crataegus-mexicana>
- DE SOUZA V, A. A. (15 de Abril de 2020). *Fruit-based drink sensory, physicochemical, and antioxidant properties in the Amazon region: Murici (Byrsonima crassifolia (L.) Kunth and verbascifolia (L.) DC) and tapereba (Spondia mombin)*. Obtenido de Food Science Nutrition 15: 2341-2347.: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/fsn3.1520?msocid=2f7c994975c365e0193c8c1074326401>
- Desarrollo, C. d. (24 de Mayo de 2024). *El zapote negro: las otras frutas tropicales de México*. Obtenido de Ciencia y Tecnología: <https://www.ciad.mx/el-zapote-negro-las-otras-frutas-tropicales-de-mexico/>
- DIANA E. BURGOS-LUGO, M. T.-N. (23 de Febrero de 2023). *¿Por qué revalorizar los nances y sus variedades de colores?*. Obtenido de Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.: https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2023/2023-02-23_DBurgos-et-al_Por-que-revalorizar-los-nances-y-sus-variedades-de-colores.pdf

- DO ESPÍRITO SANTO, B. L. (Noviembre de 2020). *Dietary fiber chemical structures and physicochemical properties of edible Pouteria glomerata fruits, native from Brazilian Pantanal*. Obtenido de Food Research International: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109576>
- DONOVAN, T. B. (13 de Julio de 2016). *Building value chains for indigenous fruits: lessons from camu-camu in Peru*. Obtenido de Cambridge University Press & Assessment: <https://www.cambridge.org/core/journals/renewable-agriculture-and-food-systems/article/abs/building-value-chains-for-indigenous-fruits-lessons-from-camucamu-in-peru/E827B8D8C7FE62161C848939131335CC>
- ELISABETH LAGNEAUX, M. J.-G. (20 de Abril de 2021). *Diversity Bears Fruit: Evaluating the Economic Potential of Undervalued Fruits for an Agroecological Restoration Approach in the Peruvian Amazon*. Obtenido de MDPI: <https://doi.org/10.3390/su13084582>
- FAO. (22 de Mayo de 2024). *FAO Feature Story*. Obtenido de Traditional agrifood systems conserve biodiversity and support nutrition in Mexico: <https://www.fao.org/newsroom/story/traditional-agrifood-systems-conserve-biodiversity-and-support-nutrition-in-mexico/en?utm>
- Faria JV, V. I.-M. (Enero de 2021). *Comparative evaluation of chemical composition and biological activities of tropical fruits consumed in Manaus, central Amazonia, Brazil*. Obtenido de Journal Food Research International 139: 109836.: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109836>
- FÁTIMA A. MILLER, T. R. (23 de MARZO de 2023). *New Approaches for Improving the Quality of Processed Fruits and Vegetables and Their By-Products*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/7/1353>
- FERNANDA GALVÃO, E. P. (12 de Enero de 2023). *Nutritional composition and minerals bioaccessibility of commercial fruit flours*. Obtenido de SPRINGER NATURE: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11694-022-01747-x?>
- Fidelis AAG, F. G. (23 de Noviembre de 2020). *Ethanollic extract of dried leaves from the cerrado biome increases the cryotolerance of bovine embryos produced In Vitro*. Obtenido de Oxidative Medicine Cellular Longevity 22: 60460133-60460145.: <https://doi.org/10.1155/2020/6046013>
- GARCÍA ROJAS, C. D. (s.f.). *Cuajilote: alternativa para desarrollar nuevos productos alimenticios [Artículo en línea]*. Obtenido de Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.: <https://divulgacion.unicach.mx/index.php?p=page&v=MzY=&utm>

- GARCÍA, M. (2016-2025). *Jagua (Genipa americana)*. Obtenido de ECOBIOVIERSITY:
<https://ecobiodiversidad.pireca.com/jagua-genipa-americana/>
- GENERAL, H. (2025). *Garambullo Planta: Tesoro Cactáceo de Bienestar*. Obtenido de
<https://homeopatiageneral.com/garambullo-planta.html>
- GRAND VIEW RESEARCH, I. (2025). *Latin America Dietary Fibers Market Size & Outlook, 2030*. Obtenido de Grand View Research:
<https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/dietary-fibers-market/latin-america>
- HARUMI HERNÁNDEZ-GUZMÁN, W. D.-C.-V. (21 de Diciembre de 2021). *Uso y manejo de raíces y tubérculos comestibles nativos en una comunidad maya de Yucatán, México*. Obtenido de Ciad:
<https://www.ciad.mx/estudiosociales/index.php/es/article/view/1177?>
- HERNÁNDEZ LÓPEZ ALEJANDRO, R. S. (5 de Octubre de 2022). *Review of the ethnobotanical, phytochemical and pharmacological studies of Byrsonima crassifolia (L.) Kunth (Malthigeaceae)*. Obtenido de Acta Agrícola y Pecuaria 8: e0081010: <https://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/353/132>
- HOESCHLE-ZELEDON, S. P. (Junio de 2004). Obtenido de <https://leisa-al.org/web/revista/volumen-20-numero-01/a-que-denominamos-especies-subutilizadas/>
- INDI V. SOMASIRI, H. H. (22 de MARZO de 2025). *Phytochemicals, proximate composition, and antioxidant properties of selected underutilized fruits in Sri Lanka*. Obtenido de International Journal of Secondary Metabolite :
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/4292916>
- INPI. (2024). *Catalogo INPI*. Obtenido de <https://catalogo.inpi.gob.mx/cedulas/>
- INPI. (2025). *CATÁLAGO NACIONAL DE PUEBLOS Y COMUNIDADES INDÍGENAS Y AFROMEXICANAS*. Obtenido de <https://catalogo.inpi.gob.mx/cedulas/>
- INSIGHTS, G. G. (22 de Septiembre de 2025). *Functional Flour Market Size, Share, Growth, and Industry Analysis, By Types (Pre-Cooked Flour, Specialty Flour), By Applications Covered (Bakery, Soups and Sauces, R.T.E Products, Others), Regional Insights and Forecast to 2033*. Obtenido de
<https://www.globalgrowthinsights.com/market-reports/functional-flour-market-112541>
- JAYASEKARA, L. K. (2019). *Evaluation of Nutritional, Physiochemical and Technological Properties of Flour Made from Canistel Fruit (Pouteria*

- campechiana*). Obtenido de Uva Wellassa University, Sri Lanka. Estudio que reporta propiedades funcionales y valor nutricional de harina de canistel, útil como analogía para especies afines.: <https://www.erepo.lib.uwu.ac.lk/items/acd6874d-0f8e-4ce3-90f9-58db0a1cb725>
- JHON EDISSON CARRILLO RUIZ, J. L. (2020). *ELABORACIÓN DE PRODUCTOS REPOSTEROS A BASE DE HARINA DE ALMENDRA DE MANGO Mangifera indica*. Obtenido de repository. libertadores: <https://repository.libertadores.edu.co/server/api/core/bitstreams/b58eca28-916d-48c8-8668-593bd14e8191/content>
- JIANGBO LI, Y. L. (25 de MAYO de 2023). *Editorial: Evaluation of quality and safety of agricultural products by non-destructive sensing technology*. Obtenido de Frontiersin: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1203029/full>
- JIMÉNEZ CAMBEROS, C. R. (Enero de 2025). *La Ciruela Mexicana (Spondias purpurea): Un Tesoro Nutricional y Sostenible en la Agricultura Regional*. Obtenido de Traslación: moviendo ciencia: <file:///C:/Users/poota/Downloads/01+La+Ciruela+Mexicana.pdf>
- JORGE E. ANGULO-LÓPEZ, A. C.-G.-L.-G. (20 de Junio de 2021). *Guava (Psidium guajava L.) Fruit and Valorization of Industrialization By-Products*. Obtenido de MDPI: <https://doi.org/10.3390/pr9061075>
- JORGE RUPERTO VELÁSQUEZ RIVERA, R. D. (Diciembre de 2024). *Harina de cáscara de cítricos como ingrediente para la industria cárnica*. Obtenido de Scielo: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212024000100043&script=sci_arttext&utmom
- KATALIN BODOR, J. S. (9 de ENERO de 2024). *Physical–chemical analysis of different types of flours available in the Romanian market*. Obtenido de PubMed Central: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10776669/>
- LAÍS BENVENUTTI, F. M. (07 de Enero de 2025). *An Upcycling Approach from Fruit Processing By-Products: Flour for Use in Food Products*. Obtenido de Foods, 14(2), 153.: <https://www.mdpi.com/2304-8158/14/2/153>
- LANATA, P. (11 de Agosto de 2025). *FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean*. Obtenido de <https://www.fao.org/americas/news/stories/detail/guardianes-del-saber/>
- LEGACY. (27 de Noviembre de 2020). *Pouteria glomerata*. Obtenido de Tropicos.org.: <http://legacy.tropicos.org/Name/28700587?projectid=66>

- LIFEDER. (29 de Agosto de 2025). *Tejocote: qué es, características, hábitat, propiedades, usos*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/tejocote/>
- LOAEZA, A. P. (Noviembre de 2009). *PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE TRES VARIEDADES DEL FRUTO DE ANNONA DIVERSIFOLIA*. Obtenido de UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA: http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10968.pdf
- MAFALDA ALEXANDRA SILVA, T. G. (2024). *Melon peel flour: utilization as a functional ingredient in bakery products*. Obtenido de The Royal Society of Chemistry: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2024/fo/d3fo05268k>
- MARÍA DEL ROCÍO RUENES MORALES, P. I. (2015). Obtenido de Los frutales abandonados y subutilizados en la Península de Yucatán: <https://www.patrimoniobiocultural.com/archivos/publicaciones/libros/Los-frutales-abandonados-y-subutilizados-en-la-peninsula-de-Yucatan.pdf>
- MARIA TERESA PULIDO SALAS, C. R. (2020). *Fichas agroecológicas de especies alimenticias de la península de Yucatán y de la cultura maya*. Obtenido de CICY: https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Ligas_Interes/2023/Fichas_agroecologicas_de_especies_alimenticias.PDF
- MARIANA S L FERREIRA, M. C. (Febrero de 2015). *Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour*. Obtenido de PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25694690/>
- MEDINA, R. (15 de Octubre de 2024). *Día Internacional de las Mujeres Rurales: Colectivo maya lucha por la soberanía alimentaria*. Obtenido de La Jornada Maya: <https://www.lajornadamaya.mx/yucatan/237973/dia-internacional-de-las-mujeres-rurales-colectivo-maya-lucha-por-la-soberania-alimentaria>
- MINGCHENG ZHANG, Z. W. (15 de Febrero de 2023). *Efectos de la adición de fibra cítrica con diferentes composiciones químicas y propiedades fisicoquímicas en el rendimiento de cocción de la carne de res especiada*. Obtenido de sciencedirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643823000646?via%3Dihub>
- NATIONS, F. A. (2025). *Indigenous Peoples and the private sector: Case studies in Latin America*. Obtenido de <https://filac.net/biblioteca/2025/IndigenousPeoplesPrivateSector.pdf>
- OLIVEIRA, A. C. (Noviembre de 2023). *Pouteria spp. fruits: Health benefits of bioactive compounds and their potential for the food industry*. Obtenido de Food Research International.:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996923008554?via%3Dihub>

On, J. (26 de Junio de 2025). *Características y beneficios del zapote negro: descubre esta fruta única*. Obtenido de <https://www.jardineriaon.com/zapote-negro.html>

Oscar Abel Sánchez-Velázquez, D. A.-V. (18 de Julio de 2023). *frontiersin*. Obtenido de Nutritional, bioactive components and health properties of the milpa triad system seeds (corn, common bean and pumpkin): <https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2023.1169675/full?utm>

Pires FCS, d. O.-V. (30 de Marzo de 2021). *Bioactive compounds and evaluation of antioxidant, cytotoxic and cytoprotective effects of murici pulp extracts (Byrsonima crassifolia) obtained by supercritical extraction in hepg2 cells treated with H2O2*. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/foods10040737>

REJÓN, K. (22 de Agosto de 2019). <https://www.lajornadamaya.mx/yucatan/119072/revalorizar-las-frutas-nativas-de-yucatan-para-el-vi-encuentro-culinario-del-cicy>. Obtenido de La Jornada Maya: <https://www.lajornadamaya.mx/yucatan/119072/revalorizar-las-frutas-nativas-de-yucatan-para-el-vi-encuentro-culinario-del-cicy>

RESEARCH, C. (2024). *Functional Flours Market By Type (Energy Drinks, Dairy-based Beverages); By Distribution Channels (Specialty Stores, Supermarket Hypermarket); By End User (Fitness Lifestyle Users, Athletes) – Growth, Share, Opportunities & Competitive Analysis, 2024–2032*. Obtenido de CREDENCE RESEARCH: <https://www.credenceresearch.com/report/functional-flours-market>

ROMERO SOLER KATYA J, C. I. (01 de Octubre de 2015). *Herbario CICY*. Obtenido de Las especies del género Annona (Annonaceae) cultivadas de la Península de Yucatán, México: https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2015/2015-09-01-Romero-Soler-Cetzal-Ix.pdf

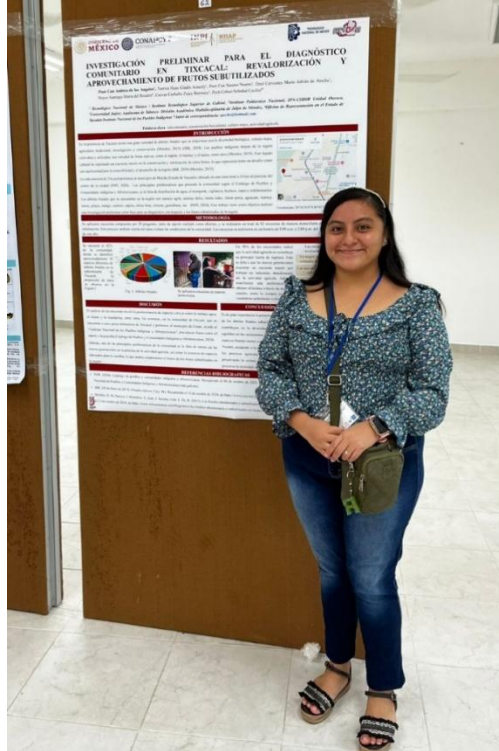
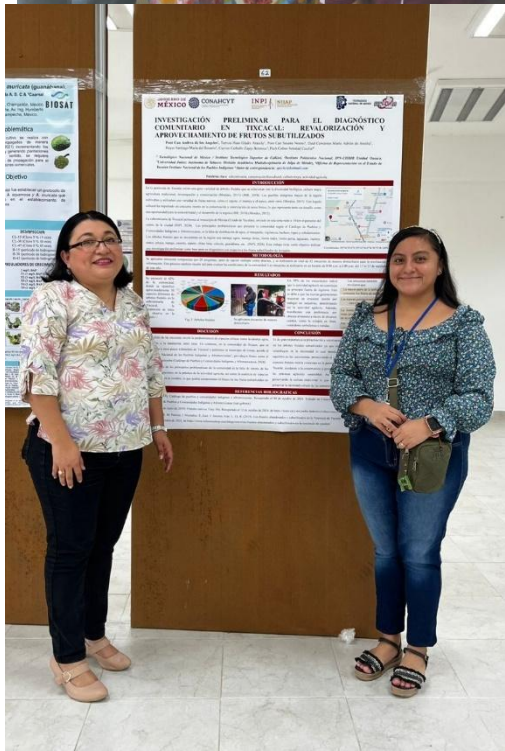
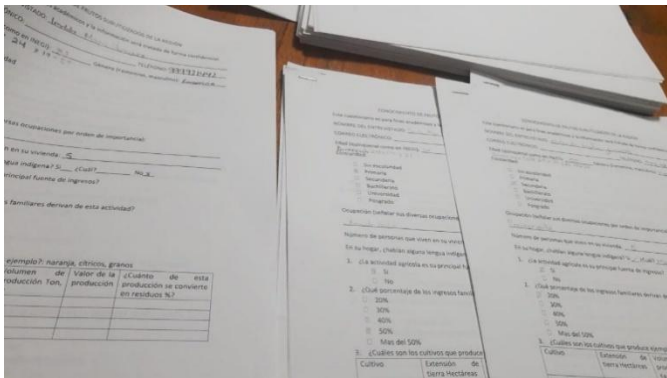
RUBIO, N. M. (12 de Septiembre de 2019). *Huaya: características y beneficios de este fruto*. Obtenido de <https://psicologiyamente.com/nutricion/huaya>

SÁNCHEZ-RECILLAS, E. & -C. (03 de Septiembre de 2024). *Beneficios del consumo de garambullo en la salud humana*. Obtenido de Hablemos Claro: <https://hablemosclaro.org/beneficios-del-consumo-de-garambullo-en-la-salud-humana/>

- SCIENTIFIC, T. F. (2021). *Wheat flour protein, moisture and ash analysis using FT-NIR*.
Obtenido de <https://documents.thermofisher.com/TFS-Assets/MSD/Application-Notes/AN52269-wheat-flour-protein-moisture-ash-analysis-ft-nir.pdf>
- SHIQI HUANG, M. M. (19 de Noviembre de 2019). *The Compositional and Functional Attributes of Commercial Flours from Tropical Fruits (Breadfruit and Banana)*.
Obtenido de PubMed: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6915601/>
- SILVIA MONTEJO MURILLO, J. F. (30 de Diciembre de 2023). *Sustentabilidad alimentaria y empoderamiento de mujeres en huertos de la zona periurbana de Mérida, Yucatán*. Obtenido de REGIÓN Y SOCIEDAD Volumen (XXXVII) 2025: https://regionysociedad.colson.edu.mx/index.php/rys/article/view/1834?utm_source
- SLAVIN, J. (22 de Abril de 2013). *Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits*.
Obtenido de Mdpi: <https://www.mdpi.com/2072-6643/5/4/1417>
- SPONTONI, B. L. (2017). *Naranja pacu (pouteria glomerata (miq.) radlk): caracterización de frutos y potencial para modelo in vivo*. Obtenido de UFMS: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/3109>
- TECHNOL, J. F. (19 de Febrero de 2011). *Preparation, nutritional composition, functional properties and antioxidant activities of multigrain composite mixes*. Obtenido de PubMed Central® (PMC): <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3550884/>
- TIMES, Y. (7 de Noviembre de 2022). *The Yucatan Times* . Obtenido de Milpa Maya receives international recognition as an agricultural heritage site: <https://theyucatantimes.com/2022/11/milpa-maya-receives-international-recognition-as-an-agricultural-heritage-site/?utm>
- TORRES, R. M. (Diciembre de 2020). *Ecología del Garambullo (Myrtillocactus geometrizans) en el Estado de Guanajuato y su actividad bacteriostática/bactericida sobre las infecciones de vías urinarias* . Obtenido de RIAA: <http://www.riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1381/MOTRRB07T.pdf?sequence=1>
- URSZULA TYLEWICZ, S. T. (2019). *Safety, Quality, and Processing of Fruits and Vegetables*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2304-8158/8/11/569>
- VASCONCELOS NG, V. M. (27 de Septiembre de 2020). *Antimicrobial activity of plant extracts against carbapenem-producing Klebsiella pneumoniae and in vivo toxicological assessment* . Obtenido de Journal Toxicological Environmental Health 83: 719-129.: <https://doi.org/10.1080/15287394.2020.1824135>

WFO. (4 de Junio de 2024). *Pouteria glomerata subsp. glomerata*. Obtenido de WFO The World Flora Online: <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000281782>

ANEXOS



¡Se convoca a una asamblea comunitaria!!

Además, se impartirá el taller:
"Transforma tus residuos en vida: Aprende a hacer composta en casa"



LUNES 25 DE NOVIEMBRE
GRATUITO

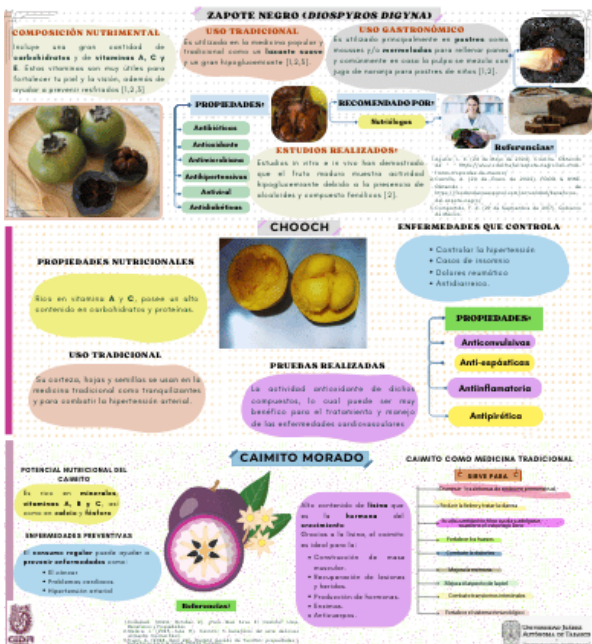
● **Lugar:** Edificio de la comisaria de Tixcacal
Hora: 5:00 pm
Impartido por: Colectivo FRUTBIO
● **Información:** E-mail
talleresquixar@gmail.com

Materiales que puede traer:

- Restos de cocina (vegetales, frutas y cascara de huevos)
- Botes de Yogurt, Latas de leche o algún recipiente
- Hojas secas
- Tierra

¡Los esperamos!!





CONSTANCIA

Andrea de los Angeles Poot Can

Por su valiosa participación en la:

"Miniferia de Ciencias BARPYA II"

En el marco del proyecto PRONAI: Desarrollo e implementación de metodologías sustentables para el aprovechamiento de biomasa de algas, residuos pesqueros y acuícolas de la península de Yucatán, para su valorización como ingredientes alimenticios nutritivos y productos funcionales

Que se llevó a cabo en la Escuela Primaria "Salvador Alvarado" de la subcomisaría de Tixcacal, Mérida, Yucatán, el día 26 de septiembre del 2024

Dra. Teresa del Rosario Ayora Talavera
Directora de la Subse Sureste
CIAJE, A.C.

Dra. Neith Aracely Pacheco López
Responsable del proyecto Pronai 321295



La Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería Delegación Sur Sureste



Otorga la presente

CONSTANCIA

A

Andrea de los Ángeles Poot Can, Gladis Aracely Turriza Haas, Susana Noemi Poot Can, Mario Adrián de Atocha Dzul Cervantes, María del Rosario Reyes Santiago, Zujey Berenice Cuevas Carballo, y Soledad Cecilia Pech Cohuo

Por su participación en modalidad cartel con el trabajo titulado "Investigación preliminar para el diagnóstico comunitario en Tixcacal: revalorización y aprovechamiento de frutos subutilizados", en el marco del XII Congreso de Biotecnología y Bioingeniería del Sureste Y III Simposio Aprovechamiento Integral de Pescados, Mariscos y Biomasa de Algas.

Mérida, Yucatán a 31 de octubre de 2024

Dra. Julia Cano Sosa
Presidente MDDSS
2022-2024

Dra. Nancy Ruiz Lau
Secretario MDDSS
2022-2024



