UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIAS

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TÍTULO

"ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DEL MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) PARA EL ECUADOR"

AUTOR

DENNIS ISMAEL OROZCO ROJAS

EDWIN ADRIAN RIVERA PAUCAR

DIRECTOR DE TRABAJO

MSc. MIRYAM JANETH CÁRDENAS BONIFA

Puyo – Ecuador

2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Quienes suscriben Dennis Ismael Orozco Rojas con C.I 060469481-0; Edwin Adrian Rivera Paucar con C.I 075037024-9, hacen constar que son autores del Trabajo de Integración Curricular titulado: ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DEL MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) PARA EL ECUADOR, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, MSc. Miryam Janeth Cárdenas Bonifa. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

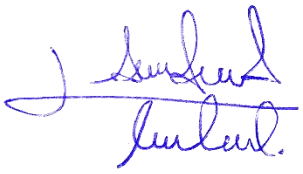
En el cantón Pastaza, a los 7 días del mes de julio del 2021



…….

Dennis Ismael Orozco Rojas

C.I: 060469481-0



…….

Edwin Adrian Rivera Paucar

C.I: 075037024-9

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del Trabajo de Integración Curricular aprueba el proyecto de Investigación titulado: “ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DEL MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) PARA EL ECUADOR”.



Firmado electrónicamente por:
VICENTE FABRICIO DOMINGUEZ NARVAEZ

MSc. Vicente Fabricio Domínguez Narváez

Presidente del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
HIRAM HERNANDEZ

MSc. Hiram Hernández Ramos

Miembro del tribunal



Firmado electrónicamente por:
JESUS ANTONIO BONILLA DE GRACIA

MSc. Jesús Antonio Bonilla de Gracia

Miembro del tribunal

Certificado No. 174-SAU-UEA-2021

Puyo, 19 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a los estudiantes: Orozco Rojas Dennis Ismael, con C.I.0604694810 y Rivera Paucar Edwin Adrian, con C.I. 0750370249, con el Tema: **"ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DEL MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) PARA EL ECUADOR.",** de la carrera, Ingeniería Agroindustrial. Directora de la investigación, Msc. Cárdenas Bonifa Miryam Janeth, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 0%, Informe generado con fecha 20 de julio de 2021 por parte de la directora conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ITALO
MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

DERECHOS DE AUTOR

©2021, Nombre del o los autores: Dennis Ismael Orozco Rojas; Edwin Adrian Rivera Paucar

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Dennis Ismael Orozco Rojas, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.



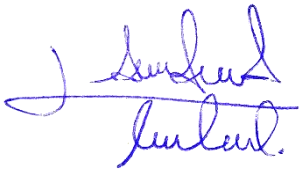
DENNIS ISMAEL OROZCO ROJAS

No. Cédula: 060469481-0

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Edwin Adrian Rivera Paucar, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.



EDWIN ADRIAN RIVERA PAUCAR

No. Cédula: 075037024-9

AGRADECIMIENTO

En primera instancia quiero empezar dando gracias a Dios por darme salud, sabiduría y constancia, por permitirme gozar del amor y apoyo de mi familia papá Carlos Nicolas Orozco Guerrero, mamá Elisena Ricardina Rojas Arias, esposa Elen Gissela Toainga Urrutia e hijo Sheyden Ismael Orozco Toainga, hermanos, amigos y demás ya que de una u otra manera son partícipes de esta meta alcanzada en mi vida.

Con el mismo énfasis deseo hacer llegar un profundo y sincero agradecimiento a mi hermano Víctor Alfonso Orozco Rojas quien a más de ser un hermano ejemplar se ha convertido en un pilar fundamental en mi vida, dándome apoyo tanto moral como económico para mi desarrollo personal y profesional.

Y como no dirigirle un sincero agradecimiento a mi estimada y querida docente y tutora MSc. Miryam Janeth Cárdenas Bonifa, por su paciencia, entrega y dedicación para ejecutar de la mejor manera este trabajo de titulación mismo que no hubiese sido posible culminar sin sus conocimientos y experiencias.

Por último, pero no menos importantes a la Universidad Estatal Amazónica y a mis docentes por compartirme todos sus conocimientos, habilidades y experiencias, a mis amig@s que con el paso de los meses se convirtieron en familia con los que he vivido alegrías, triunfos, aventuras y tristezas.

Dennis Ismael Orozco Rojas

AGRADECIMIENTO

A Dios por sostenerme y ayudarme a llevar las cosas con fortaleza, por poner en mi camino a personas que me ayudarán a convertirme en la persona que estoy destinado a ser. A mi madre Norma Paucar y a mi padre Daniel Rivera por el amor y apoyo, sé que ha sido un reto muy duro para ustedes y lo mucho que se ha significado no solo sentimental, sino que también en el aspecto económico.

A mis hermanos Cristian, Orlin, Jhandry por ser pilares fundamentales durante este proceso, por su apoyo y energía. A mis amigos de aula por su amistad y colaboración durante estos cinco años de carrera. A mi enamorada Fernanda Wampash por apoyarme en momentos difíciles, por darme alegría y motivación durante toda esta etapa universitaria.

A todos los docentes que formaron parte de mi formación profesional, en especial a mi tutora MSc. Miriyam Cárdenas, por su apoyo, motivación y tiempo brindado durante el desarrollo del trabajo de titulación.

Edwin Adrian Rivera Paucar

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo de titulación a Dios, quien me ha regalado la vida y salud para alcanzar mis sueños y metas, a mi padre Carlos Orozco que con su esfuerzo, valentía y dedicación me ha transmitido importantes valores para desarrollarme como ser humano, a mi madre Elisena Rojas que con su incondicional cariño y apoyo siempre me ha motivado a ser cada día una persona mejor, a mis hermanos que con palabras y muchas veces económicamente me han motivado a seguir adelante superando cualquier obstáculo.

De la misma manera a mi esposa Elen Gissela Toainga Urrutia que a más de ser una excelente compañera y amiga en muchas ocasiones ha tomado el papel de maestra y guía a lo largo de mi vida académica, así también dedicarle de manera especial a Víctor Orozco que siempre da un ejemplo de perseverancia y dedicación.

Dennis Ismael Orozco Rojas

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haberme dado fortaleza y sabiduría durante estos cinco años de carrera universitaria, a mis padres por ser mis guías por educarme y hacer de mí una persona de bien por confiar en mis capacidades y darme la oportunidad de cumplir mi sueño, a mis hermanos y amigos que siempre han creído en mí.

Edwin Adrian Rivera Paucar

RESUMEN

Ecuador ocupa el primer lugar como exportador de pulpa y jugos del maracuyá, las empresas procesadoras generan grandes cantidades de residuos (cáscaras y semillas); la disposición inadecuada de éstos genera efectos adversos al ambiente. El objetivo del presente trabajo es analizar el potencial agroindustrial del maracuyá (*Passiflora edulis*), enfocados en la obtención de productos derivados, tecnologías de transformación y posibilidad de aplicación en el Ecuador. La metodología de esta investigación es exploratoria-cualitativa-documental; la búsqueda de información se basa en caracterizar los productos derivados a partir de los residuos del maracuyá y las tecnologías utilizadas para la obtención de éstos; como también la posibilidad de aplicación en el Ecuador. Mediante el análisis bibliográfico se identificó la diversidad de productos obtenidos de las semilla y cáscaras del maracuyá; donde se establecen los productos con mayor interés comercial, como el aceite comestible obtenido mediante el método de Soxhlet- solvente y prensado en frío con un rendimiento de 26.12% y 27.33% respectivamente y la obtención de harina por el método de secado en horno a 50°C de 6 a 8 h usando un molino de martillos con rendimiento del 17.98% en todo el proceso. Es decir, que las tecnologías con posibilidad de aplicación para el Ecuador son Soxhlet- solvente y prensado en frío para la extracción de aceite y para la obtención de harina mediante el secado en horno y molienda con molino de martillos. En conclusión, se determina que las semillas y cáscaras poseen un importante contenido nutricional apto para la obtención de aceite y harina que pueden ser incorporados en la elaboración de productos derivados.

Palabras clave: Composición, aprovechamiento, residuos, tecnologías, procesos

ABSTRACT

Ecuador is the leading exporter of passion fruit pulp and juice; processing companies generate large quantities of waste (shells and seeds); the improper disposal of this waste generates adverse effects on the environment. The objective of this study is to analyze the agroindustrial potential of passion fruit (*Passiflora edulis*), focused on obtaining derived products, transformation technologies and possibility of application in Ecuador. The methodology of this research is exploratory-qualitative-documentary; the search for information is based on characterizing the products derived from the residues of passion fruit and the technologies used to obtain them; as well as the possibility of implementation in Ecuador. The bibliographic analysis identified the diversity of products obtained from passion fruit seeds and shells; where products of major commercial interest are established, such as edible oil obtained by the Soxhlet-solvent method and cold pressing with a yield of 26.12% and 27.33%, respectively, and obtaining flour by the oven drying method at 50°C for 6 to 8 h using a hammer mill with a yield of 17.98% in the whole process. That is to say, the technologies with the possibility of application for Ecuador are Soxhlet-solvent and cold pressing for oil extraction and for obtaining flour through oven drying and grinding with hammer mills. In conclusion, it is determined that the seeds and shells have an important nutritional content suitable for obtaining oil and flour that can be incorporated in the production of derived products.

Keywords: Composition, recovery, waste, technologies, processes

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1
1.1 Planteamiento del problema 1
1.2 Objetivos 2
1.2.1 Objetivo general: 2
1.2.2 Objetivos específicos: 2
1.3 Justificación 3
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 4
2.1 Maracuyá 4
2.1.1 Variedades del maracuyá 4
2.1.2 Composición físico-química de la pulpa del maracuyá 5
2.1.3 Producción del maracuyá 6
2.1.4 Tecnología de producción del maracuyá 6
2.1.5 Productos de exportación del maracuyá 8
2.1.6 Residuos del maracuyá 8
2.1.7 Productos elaborados a partir de los residuos 10
2.2 Empresas exportadoras del maracuyá en el Ecuador 11
2.2.1 Exportaciones del maracuyá en el 2021 12
2.3 Residuos agroindustriales 12
2.3.1 Origen de los residuos 13
2.3.2 Valoración de los residuos 13
2.3.3 Aprovechamiento de los residuos del maracuyá 13
2.4 Producción asociada o producción más limpia (PML) 14

2.4.1 Características de la producción asociada. 14
2.4.2 Beneficios de la producción asociada o PML 15
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 16
3.1 Tipo de Investigación 16
3.2 Métodos de Investigación 16
3.2.1 Metodología bibliográfica para productos derivados del maracuyá con mayor interés comercial 17
3.2.2 Metodología para identificar las tecnologías para la elaboración de productos derivados del maracuyá con mayor utilidad comercial 18
3.2.3 Propuesta de tecnologías para productos derivados del maracuyá con posibilidad de aplicación en el Ecuador 20
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS 21
4.1 Productos derivados del maracuyá con mayor interés comercial 21
4.1.1 Productos derivados de las semillas del maracuyá 21
4.1.2 Productos derivados de la cáscara del maracuyá 27
4.2 Tecnologías para elaboración de productos derivados del maracuyá con mayor utilidad comercial 31
4.2.1 Extracción de aceite de semilla del maracuyá 31
4.2.2 Tecnología para la obtención de harina de cáscaras del maracuyá 33
4.3 Propuesta de tecnologías para obtener aceite y harinas a partir de los residuos del maracuyá 36
4.3.1 Tecnologías para la obtención de aceite 36
4.3.2 Tecnologías para la obtención de harina 39
Conclusiones 42
Recomendaciones 43
REFERENCIAS 44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 *Componentes nutricionales del maracuyá amarillo* 5

Tabla 2-2 *Provincias con mayor producción del maracuyá en el año 2020*.....7

Tabla 2-3 *Materias primas del maracuyá para la elaboración de subproductos* 9

Tabla 2-4 *Contenido de nutrientes en cáscaras del maracuyá amarilla*.....9

Tabla 2-5 *Composición físico-química de las semillas del maracuyá*.....10

Tabla 2-6 *Empresas exportadoras del maracuyá ecuatoriana*.....11

Tabla 2-7 *Exportaciones del maracuyá*.....12

Tabla 2-8 *Aplicaciones de la producción más limpia producción asociada*.....14

Tabla 2-9 *Estrategias de la producción más limpia (PML)* 15

Tabla 3-10 *Revisión especializada de literatura* 17

Tabla 3-11 *Técnicas para la revisión de documentos* 17

Tabla 3-12 *Matriz para productos derivados de las semillas y cáscaras del maracuyá*18

Tabla 3-13 *Matriz para las tecnologías de extracción de aceite*.....19

Tabla 3-14 *Matriz para las tecnologías para la obtención de harina*.....19

Tabla 4-15 *Productos derivados de la semilla y cáscara del maracuyá* 21

Tabla 4-16 *Aplicaciones de productos derivados de las semillas del maracuyá* 22

Tabla 4-17 *Composición de ácidos grasos de aceite de semillas del maracuyá*.....23

Tabla 4-18 *Ácidos grasos del aceite del maracuyá en comparación con otros aceites comerciales* 24

Tabla 4-19 *Requisitos de los aceites según normativas* 26

Tabla 4-20 *Productos derivados de las cáscaras del maracuyá* 27

Tabla 4-21 *Contenido físico y químico de la harina de cáscaras del maracuyá*.....29

Tabla 4-22 *Composición físico-química de harina de quinua, trigo y de cáscaras de maracuyá* 30

Tabla 4-23 *Tecnologías aplicadas para la extracción de aceite* 31

Tabla 4-24 *Tecnologías aplicadas para la obtención de harina de cáscaras del maracuyá* 33

Tabla 4-25 *Principales ventajas de las tecnologías para aceite* 39

Tabla 4-26 *Principales ventajas de las tecnologías para harina* 41

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 2-1 *Fruto del maracuyá en estado verde y maduro* 4

Figura 4-2 *Diagrama de flujo por Soxhlet-solvente* 37

Figura 4-3 *Diagrama de flujo de prensado en frío*.....38

Figura 4-4 *Diagrama de flujo para la obtención de harina* 40

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En Sudamérica el cultivo del maracuyá empezó en Brasil y desde ahí se extendió hacia otros países con zonas tropicales, en el Ecuador las siembras están localizadas en las provincias de Manabí y Esmeraldas. Esta fruta ha generado un efecto positivo en la agroindustria ecuatoriana debido al incremento de las exportaciones, es así que el Ecuador se ha convertido en uno de los fabricantes más importantes de jugos y concentrados llevando sus productos a varios mercados del mundo (Ortiz, 2018).

Según el Banco Central del Ecuador BCE (2021) en el presente año existen 19 países a los que Ecuador exporta maracuyá, lista liderada por Holanda que es el primer destino del maracuyá como jugo y fruta fresca, llegando a exportar 2,591 toneladas con un ingreso de 7 '116,547 dólares, así también el país al que menos se exporta es Emiratos Árabes Unidos con 0.071 toneladas con un ingreso de 290 dólares en los cuatros primeros meses del presente año.

Pantoja, Hurtado y Martinez (2017) manifestaron que el proceso industrial que conlleva la producción de pulpa y jugos de maracuyá genera importantes cantidades de residuos (cáscara y semillas) que no son aprovechados en su totalidad, puesto que solamente son utilizados para la producción de abonos orgánicos, alimentación animal o son dispuestos a rellenos sanitarios (disposición final).

La demanda de pulpas y jugos del maracuyá aumenta cada día, incrementando a su vez el volumen de residuos que por lo general son almacenados en áreas no adecuadas convirtiéndose en focos de contaminación que al no tener un adecuado tratamiento generan efectos negativos al ambiente, no se considera que éstos residuos tienen un gran potencial agroindustrial y pueden ser aprovechados de forma eficaz con nuevos tratamientos tecnológicos para la elaboración de nuevos productos (García, 2021). Por lo expuesto anteriormente el objetivo de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica del potencial agroindustrial del maracuyá *Passiflora edulis* para el Ecuador.

1.1 Planteamiento del problema

El Ecuador se caracteriza por ser uno de los principales exportadores de materias primas de calidad, entre estás el maracuyá (*Passiflora edulis*), el cultivo se localiza en la región costera ecuatoriana que cuenta con las condiciones climáticas y suelos idóneos, al

ser una especie no estacionaria la cosecha se realiza durante todo el año (Haro, Fonseca y Zamora, 2020).

La pulpa del maracuyá es el principal producto de exportación, el nivel de procesamiento es simple y no requiere de tiempos prolongados; en el aspecto económico es rentable. Según los datos de exportación y conociendo que los residuos representan el 60% del total de la fruta se puede especificar la cantidad de residuos que generan las industrias (Tigrero, Lovato y Quimi, 2016). La mala disposición de los residuos genera un efecto adverso al ambiente, que estarían asociados al desconocimiento de las potencialidades que ofrece el maracuyá (González, Álvarez, Murillo, Guerra & Méndez, 2019).

La problemática radica en que no se han explotado las características nutricionales que poseen los residuos y el potencial que representan como materia prima para la elaboración de productos destinados al consumo humano, balanceados y la industria cosmética. En este contexto el presente trabajo busca analizar de forma bibliográfica el potencial agroindustrial del maracuyá para el Ecuador, mediante la pregunta de investigación.

¿Cómo aprovechar el potencial agroindustrial del maracuyá en el Ecuador con tecnologías adecuadas y mayores rendimientos en la obtención de productos derivados?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general:

- Analizar el potencial agroindustrial del maracuyá (*Passiflora edulis*) para el Ecuador.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Analizar bibliográficamente los productos derivados del maracuyá con mayor interés comercial.
- Describir las tecnologías de elaboración para los productos derivados del maracuyá con mayor utilidad comercial.
- Proponer las tecnologías para productos derivados del maracuyá con posibilidad de aplicación en el Ecuador.

1.3 Justificación

El maracuyá *(Passiflora edulis)* es una especie que se cultiva en varias partes del mundo especialmente en América del Sur (Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela), Asia, El Caribe, Sudáfrica y en el Sur de Florida (He et al., 2020). Es una fruta muy apreciada en mercados internacionales y nacionales, por las propiedades nutricionales, aroma y sabor peculiar; tanto en fruta fresca como procesada (jugo, pulpa) (dos Santos et al., 2021). Para Ortiz, (2018) la demanda mundial de pulpa supone una producción de 26,000 a 28,000 toneladas al año, que se incrementa entre un 6% y 8% cada año.

Es importante resaltar que, de la fruta entera la cáscara constituye del 50 al 60% y las semillas del 10 al 15%. Por lo tanto, los valores reflejados en las exportaciones representarían el valor aproximado de la cantidad de residuos que se generan en esta industria (Cañizares y Jaramillo, 2015). Entre los componentes principales que contienen estos residuos están: fibra, lípidos, polifenoles, antioxidantes, proteínas y materia orgánica, que permiten darle valor agregado mediante la elaboración de nuevos productos (Hilzinger y Quezada, 2015). Con base a estos antecedentes resulta necesario realizar la revisión bibliográfica del potencial agroindustrial del maracuyá con la finalidad de proponer diferentes tecnologías que permitan obtener productos derivados del maracuyá.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Maracuyá

P. edulis es una fruta exótica conocida como la fruta de la pasión (Hidalgo y Vareles, 2015), como se muestra en la figura 2-1. Enredadera perenne de tallo cilíndrico capaz de extenderse en zonas con pendientes pronunciadas, originaria de las zonas tropicales de Brasil, de esta planta se obtiene un fruto ovoide formado por una corteza dura de color amarillento, en su interior contiene semillas y un 50% del peso total es pulpa (Cañizares y Jaramillo, 2015).



Figura 2-1 *Fruto del maracuyá en estado verde y maduro*

Fuente: (PRO ECUADOR, 2018)

Para un desarrollo y cultivo óptimo de esta especie se requiere de suelos franco-arenosos con abundante presencia de materia orgánica y de mucha luz solar, factores que contribuye a una buena floración, reproducción por semillas, aunque en la actualidad es muy común emplear vías como la de multiplicación vegetativa y enraizamiento de estacas con tres yemas, esto con el fin de garantizar la reproducción uniforme (Matamoros y Sánchez, 2016).

2.1.1 Variedades del maracuyá

La diversidad de esta especie depende de las condiciones climáticas que presenta la zona o región, en los climas subtropicales fríos se produce un tipo de maracuyá de coloración púrpura o rojiza como la *P. edulis f purpura*, por el contrario, en climas tropicales cálidos la especie que se cultiva presenta una coloración amarillenta como la *P. edulis f flavicarpa Degener,* (Cañizares y Jaramillo, 2015; Munhoz et al., 2018). Veliz (2015) indicó que el maracuyá amarillo *P. edulis* var. *flavicarpa Degener* crece y se desarrolla muy bien en diferentes zonas de la costa ecuatoriana. Es una especie rústica y

vigorosa, las primeras plantaciones se realizaron con material introducido de Colombia y Brasil.

2.1.2 Composición físico-química de la pulpa del maracuyá

Según He et al. (2020) manifiestan que "Los principales componentes de nutrientes de *P. edulis* incluye fibra dietética, carbohidratos, lípidos, ácidos carboxílicos, polifenoles, compuestos volátiles, proteínas y aminoácidos, vitaminas, minerales etc. (…)", componentes que se detallan en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1

Componentes nutricionales del maracuyá amarillo

Nutritivo	**Unidad**	**Valor por 100 g**
Agua	gramo	84.21
Energía	kcal	60
Proteína	gramo	0,67
Lípidos totales (grasa)	gramo	0,18
Carbohidrato, por diferencia	gramo	14.25
Fibra, dietética total	gramo	0,2
Azúcares, total	gramo	14.25
Minerales		
Calcio, Ca	mg	4
Hierro, Fe	mg	0,36
Magnesio, Mg	mg	17
Fósforo, P	mg	25
Potasio, K	mg	278
Sodio, Na	mg	6
Zinc, Zn	mg	0,06
Cobre, Cu	mg	0,05
Selenio, Se	µg	0,1
Vitaminas		
Vitamina C, ácido ascórbico total	mg	18,2
Tiamina	mg	0.000
Riboflavina	mg	0.101
Niacina	mg	2.240
Vitamina B-6	mg	0.060
Folato, DFE	µg	8
Vitamina B12	µg	0,00
Vitamina A, RAE	µg	47
Vitamina A, UI	IU	943
Vitamina E (alfa-tocoferol)	mg	0,01

Nutritivo	Unidad	Valor por 100 g
Vitamina D (D2 + D3)	µg	0.0
Vitamina D	IU	0
Vitamina K (filoquinona)	µg	0.4
Lípidos		
Ácidos grasos, saturados totales	gramo	0,015
Ácidos grasos, monoinsaturados totales	gramo	0.022
Ácidos grasos, poliinsaturados totales	gramo	0.106

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), 2019 citado por He et al., 2020**.**

2.1.3 Producción del maracuyá

El maracuyá conocido también como parcha o parchita es una clase de fruta que se cultiva en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, dando lugar a una amplia diversidad con alrededor de 700 especies y 16 géneros, donde la mayor parte de ellas son especies nativas de áreas tropicales de América y en menor proporción en continentes como Asia, África, entre otros (Munhoz et al., 2018; Haro, Fonseca y Zamora, 2020). Siendo el continente Sudamericano el de mayor producción, debido a la calidad y rendimiento de su fruto, características que son esenciales al momento de elaborar jugos, pulpas, yogures, bebidas alcohólicas, mermeladas, néctares, helados, entre otros productos comerciales (Ortiz, 2018).

2.1.4 Tecnología de producción del maracuyá

En la actualidad se emplea el término "Producción integrada de Maracuyá", la cual está orientada a una producción sistemática y sostenible, en la que se incorporan diversos cultivos en combinación de BPA, brinda asistencia técnica, capacita a los agricultores, planificación de fertilización y análisis de suelos, sistemas de riego, invernaderos, cosecha y poscosecha planificada, uso de semillas resistentes a las plagas y la aplicación de un sistema de hileras de alambre templados a una altura de al menos dos metros; de tal forma que permita resistir el peso de la planta y no se cuelgue (Zúñiga y Solís, 2019).

La tecnología es un factor esencial en la industria al momento de procesar productos a gran escala en vista de que se optimiza el tiempo de producción, mano de obra y recursos económicos. Esto permite a la agroindustria controlar la calidad de la materia prima y los procesos tecnológicos para alcanzar un producto con valor agregado (Zúñiga y Solís, 2019).

- **Producción mundial**

A nivel mundial el país con mayor producción en toneladas anuales es Brasil con un total de 450,000 Tm que se obtuvieron cultivando alrededor de 4,286 hectáreas; en segundo lugar, está Ecuador con 247,973 Tm a éstos países le sigue Colombia con 75,000 Tm, China con 19,000 Tm y Perú con 15,000 Tm (Ortiz, 2018). Aunque Brasil es el principal productor de *P. edulis*, el país que lidera la exportación de esta fruta y la pulpa es Ecuador, esto se debe a que gran parte de la producción brasileña es destinada al consumo local con el fin de satisfacer su demanda interna (Haro et al., 2020).

- **Producción en Ecuador**

La producción del maracuyá en el Ecuador se encuentra distribuido en la región Costa, Sierra y Amazonía. En la tabla 2-2 se muestran las provincias con mayor producción a nivel nacional, dato registrado en el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en el año 2020.

Tabla 2-2

Provincias con mayor producción del maracuyá en el año 2020

Provincia	Tipo	Superficie plantada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (toneladas)
Manabí	Solo	3,804	2,736	15,791
	Asociado	216	216	1,839
Esmeraldas	Solo	3,121	2,155	8,173
	Asociado	1,731	1,042	11,875
Sucumbíos	Solo	1,485	15	113
Santo Domingo	Solo	1,142	815	4,206
	Asociado	121	121	479
Guayas	Solo	422	158	1,730
Santa Elena	Solo	315	114	636
Los Ríos	Solo	284	274	1,201
	Asociado	77	77	524
Loja	Solo	77	77	582
Azuay	Solo	58	58	81
El Oro	Solo	56	56	758
Bolívar	Solo	46	46	281
Chimborazo	Solo	45	26	112

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG, 2021.

Nota. Solo: hace referencia a la producción individual; Asociado: con varias asociaciones

Las provincias con mayor producción del maracuyá están situadas en la costa ecuatoriana liderada por la provincia de Manabí con una producción de 15,791 Tm de manera unipersonal seguida por la provincia de Esmeraldas, con una producción de forma asociada de 11,875 Tm. Considerando así que la producción nacional puede cubrir sin dificultad con la demanda del mercado internacional.

2.1.5 Productos de exportación del maracuyá

Los principales productos que Ecuador exporta es el maracuyá tanto en fruta fresca como en pulpa hacia el mercado extranjero.

- **Pulpa**: Principal producto de exportación apetecido en el mercado mundial debido a sus características organolépticas (acidez y sabor intenso); alrededor del 74 % se utiliza en la industria de bebidas (Borrero, 2015). Para Ortiz (2018) se evidencia el incremento de la demanda mundial para el jugo concentrado con porcentajes que van del 6 al 8% cada año.
- **Fruta fresca**: El maracuyá como fruta fresca se exporta muy poco, ya que los mercados internacionales prefieren los productos elaborados (el jugo y concentrado) de esta fruta; por su parte Holanda absorbe la mayor parte de la producción ecuatoriana de la parchita como fruta fresca, jugo y concentrado de la parchita (López y Ponce, 2020).

2.1.6 Residuos del maracuyá

La masa total de la fruta está conforma del 60 al 70% de residuo que contiene cantidades significativas de aceites, carotenoides, proteínas, vitaminas y compuestos fenólicos como los flavonoides que pueden usarse para producir cosméticos, productos farmacéuticos, pesticidas y otros productos químicos finos (Gomes, et al., 2017; Kandandapani, Balaraman, Ahamed, 2015; citado por da Silva, Lopes, Segatto, Stahl & Zuin, 2020). En la tabla 2-3 se muestran los porcentajes de los residuos del proceso de industrialización del maracuyá según lo manifestado por Arvanitoyannis y Varzakas (como se citó en da Silva et al., 2020).

Tabla 2-3

Materias primas del maracuyá para la elaboración de subproductos

Residuos	Masa del total de la fruta (%)
Cáscara o corteza	50 – 60 %
Semilla	10-15%

Fuente: Cañizares y Jaramillo, 2015.

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

- **Cáscara o corteza del maracuyá.**

Este residuo es derivado del proceso de obtención de pulpa del maracuyá, que puede ser usada como materia prima para la obtención de productos como pectina, colorantes, abonos orgánicos harinas e incluso para alimentación de animales de manera directa (Moreira, 2020), en la tabla 2-4 se enlista el contenido nutricional de esta MP.

Tabla 2-4

Contenido de nutrientes en cáscaras del maracuyá amarilla

Parámetros	Contenido (100g)
Cenizas	0.57g
Lípidos	0.01g
Proteínas	0.67g
Fibras	4.33g
Carbohidratos	6.78g
Calorías	29.91kcal
Calcio	44.51mg
Hierro	0.89mg
Sodio	43.77mg
Magnesio	27.82mg
Zinc	0.32mg
Cobre	0.04mg
Potasio	178.40mg

Fuente: Quintero, 2013 como citó Vasquez, 2018.

- **Semillas del maracuyá**

En la tabla 2-5 se menciona la composición física y química de las semillas del maracuyá, obteniendo una relevante información del potencial agroindustrial que ofrece este residuo.

Tabla 2-5

Composición físico-química de las semillas del maracuyá

Parámetro	% en 100g
Humedad	7.80
Materia seca	92.2
Ceniza	1.70
Extracto etério	27.6
Fibra cruda	55.5
Proteína	15.2

Fuente: Pantoja et al., 2017.

Pantoja et al. (2017) manifestaron que un bajo contenido de humedad resulta beneficioso para la extracción de aceite, la concentración de extracto etério (27.6%) demuestra que estas semillas contienen cantidades importantes de aceite, en cuanto al contenido de fibra y proteína las semillas mostraron valores adecuados para un aprovechamiento industrial.

2.1.7 Productos elaborados a partir de los residuos

- **Harina de cáscaras del maracuyá:** Para Cáceres et al. (como se citó en Borrero, 2015) la utilización de la cáscara que se genera durante el procesamiento de la pulpa del maracuyá es utilizada principalmente en el sector agropecuario como alimento para bovinos. Además, esta harina al contener pectinas de metóxilo beneficia la salud humana, ya que ayuda a disminuir la glucosa y colesterol en la sangre (Bastidas, Lázaro y Yucta, 2018).
- **Abono orgánico:** Serna y Torres (2015) citado por Vargas, Figueroa, Tamayo, Toledo y Moo (2019) manifestaron que los porcentajes de carbohidratos y proteínas contenidas de las cáscaras indican que este residuo de la agroindustria podría ser utilizado como material de carbono y nitrógeno en sustratos de fermentación de origen orgánico.
- **Aceite de Semilla del maracuyá:** Las semillas son ricas en ácidos grasos saturados e insaturados, el aceite contiene en mayor proporción el ácido linoleico (67.0%), seguido por los ácidos oleico (16.6%) y palmítico (14.5%) y en menor proporción los ácidos esteárico y palmitoleico (Pantoja et al., 2017). Malacrida y Neuza (como se citó en Borrero, 2015) manifestaron que el aceite puede ser utilizado como materia prima en varias industrias, incluyendo alimentos, detergentes, cosméticos, suplementos vitamínicos y biodiesel. La cantidad de

antioxidante que contiene puede servir como una fuente dietética que podría ayudar a prevenir enfermedades, o como un aditivo alimentario.

2.2 Empresas exportadoras del maracuyá en el Ecuador

Las empresas exportadoras del maracuyá en el Ecuador están detalladas en la tabla 2-6, las exportaciones se realizan tanto en fruta fresca como procesada (pulpa y jugo).

Tabla 2-6

Empresas exportadoras del maracuyá ecuatoriana

Empresas exportadoras de fruta fresca
AGROINDUSTRIA NATUREXOTIC CIA.LTDA
ECOFRUIT
F.L.P. LATINOAMERICAN PERISHABLES DEL ECUADOR S.A.
COLLAGUAZO QUISHPE SALIA ELISABETH
MOUNTAIN GROWN M-GROWN CIA. LTDA.
RIERA ULLOA PAUL ANDRES
EXPORTACIONES DUREXPORTA S.A.
COMERCIALIZADORA EKINOXPRODU S.A
LAMIÑA LUGMAÑA MAYRA ALEXANDRA
GALARZA GUAITA NARCIZA DE JESUS
ENRIQUEZ VELASCO LUIS GERMAN
AGRÍCOLA FLORES ZURITA AGROFLOZUR CÍA. LTDA.
ARMAS CUASCOTA ANA MARCELA
BALTRA TRADING BALTREX S.A.
FRUITSMERE EXPORTADORA TOO FRUITY S.A.
AUSTROFOOD CIA. LTDA.
PRODUTANKAY CIA. LTDA.
PRODUCTORA ECUATORIANA DE FRUTAS Y PROCESADOS DIAMONDFRUITS C.L
PRODUCTORA ECUATORIANA DE FRUTAS EXOTICAS ORGANPIT CIA.LTDA
EXPORT IMPORT MILEVYN CIA LTDA
FAVAYE S.A.
TERRA SOL CORP S.A.
Empresas exportadoras de pulpa y jugo
QUICORNAC
EXOFRUT
AGRO INDUSTRIAL FRUTA DE LA PASIÓN
TROPI FRUTAS

Fuente: PRO ECUADOR, 2018 citado por López y Ponce, 2020.

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

Un gran número de empresas ecuatorianas se dedican a la exportación del maracuyá como fruta fresca en menor y mayor escala. López y Ponce (2020) mencionan

que cuatro empresas lideran las exportaciones de pulpa y jugo de maracuyá a distintos países. Ya que abarcan toda la cadena de producción desde su cultivo hasta la exportación de los productos.

2.2.1 Exportaciones del maracuyá en el 2021

En la siguiente tabla se muestran las exportaciones realizadas en los primeros meses del año por el Ecuador dando a conocer las cantidades exportadas de cada producto del maracuyá y su respectivo valor económico.

Tabla 2-7

Exportaciones del maracuyá

Exportaciones		
Ene de 2021 - Abr de 2021		
Por producto	Peso (Tm)	Valor (USD)
Jugo de maracuyá	3,262	10 ' 385,335
Maracuyá congelado	312	765,157
Maracuyá (fruta fresca)	797	175,498

Fuente: Banco Central del Ecuador BCE, 2021**.**

Los datos registrados por el Banco Central del Ecuador en el año 2021 muestra que el producto de mayor demanda a nivel internacional es el jugo del maracuyá, con un peso de 3,262 Tm generando 10 ' 385,335 USD entre el mes de enero hasta abril; a los países que se exporta el maracuyá en jugo, congelada y en fresco son : Holanda, Estados Unidos, Israel, Canadá, China, Panamá, Colombia, Australia, Chile, España, Italia, República Checa, Filipinas, Alemania, Francia, Japón, Suiza, Reino Unido, Emiratos Árabes Unidos (BCE, 2021).

2.3 Residuos agroindustriales

El procesamiento de materias primas genera gran cantidad de residuos, si éstos no son manipulados adecuadamente originan problemas ambientales. Algunas formas de descarte conocidas son mediante la quema de los residuos y depósito en rellenos sanitarios, ocasionando una enorme liberación de dióxido de carbono, malos olores, contaminación de aguas, plagas proliferación de moscas e insectos y enfermedades (Angulo, Souza, Augustus y Matta, 2018).

2.3.1 Origen de los residuos

Rosas, Ortiz, Herrera y Leyva (2016) manifestaron que todo proceso productivo tiende a generar residuos, es decir, todo aquello que no es de utilidad posteriormente para la propia cadena de producción como materia prima. En la actualidad, existe una tendencia notable del crecimiento de residuos debido al aumento del procesamiento de productos para el consumo humano, entre las materias primas que se industrializan se encuentran frutas, verduras, raíces, semillas, hojas, tubérculos y vainas; algunos se comercializan en fresco, transformados en néctares, jugos, mermeladas, ensaladas, harinas, aceites, vinos, concentrados en polvo y conserva (Saval, 2012 citado por Godoy et al., 2020).

2.3.2 Valoración de los residuos

La mayor parte de residuos corresponden a biomasa lignocelulósica y lipídica, aunque en algunos casos son difíciles de degradar, es posible desdoblarse en monosacáridos y ésteres más simples mediante procesos físicos, químicos y/o biológicos. Por tanto, el aprovechamiento de los residuos agroindustriales ha venido evolucionado a través de investigaciones implementadas en países desarrollados donde ya no son productos de desecho, sino que se convierten en potenciales materias primas y maximizan su potencial de uso dándoles un valor agregado, que de no ser así presentan un gran problema ambiental debido a su disposición final (Mejías, Orozco y Galáan, 2016).

2.3.3 Aprovechamiento de los residuos del maracuyá

Diversos estudios han reportado que las semillas del maracuyá contienen un alto porcentaje de aceite vegetal, que oscila entre el 16,7% y el 33,5%, según la tecnología de extracción, el tipo de disolvente, las condiciones de operación y el área geográfica donde se cultiva la fruta. (Malacrida y Neuza, 2012; Oliveira et al., 2016; Cerón, Osorio y Hurtado, 2012 citado por Pantoja et al., 2017).

La cáscara del maracuyá es una buena fuente de fibra y antioxidantes, se han realizado investigaciones relacionadas como: triturar la cáscara para obtener harina, desarrollo y caracterización de películas flexibles de almidón de cáscara y nanopartículas con maracuyá, agentes aromatizantes obtenidos de residuos de maracuyá, extracción de pectina y su uso como alimento probiótico (do Espírito Santo et al., 2012; Nascimento et al., 2012; Betim Cazarin et al., 2014; Leão et al., 2014; de Oliveira et al., 2015; Santos et al., 2017 citado por Tarazona, Becerra, Piedra y Beltrán 2020).

2.4 Producción asociada o producción más limpia (PML)

La agroindustria posee la capacidad de impulsar el desarrollo económico, social y ambiental (desarrollo sostenible), para ello se debe mantener un equilibrio entre la producción y la protección del medio ambiente, es decir, se debe realizar una producción más limpia (PML) en cada uno de los procesos, que va desde la manipulación de la materia prima hasta la distribución y disposición final de los residuos generados en la producción industrial (Vargas y Pérez, 2018).

La producción asociada o conocida también como producción más limpia según la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial es "aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva, integrada a los procesos, productos y servicios que ayudan a desarrollar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente" (ONUDI, 2006 citado por Redín, 2019). En la tabla 2-8 se muestran las aplicaciones de la producción más limpia.

Tabla 2-8

Aplicaciones de la producción más limpia producción asociada

Aplicación	Descripción
Proceso	- Reduce el consumo de materias primas y energía. - Disminuye la generación de residuos y emisiones contaminantes.
Producto	- Reduce los impactos que afectan la vida útil del producto desde la obtención de la materia prima hasta la disposición final del producto.
Servicio	- Disminuye el daño ambiental del servicio. - Reduce el consumo de los recursos utilizados en la prestación del servicio.

Fuente: Organización de la Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2008 citado por Suarez, 2019.

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

2.4.1 Características de la producción asociada.

- La producción asociada se caracteriza por enfocarse no solo al manejo adecuado de los recursos sino también al manejo social (empleados) y desarrollo económico de la empresa (Departamento Nacional de Planeación, 2014 citado por Suarez, 2019).
- Las tecnologías o procedimientos de la PML pueden ser empleadas en los diferentes procesos desarrollados en cualquier industria, de igual manera se puede aplicar en los productos y servicios que se ofrece a la sociedad (Restrepo Gallego, 2006; Tituaña, 2009 citado por Caiza, Chimbo, Sarduy, Pisco y Diéguez, 2018).

2.4.2 Beneficios de la producción asociada o PML

- A nivel empresarial, la PML contribuye a enfrentar nuevos retos de competitividad empresarial, incentivando a las empresas a la mejora continua garantizando un mayor valor agregado (Departamento Nacional de planeación, 2014; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016 citado por Suarez, 2019).
- Al implementar la PML se reduce el consumo de insumos (materia prima), de recursos energéticos y la generación de residuos, aumentando la eficiencia de los procesos realizados por la empresa, mejorando así su funcionamiento, economía, y competitividad (Suarez, 2019). En la tabla 2-9 se especifica las estrategias de la producción más limpia.

Tabla 2-9

Estrategias de la producción más limpia (PML)

Estrategia	Descripción
Buenas prácticas	- Medidas con alto potencial de ahorro a bajo costo
Sustitución de materias primas e insumos	- Reemplazo de materiales existentes por otros amigables con el ambiente.
Cambios en el procedimiento	- Modificación de condiciones en los procedimientos, minimizando recursos, residuos y emisiones.
Mejoras tecnológicas	- Modificación o reemplazo de equipos e instalaciones que garanticen una mayor eficiencia en el proceso.

Fuente: Suarez, 2019.

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

- La disminución del impacto ambiental (disposición de residuos) y daños a la salud de los consumidores (Restrepo y Gallego, 2006; Tituaña, 2009 citado por Suarez, 2019).

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

La modalidad de investigación fue de tipo exploratorio cualitativo-documental (revisión de datos secundarios), con lo que se recopiló información sobre el potencial agroindustrial del maracuyá *P. edulis* por medio de una lectura exhaustiva de material bibliográfico que permitió identificar las principales tecnologías y aprovechamientos de los residuos del maracuyá y así se propuso alternativas para el Ecuador.

3.2 Métodos de Investigación

El método de investigación que se utilizó en el presente trabajo es el método de revisión sistemática de literatura científica especializada, puesto que se realizó una comprensión más profunda del fenómeno a investigar con lo que se descubrió patrones ocultos importantes y necesarios para generar teoría, identificando los procesos claves (tecnologías de producción) relacionados con el objeto de estudio, ya que la metodología empleada es explícita y precisa debido a que sigue un protocolo que asegura la calidad, consistencia y transparencia del proceso de revisión (Coughlan et al., 2013; Whittemore et al., 2014 citado por Guirao, 2015).

Los métodos utilizados para el desarrollo del trabajo fueron:

- **Investigación exploratoria:** En este tipo de estudio se puede utilizar tanto el método cuantitativo y cualitativo. Dentro del alcance de exploración, la investigación es aplicada en fenómenos que no se han investigado previamente y se tiene el interés de examinar sus características (…). Desde el enfoque cualitativo se pueden aplicar estudios lingüísticos, en los cuales se identifique las construcciones subjetivas que emergen en la interacción entre el ser humano y el fenómeno de investigación (Ramos, 2020).
- **Método sistemático:** Se define como un resumen de evidencias, realizadas por un experto o un grupo de expertos en un tema determinado, que utilizando un riguroso proceso que identifica, evalúa y sintetiza estudios para responder a una pregunta clínica específica y extraer conclusiones sobre los datos recopilados (Guirao, 2015).
- **Método analítico:** Este método busca el análisis mediante la síntesis de las propiedades y características de cada parte de un todo (Rodríguez y Pérez, 2017).

Según Calle (2016) para la revisión de literatura especializada es necesario seguir una serie de criterios, que se especifican a continuación.

Tabla 3-10

Revisión especializada de literatura

	Revisión de literatura
Criterios	Leer nombre de los autores
	Año en el que fue escrito
	Interpretar el título del artículo
	Identificar las secciones en que está dividido
	Observar los gráficos, figuras, tablas o fotos
	Revisar si la bibliografía es reciente.

Fuente: Calle, 2016.

Según Calle (2016) para el análisis de la literatura de un artículo científico, manual, libros, tesis, entre otros; se debe realizar mediante técnicas, como se muestra en la tabla 3-11.

Tabla 3-11

Técnicas para la revisión de documentos

Estudio y/o Fuente	Revisión	Técnicas
Estudio primario	Publicaciones Revistas científicas Tesis Libros de editoriales reconocidas Identificación de palabras clave	Notas: referencias bibliográficas, propósito, metodología, conclusiones y recomendaciones Bosquejo: introducción, revisión de la literatura, análisis comparativo, conclusiones
Estudio Secundario	Síntesis de datos	base de datos: PubMed, Scielo, E-libray, ProQuest, etc.
Publicación de resultados	Aquí se define cómo se sintetizarán los datos al momento de registrar los resultados de la revisión.	

Fuente: Gutierrez y Maz, 2001; Miguel et al., 2003; Rivera y Rodríguez, 2007; citado por Calle, 2016.

3.2.1 Metodología bibliográfica para productos derivados del maracuyá con mayor interés comercial

Para el cumplimiento del primer objetivo específico se diseñó una matriz con aspectos que permitieron identificar, ordenar y clasificar la información contenida en documentos relevantes tales como: artículos científicos, revistas, tesis, informes, trabajos

de titulación entre otros, para así determinar los productos derivados de las cáscaras y semillas del maracuyá con mayor interés comercial.

La matriz que se utilizó para identificar los productos con mayor interés comercial tanto para la cáscara como para la semilla del maracuyá está compuesta por indicadores como: autor, tipo de documento, título, objetivos específicos, producto y uso (fila). Encontrándose en la primera columna el número de documento para un fácil manejo e identificación, como se detalla en la tabla 3-12.

Tabla 3-12

Matriz para productos derivados de las semillas y cáscaras del maracuyá

Productos derivados de las semillas y cáscaras del maracuyá con mayor interés comercial						
N°	Autor	Tipo de documento	Título	Objetivos	Producto	Uso
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
….						

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

3.2.2 Metodología para identificar las tecnologías para la elaboración de productos derivados del maracuyá con mayor utilidad comercial

El segundo objetivo específico se cumplió mediante el diseño de dos matrices, en la que se registró, ordenó y clasificó la información recopilada en diferentes fuentes bibliográficas. En la matriz se identificó y describió las tecnologías usadas para la elaboración de los productos derivados de la cáscara y semilla del maracuyá con mayor utilidad comercial.

- **Tecnología de extracción para aceite a partir de semillas del maracuyá**

La matriz consta de indicadores como: autor, título, objetivos y las tecnologías de extracción, con los que se realizó una fácil identificación de los métodos, como se especifica en la tabla 3-13.

Tabla 3-13

Matriz para las tecnologías de extracción de aceite

Tecnologías para la extracción de aceite a partir de las semillas del maracuyá				
N°	Autor	Título	Objetivos	Tecnologías de extracción
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
…				

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

- **Tecnología para la obtención de harina a partir de cáscaras del maracuyá**

La matriz está compuesta por indicadores como: autor, título, objetivos, procesos y tecnologías (fila) y en la primera columna se encuentra el número de los documentos analizados, como se muestra en la siguiente tabla 3-14.

Tabla 3-14

Matriz para las tecnologías para la obtención de harina

Tecnologías para la obtención de harina a partir de las cáscaras del maracuyá				
N°	Autor	Título	Objetivos	Procesos y tecnologías
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
…				

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

3.2.3 Propuesta de tecnologías para productos derivados del maracuyá con posibilidad de aplicación en el Ecuador

La propuesta de tecnologías para obtener productos derivados del maracuyá con posibilidad de aplicación en el Ecuador fue elaborada de acuerdo con la información obtenida de las matrices del objetivo 1 y objetivo 2, así como en diagramas de flujos planteados por los autores en los documentos estudiados.

Una vez que se determinó los productos de mayor interés comercial se diseñó un diagrama de flujo en donde se detalla todos los procesos producción y tecnologías requeridas definiendo así los métodos apropiados que pueden ser aplicadas en el Ecuador para el aprovechamiento de los residuos del maracuyá (semilla y cáscara) y a su vez la generación de subproductos.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Productos derivados del maracuyá con mayor interés comercial

Para identificar los productos derivados del maracuyá se analizaron 47 documentos relacionados al tema de estudio, del total se excluyeron dos documentos tanto para las semillas como para cáscaras. En la tabla 4-15 se detallan los datos y porcentajes de la revisión bibliográfica para cada producto.

Tabla 4-15

Productos derivados de la semilla y cáscara del maracuyá

Productos	Documentos	Porcentaje
Semilla		
Aceite	16	34%
Biomasa	1	2%
Polifenoles	2	4%
Cáscara		
Harina	15	32%
Colorante	2	4%
Pectina	5	11%
Otros	6	13%

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

De acuerdo con los documentos analizados se identificó que los principales productos derivados que se pueden obtener a partir de las semillas de maracuyá son: aceite, compuestos polifenólicos y biomasa; mientras que los documentos analizados de productos derivados de las cáscaras están direccionados a la obtención de harina, colorante, pectina entre otros tipos de productos que en conjunto representan un 13% con relación a la información identificada para los productos más representativos.

4.1.1 Productos derivados de las semillas del maracuyá

Mediante el análisis documental se incluyeron 19 documentos de información relacionados a los productos derivados de la semilla del maracuyá, de los cuales 16 están enfocados en la obtención de aceite con diferentes usos en las industrias como la alimentaria, cosmética farmacéutica, biocombustible y petrolera. En la tabla 4-16 se registran las aplicaciones de los productos derivados de las semillas del maracuyá.

Tabla 4-16

Aplicaciones de productos derivados de las semillas del maracuyá

N.	Referencia	Productos derivados de la semilla del maracuyá		
		Aceite	**Biomasa**	**Polifenoles**
1	(Proaño et al., 2020)	Elaboración de crema exfoliante		
2	(Pantoja et al., 2017)	Aceite comestible e industria cosmética		
3	(Rojas y Flórez, 2019)		No representan valores significativas de combustibilidad	
4	(Rotta et al., 2020)			Antioxidante de lípidos en bebidas lácteas durante el almacenamiento y la digestión simulada
5	(Reis et al., 2020)	Ingrediente funcional para alimentos		
6	(Iha et al., 2018)	Biodiesel y bioaceite		
7	(Souza, Rocha, Ponciano, Palermo & Manzur, 2020)	Pilioxil componente anticorrosivo del acero al carbono P110		
8	(Jusuf, Putra & Dewi, 2020)	Piceatannol con actividad antioxidante y potencial antibacteriana		
9	(Surlehan, Noor, Zakaria & Mohd, 2019)	Aceite comestible, farmacéutica y cosmética		
10	(de Santana et al., 2017)			Extracto con altas concentraciones de compuestos polifenólicos
11	(Alvarado y Sandoval, 2018)	Aceite comestible		
12	(Hoyos y Sánchez, 2019)	Aceite comestible		
13	(Alvear y Menéndez, 2020)	Aceite comestible		
14	(dos Santos et al., 2021)	Aceite comestible		
15	(Chóez et al., 2017)	Sustancias aromatizantes para industria alimentaria.		
16	(da Silva & Neuza, 2016)	Industria alimentaria, farmacéutica y cosmética		
17	(Oliveira, Angonese, Gomes & Ferreira, 2016)	Aceite con actividad antioxidante y antimicrobiana		
18	(Pereira et al., 2018)	Aceites, comestibles aplicaciones nutracéuticas y antibacteriano)		
19	(Ortiz, 2019)	Elaboración de jabón de tocador		

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

La información analizada y estructurada según el tipo de producto obtenido se enfoca en industrias como: alimentaria se identificaron 11 usos, el principal como aceite comestible (da Silva & Neuza, 2016; Oliveira et al., 2016; Choéz et al., 2017; Pantoja et al., 2017; Alvarado y Sandoval, 2018; Pereira et al., 2018; Hoyos y Sánchez, 2019; Surlehan et al., 2019; Alvear y Menéndez, 2020; Reis et al., 2020; dos Santos et al., 2021); cosmética se encontraron cinco usos enfocados en la elaboración de cremas exfoliantes

(da Silva & Neuza, 2016; Pantoja et al., 2017; Surlehan et al. 2019; Proaño et al., 2020), y jabón de tocador (Ortiz, 2019).

Se identificó tres usos direccionados a la industria **farmacéutica** (da Silva & Neuza, 2016; Surlehan et al., 2019; Jusuf et al., 2020). El resto de productos están orientados a la industria **petrolera** (Souza et al., 2020) y a la producción de **biocombustible** (Iha et al., 2018). Un documento trata sobre el uso de semillas como **biomasa**, basados en el índice de combustibilidad (Rojas y Flórez, 2019). Los últimos dos documentos hacen énfasis en la extracción y caracterización de **Polifenoles**, (de Santana et al., 2017; Rotta et al., 2020).

- **Composición de ácidos grasos del aceite de semillas del maracuyá**

De los productos derivados de las semillas, el producto de mayor interés comercial es el aceite que representa el 34% del total de documentos analizados, debido a su composición en ácidos grasos aptos para el consumo humano. En la tabla 4-17 varios autores describen la composición de ácidos grasos del aceite de semillas del maracuyá.

Tabla 4-17

Composición de ácidos grasos de aceite de semillas del maracuyá

Ácidos grasos		(Pantoja et al., 2017)	(de Santana et al., 2017)	(Iha et al., 2018)	(Pereira et al., 2018)	(dos Santos et al., 2021)
	Cx:y		Porcentaje %			
Linoleico	C18:2	67.53 ± 10.3	67.39 ± 0.54	50	66.64 ± 0.04	57.925
Oleico	C18:1	16.33 ± 4.8	16.84 ± 0.36	20	17.11 ± 0.02	21.777
Palmítico	C16:0	14.16 ± 6.1	11.00 ± 0.17	14	10.22 ± 0.001	13.272
Esteárico	C18:0	1.29 ± 0.7 0.46	3.29 ± 0.31	7	2.88 ± 0.001	3.699
Caproico	C6:0	-	-	-	1.38 ± 0.00	-
Caprílico	C8:0	-	-	-	1.45 ± 0.01	-
Erúcico	C22:1	-	-	-	-	1.350
Behénico	C22:0	-	-	-	-	1.133
Linolénico	C18:3	0.46 ± 0.2	0.56 ± 0.03	1	0.32 ± 0.007	0.254

Ácidos grasos		(Pantoja et al., 2017)	(de Santana et al., 2017)	(Iha et al., 2018)	(Pereira et al., 2018)	(dos Santos et al., 2021)
	Cx:y		Porcentaje %			
Palmitoleico	C16:1	0.23 ± 0.1	0.22 ± 0.01	-	-	0.263
Araquidónico	C20:4	-		-	-	0.208
Vacénico	C18:1	-	0.17 ± 0.00	-	-	-
Mirístico	C14:0	-	0.10 ± 0.00	-	-	0.119
Docosanoico	C22:0	-	0.10 ± 0.00	-	-	-
Total Insaturado / %		84.55	-	-	-	81.777
Total saturado / %		15.45	14.69 ± 0.12	21	15.93	18.216
Total monoinsaturados / %		-	17.18 ± 0.47	20	17.11	23.391
Total Poliinsaturado / %		-	68.12 ± 0.58	51	66.96	58.387

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

Nota. Descripción (Cx:y), Cx = número de carbonos; y = número de dobles enlaces.

El aceite de las semillas del maracuyá es rico en ácidos grasos insaturados y menor cantidad ácidos saturados. Siendo el más representativo el ácido linoleico seguido del ácido oleico, ácido palmitoleico y en menor proporción el ácido esteárico. El alto contenido de ácidos insaturados presentes en el aceite hace que sea considerado como saludable e ideal para aprovechar y dar valor agregado.

- **Comparación de aceite del maracuyá con otros aceites**

En la tabla 4-18 se hizo una comparación del contenido de ácidos grasos saturados e insaturados del aceite de semillas del maracuyá con otros aceites (palma, semillas de mostaza, girasol y oliva) que se encuentran en el mercado.

Tabla 4-18

Ácidos grasos del aceite del maracuyá en comparación con otros aceites comerciales

Ácidos grasos		(dos Santos et al., 2021)	(Gesteiro et al., 2018)	(FAO/OMS, 1999)		(FAO/OMS, 1981)
	Cx:y	Semillas de maracuyá	Palma	Semilla de mostaza	Girasol	Oliva Virgen
Linoleico	C18:2	57.925	14.77	10.0-24.0	48.3-74.0	3.5–21.0
Oleico	C18:1	21.777	35.79	8.0-23.0	14.0-39.4	55.0–83.0
Palmítico	C16:0	13.272	38.84	0.5-4.5	5.0-7.6	7.5–20.0
Esteárico	C18:0	3.699	4.25	0.5-2.0	2.7-6.5	0.5-5.0
Caproico	C6:0	-	0.00	ND	ND	-
Cáprico	C10:0	-	-	ND	ND	-

Ácidos grasos		(dos Santos et al., 2021)	(Gesteiro et al., 2018)	(FAO/OMS, 1999)		(FAO/OMS, 1981)
	Cx:y	Semillas de maracuyá	Palma	Semilla de mostaza	Girasol	Oliva Virgen
Caprílico	C8:0	-	0.00			-
Caprílico	C8:0	-	0.00	ND	ND	-
Erúcico	C22:1	1.350	-	22.0-50.0	ND-0.3	-
Docosadienoico	C22:2			ND-1.0	ND	-
Behénico	C22:0	1.133	-	0.2-2.5	0.3-1.5	0.0-0.2
Láurico	C12:0	-	0.45	ND	ND-0.1	-
Linolénico	C18:3	0.254	0.22	6.0-18.0	ND-0.3	-
Palmitoleico	C16:1	0.263	4.25	ND-0.5	ND-0.3	0.3-3.5
Araquidónico	C20:4	0.208	-	-	-	-
Eicosanoico	C20:1	-	0.18	5.0-13.0	ND-0.3	0.0–0.4
Eicosadienoico	C20:2	-	-	ND-1.0	ND	-
Mirístico	C14:0	0.119	1.12	ND-1.0	ND-0.2	0.0–0.05
Heptadecanoico	C17:0	-	-	ND	ND-0.2	0.0–0.3
Heptadecenoico	C17:1	-	-	ND	ND-0.1	0.0–0.3
Araquídico	C20:0	-	0.04	ND-1.5	0.1-0.5	0.0–0.6
Lignocérico	C24:0	-	-	ND-0.5	ND-0.5	0.0–0.2
Nervónico	C24:1	-	-	0.5-2.5	ND	-

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

Nota. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Organización Mundial de la Salud (OMS). (Cx:y), Cx = número de carbonos; y = número de dobles enlaces, ND = no detectable.

Según la FAO/OMS (1999) para que los aceites de origen vegetal sean considerados aptos para el consumo humano deben estar constituidos por glicéridos de ácidos grasos provenientes de fuentes vegetales. El Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN (2012) menciona que deben ser refinados, no contener restos de las sustancias que se emplean en la refinación y estar libre de materias extrañas que puedan perjudicar las características organolépticas como color, aroma y sabor del producto final.

Basándose en los datos obtenidos de ácidos grasos en la tabla 4-18, podemos afirmar que el aceite del maracuyá se destaca por su alto contenido en ácido linoleico (57.9%) al igual que el aceite de girasol de 48.3 a 74%. El linoleico (omega-6) es un poliinsaturado que puede ejercer una acción beneficiosa en la reducción de colesterol LDL. Además, es considerado esencial para el crecimiento, desarrollo y para mantener una buena salud.

El ácido oleico presente en el aceite de oliva virgen es el que más sobresale, mientras que los restantes presentan porcentajes similares que también se consideran favorables. Ya que el oleico (omega-9) es un monoinsaturado que su consumo disminuye el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. El aceite del maracuyá contiene otros importantes ácidos insaturados: araquidónico, linolénico, erúcico, palmitoleico en menores proporciones.

El alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados, poliinsaturados y un bajo porcentaje en ácidos saturados que se reportaron en el aceite de maracuyá indican que tiene un gran potencial para ser considerado saludable debido a que presenta similares características al resto de aceites comerciales.

- **Requisitos de los aceites**

En la tabla 4-19 se describe los requisitos y valores establecidos por las normas INEN para el aceite de girasol y el aceite de oliva, datos que se tomaron como base para poder comparar los valores obtenidos por Alvarado y Sandoval (2018) y así establecer si el aceite del maracuyá cumple con los lineamientos para ser considerado como producto de consumo humano (aceite comestible).

Tabla 4-19

Requisitos de los aceites según normativas

		(INEN, 2012)		(INEN, 2012)		(Alvarado y Sandoval, 2018)	
		Aceite de girasol		Aceite de oliva		Aceite de semillas de Maracuyá	
Requisitos	**Unidad**	**Min**	**Max**	**Min**	**Max**		**Métodos de ensayo**
Densidad relativa 25/25 °C	-	0.910	0.921	0.909	0.915	0.912	NTE INEN 35
Índice de yodo	cg/g	123	137	79	89	142.84	NTE INEN 37
Acidez libre (como ácido oleico)	%	-	0.2	-	0.5	0.11	NTE INEN 38
Pérdida por calentamiento	%	-	0.05	-	0.05	0.03	NTE INEN 39
Índice de refracción a 25°C	-	1.471	1.475	1.466	1.4685	1.4749	NTE INEN 42
Índice de peróxido	meqO_2/hg	-	10.0	-	10.0	11.87	NTE INEN 277

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

Nota. De acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes para aceite de girasol y oliva, deben cumplir con ciertos requisitos.

En la tabla 4-19 de la comparación de los resultados del análisis físico-químico del aceite del maracuyá obtenidos por (Alvarado y Sandoval, 2018) con las normas correspondientes al aceite de girasol y oliva se puede determinar que los requisitos como: densidad relativa, acidez libre, pérdida por calentamiento y índice de refracción se encuentran dentro de los parámetros establecido por las normas INEN de ambos aceites.

A excepción del índice de yodo (142.84 cg/g) y el índice de peróxido (11.87 meqO_2/hg) que presentan valores relativamente superiores a los establecidos en las normativas. Sin embargo, Alvarado y Sandoval (2018) indicaron que a pesar de estar el índice de peróxido fuera de especificación, este aceite es comestible, porque aún está dentro de los parámetros para un aceite virgen como se lo establece en el (CODEX 210-1999), de tal manera que el proceso de refinado puede ser aplicado, puesto que si disminuye la acidez y mejora la apariencia del aceite, al igual que el índice de yodo ya que resulta ser una característica intrínseca de cada aceite.

4.1.2 Productos derivados de la cáscara del maracuyá

Para la identificación de productos derivados de la cáscara del maracuyá se realizó un análisis bibliográfico de 28 documentos, 15 se centran en la obtención de harina para la alimentación humana y como suplemento nutricional para animales. En la tabla 4-20 se registran las aplicaciones de los productos derivados del maracuyá.

Tabla 4-20

Productos derivados de las cáscaras del maracuyá

N.	Fuente	Productos derivados de la cáscara del maracuyá			
		Harina	**Colorante**	**Pectina**	**Otros**
1	(Angulo et al., 2018)	Para enriquecer productos como panes, tortas o usadas directamente en batidos.			
2	(Urango et al., 2018)			Elaboración de jaleas, mermeladas, salsas, entre otros y en la industria farmacéutica	
3	(Calderon y Noriega, 2017)	Empleado como base para la alimentación de animales.			
4	(Tarazona et al., 2020)		Aditivo alimentario, reemplazando colorantes sintéticos		

N.	Fuente	Productos derivados de la cáscara del maracuyá			
		Harina	**Colorante**	**Pectina**	**Harina**
5	(Arias, Molina y Andrade, 2019)	Fibra dietética incorporada en yogurt			
6	(Osso y Lazo, 2019)	Yogurt simbiótico			
7	(Arteaga y Silva, 2015)	Elaboración de cupcakes			
8	(Ulloa, 2016)	Suplemento alimenticio para pollos de engorde			
9	(González y Martínez, 2017)	Productos de panificación (galletas)			
10	(Onofre, 2017)	Concentrados para pollos criollos			
11	(Chicaiza, 2016)	Alimento para peces			
12	(Moreira, 2020)	Concentrados para complementar el uso de forrajes en la crianza de cuyes.			
13	(Filian, Salinas Arias y Gómez, 2020)				Ensilaje (Alimentación animal)
14	(Jara y Mori, 2021)			Alimentos panificados	
15	(Diaz y Flores, 2018)	Elaboración pan de molde			
16	(Vasquez, 2018)	Mejora las características tecnológicas y sensoriales del cupcake			
17	(Villanueva, 2018)	Mejora las características tecnológicas y sensoriales del cupcake			
18	(Garcia y Mora, 2021)			Aditivo en la industria alimentaria	
19	(Aparicio, 2019)				Papel a partir de las cáscaras del maracuyá
20	(Freile, 2020)				Ensilaje (Alimentos para rumiantes)
21	(Peña, 2018)		Suplemento alimenticio		
22	(Peña, 2018)			Empleado en la Industria alimentaria	
23	(Nizama, 2021)	Elaboración de cupcake			
24	(Parrales y Peralta, 2020)				Obtención de metabolitos secundarios
25	(Espinoza et al., 2017)				Ensilaje para alimentación animal
26	(Nascimento et al., 2020)	Elaboración de galleta			
27	(Cuenca et al., 2017)			Gelatinante en la Industria alimentaria	
28	(Espinoza et al., 2017)				Ensilaje (alimentación de rumiantes)

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

Se identificaron 15 usos en la obtención de harina (ingrediente que mejora las características organolépticas y nutricionales), para productos direccionados a la alimentación humana, se utiliza en la elaboración de yogurt simbiótico (Osso y Lazo, 2019), yogurt con fibra dietética (Arias et al., 2019), galletas (González y Martínez, 2017; Nascimento et al., 2020), cupcakes (Vasquez, 2018; Villanueva, 2018; Nizama, 2021), panes (Angulo et al., 2018; Diaz y Flores, 2018) y usado directamente en batidos (Angulo et al., 2018); y en alimentación animal (Calderon y Noriega, 2017) como: balanceados para peces (Chicaiza, 2016), pollos de engorde (Ulloa, 2016) y criollos (Onofre, 2017), cuyes (Moreira, 2020).

Cinco documentos están orientados a la obtención de pectina (Cuenca et al., 2017; Peña, 2018; Urango et al., 2018; García y Mora, 2021; Jara y Mori, 2021), dos están relacionados a la obtención de colorante como aditivo industrial (Peña, 2018; Tarazona et al., 2020) y los seis restantes refieren a otros usos como: papel (Aparicio, 2019), ensilaje (Espinoza et al., 2017; Espinoza et al., 2017; Filian et al., 2020; Freile, 2020), y para la obtención de metabolitos secundarios (Parrales y Peralta, 2020).

- **Composición nutricional de la harina de cáscaras del maracuyá**

De los productos derivados de la cáscara de maracuyá la harina representa el 32% del total de documentos revisados, lo que indica que es el producto de mayor interés comercial. En la tabla 4-21 se describe su contenido físico-químico según varios autores.

Tabla 4-21

Contenido físico y químico de la harina de cáscaras del maracuyá

	(Vasquez, 2018)	**(Osso y Lazo, 2019)**	**(Ulloa, 2016)**
	Contenido en %		
Humedad	6.98	5.80	6.25
Ceniza	8.30	6.50	1.88
Proteína	9.8	6.60	16.3
Fibra insoluble	54.27	54.19	35.1
Fibra soluble	3.49	3.50	-

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

Según (Ulloa, 2016; Vasquez 2018; Osso y Lazo, 2019), la harina del maracuyá contiene cinco parámetros físico-químicos principales como son: humedad con un valor que está entre 5.80 y 6.98%; ceniza que va de 1.88 a 8.30%; proteína de 6.60 a 16.3%; fibra insoluble con 35.1 a 54.27% y por último fibra soluble de 34.9 a 3.50%.

- **Composición físico-química de harina de quinua, trigo y de cáscara del maracuyá.**

Comparación de la harina de cáscaras del maracuyá con otras harinas comerciales como el trigo y la quinua. En la tabla 4-22 se detallan los datos relacionados a la composición físico-química que contienen cada una de las harinas.

Tabla 4-22

Composición físico-química de harina de quinua, trigo y de cáscaras de maracuyá

	(INEN, 2015)	**(Mira y Sucoshañay, 2016)**	**(Bastidas et al., 2018)**
	Harina de trigo	Harina de quinua	Harina de cáscaras del maracuyá
Humedad	14.5%	9.24%	15.75%
Proteína	9%	12.22%	60.72%
Cenizas	0.8%	2.54%	6.85%
Fibra	-	6.11%	31.62%
Carbohidratos	-	64.47%	38%

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

Nota. Esta tabla muestra la composición físico-química de la harina de cáscaras de maracuyá en relación a la composición físico-química de la harina de trigo y quinua en valores porcentuales.

La harina de cáscaras del maracuyá posee un alto contenido de proteína (60.75%) según (Bastidas et al., 2018), superando al contenido del trigo y la quinua. Es decir, la proteína de este producto es rica en aminoácidos esenciales para el organismo ya que es incapaz de producirlos, su importancia radica en que ayuda a la formación de nuevos tejidos (Zapata, 2020), suministro de energía y reemplazo de proteínas deterioradas del cuerpo, por lo que es recomendable incorporar en la dieta de adultos mayores y niños (Alvarado, Lamprea y Murcia, 2017).

De igual manera la fibra que se obtiene de la harina del maracuyá es mayor (31.62%) al encontrado en la harina de trigo y quinua, compuesto que contribuye a una eficiente formación del microbiota intestinal, formando cantidades importantes de metabolitos que ayudan a preservar la salud humana (Abreu et al., 2021).

En cuanto al contenido de carbohidratos de la harina del maracuyá es menor (38%) con relación a la harina de quinua (64.47%) mientras que en la harina de trigo no se registran datos en la norma INEN. Siendo recomendable para el consumo humano en vista que existen más beneficios que desventajas de este producto.

4.2 Tecnologías para elaboración de productos derivados del maracuyá con mayor utilidad comercial

El análisis bibliográfico para los productos derivados del maracuyá con mayor interés comercial está enfocado en la obtención de aceite a partir de las semillas y harina a partir de las cáscaras; basándose en las diferentes aplicaciones direccionadas hacia el consumo humano.

4.2.1 Extracción de aceite de semilla del maracuyá

Para identificar las tecnologías utilizadas para la extracción de aceite a partir de semillas del maracuyá se identificaron 20 documentos relacionados al tema, se especifica la tecnología de obtención de aceite, el proceso correspondiente y el rendimiento como se describe en la tabla 4-23.

Tabla 4-23

Tecnologías aplicadas para la extracción de aceite

N.	Referencia	Tecnologías	Proceso	%
1	(Proaño et al., 2020)	Soxhlet-solventes	a. Triturado (0.3 cm), éter etílico (99%), ebullición (40 a 60°C), destilación (60°C, 30 min).	24.23
2	(Iha et al., 2018)		b. Secado (60°C), triturado en molino, hexano, la mezcla aceite/disolvente se trató con sulfato de magnesio ($MgSO_4$), filtrado (tapón celite de 4 cm), evaporación a presión reducida.	25
3	(Hoyos y Sánchez, 2019)		c. Trituración, éter de petróleo al 99.8%, destilación (40 - 60ºC, 4 h).	24.72±1.11
4	(Alvear y Menéndez, 2020)		d. Pulverizado, dos solventes: éter de petróleo grado reactivo (Tb = 40 a 60°C) y éter di etílico grado reactivo (Tb = 80 a 100°C) mayor rendimiento (éter de petróleo).	21.50
5	(dos Santos et al., 2021)		e. Secado (60°C), triturado en un molino, extracción sólido-líquido con éter de petróleo.	23
6	(Pereira et al., 2018)		f. Extracción convencional utilizando n-hexano y etanol, durante 4 h, y luego se evaporó el disolvente al vacío (60ºC y 450 mmHg), mayores rendimientos con n-hexano.	26.12
7	(Ortiz, 2019)		g. Secado solar (5 a 7 días), triturado, presión cámara extractora (1 atm de 68 a 70°C), alcohol etílico (240 ml).	14.34 ± 0.34
8	(Hoyos y Sánchez, 2019)	Prensado en frío	a. Acondicionado, prensado, extracción de aceite con todas las impurezas, centrifugación.	27.33±1.11
9	(da Silva & Neuza, 2016)		b. Se utilizó cloroformo, metanol y agua, en la proporción de 2:1: 0.8 v/v/v, respectivamente.	-
10	(Rea, 2017)		c. Secado (60°C), solventes químicos y filtración natural sin tratamiento químico para preservar el valor nutricional.	-
11	(Moreira y Wonsang, 2018)		d. Acondicionado, prensa de tornillo “expeller” que separará el aceite crudo de la torta. 3 kg de semillas = 0.609 kg de aceite y residuo 2.01 kg.	20.3
12	(Mio y Farro, 2019)		e. Secado (60 y 70°C, de 5 a 6 h), prensa de tornillo, no hay adición de compuesto químico, el proceso cuida el medio ambiente. 510 kg/h de semillas = 40.1 kg/h de aceite.	7.9

N.	Referencia	Tecnologías	Proceso	%
13	(Proaño et al., 2020)	Por prensado mecánico	a. Prensado y compresión (prensa de tornillo sin fin).	22.58
14	(Reis et al., 2020)		b. Triturado en prensa continua (Oekotec-Alemania, modelo CA59G), temperatura de 22 ± 1°C y relación de compresión de 4.4, decantación (24 h).	19.16
15	(Alvarado y Sandoval, 2018)		c. Prensado (50 a 60°C), refinación, desgomado, neutralización y decoloración.	11.08
16	(Pantoja et al., 2017)	Con fluidos supercríticos	a. Prensado en Waters SFE 500 (USA) utilizando dióxido de carbono (CO_2) al 99.9% de pureza, 350 bar y 60°C durante 150 min.	16
17	(Oliveira et al., 2016)		b. Con CO_2 puro (99.9%), temperatura de 40°C a 250 bar, a un caudal de disolvente constante de 0.5 kg CO_2 / h.	27 ± 1
18	(Carasma y Inga, 2019)		c. Extraído con CO_2 supercrítico la temperatura y la presión fue 64.14°C y 441.42 bar	11.02
19	(Oliveira et al., 2016)	Extracciones a baja presión - maceración en frío	a. Disolventes: hexano (Hx), acetato de etilo (EtOAc), etanol (EtOH) y una mezcla de etanol y agua (1/1, v/v) (EtOH – H_2O) el más representativo utilizando una mezcla de etanol y agua (1/1, v/v) (EtOH – H_2O)	9.6 ± 0.3
20	(Ngakou et al., 2019)		b. Secado (dos días a 45°C) molienda en batidora doméstica (obtener polvo), maceración con hexano 24 h, filtrado, concentrado en un evaporador rotatorio (40 °C).	19.90
21	(Oliveira et al., 2016)	Extracción asistida por ultrasonidos	a. En un baño limpiador ultrasónico (55 kHz a 220 V durante 45 min.), disolventes (Hx, EtOAc, EtOH y EtOH – H2O), el más representativo el hexano	21.2
22	(Pereira et al., 2018)		b. En un baño ultrasónico (37 kHz y 165 W), proporción (m/v del 2%.) semillas molidas/ etanol 99.8%, (1 h a 60°C), filtrado y evaporado (70ºC y 450 mmHg)	21.28 ± 0.33
23	(Surlehan et al., 2019)	Extracción acuosa asistida por surfactante	a. Secado (liofilizador), molido a polvo, combinación de tensioactivo tpolioxietileno (20) monolaurato de sorbitán (Tween 20) y (Span 20), sólido-líquido 1:19, (15 min. a 25°C).	23.32
24	(Chóez et al., 2017)	Hidrodestilación asistida por microondas	a. En microondas con aparato Clevenger (a 100°C y presión atmosférica cuatro ciclos de 10 min.), separados con éter dietílico, secado con sulfato de sodio anhidro.	12.10
25	(Pereira et al., 2018)	Extracción subcrítica de propano	a. El propano 99.5% de pureza en la fase líquida (30°C y 8 MPa)	24.68
26	(Ortiz, 2019)	Destilación por arrastre de vapor	a. Presión de operación de la cámara 1 atm temperatura de operación de 110°C agua desionizada.	4.74 ± 0.73

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

De acuerdo con el análisis realizado de las tecnologías utilizadas para la extracción de aceite a partir de semillas del maracuyá, se identificó que la tecnología de extracción por Soxhlet-solventes es la de mayor aplicación (Iha et al., 2018; Pereira et al., 2018; Hoyos y Sánchez, 2019; Ortiz, 2019; Alvear y Menéndez, 2020; Proaño et al., 2020; dos Santos et al., 2021), seguido por el prensado en frío (da Silva & Neuza, 2016; Rea, 2017; Moreira y Wonsang, 2018; Hoyos y Sánchez, 2019; Mio y Farro, 2019).

La tecnología por prensado mecánico (Alvarado y Sandoval, 2018; Proaño et al., 2020; Reis et al., 2020), extracción con fluidos supercríticos (Oliveira et al., 2016;

Pantoja et al., 2017; Carasma y Inga, 2019), extracciones a baja presión - maceración en frío (Oliveira et al., 2016; Ngakou et al., 2019), extracción asistida por ultrasonidos (Oliveira et al., 2016; Pereira et al., 2018), extracción acuosa asistida por surfactante (Surlehan et al., 2019), hidrodestilación asistida por microondas (Chóez et al., 2017), extracción subcrítica con propano (Pereira et al., 2018) y destilación por arrastre de vapor (Ortiz, 2019).

El análisis demuestra que la tecnología más utilizada es Soxhlet-solvente, mediante la extracción convencional utilizando n-hexano como solvente; que en comparación a los otros solventes utilizados es el más óptimo, el rendimiento es del 26.12%. Sin embargo, por el método de prensado en frío que se realiza mediante acondicionado, prensado, extracción de impurezas y centrifugación se obtiene 27.33% de rendimiento.

Las dos tecnologías presentan rendimientos significativos en cuanto a la extracción de aceite a partir de semillas de maracuyá; el rendimiento por el método de Soxhlet-solvente dependerá del triturado de la semilla y el tipo de solvente, que influyen en las características organolépticas y físico-químicas del aceite, no requiere de filtración y el solvente puede ser recuperado mediante evaporación. Por otra parte, el rendimiento por el método de prensado en frío dependerá de un correcto control de temperatura, presión de la prensa y humedad ($\leq$10) de la semilla para una eficiente extracción del aceite; permite mantener la pureza conservando las características organolépticas y físico-químicas.

4.2.2 Tecnología para la obtención de harina de cáscaras del maracuyá

La identificación de tecnologías utilizadas para la obtención de harina a partir de cáscaras del maracuyá consta de 14 documentos relacionados. En la tabla 4-24 se describe el proceso de obtención de harina, tecnologías aplicadas y rendimiento.

Tabla 4-24

Tecnologías aplicadas para la obtención de harina de cáscaras del maracuyá

N.	Referencia	Proceso de obtención de harina de cáscaras de maracuyá					
		Lavado	**Corte**	**Secado**	**Molienda**	**Tamizado**	**%**
1	(Bastidas et al., 2018)	mesas de lavado	manual	Horno (250°C, 20 min, y 150°C, 40 min) total 1 hora	Molino de disco	Tamiz vibratorio de 1000(µm), granulometría de 0.07mm	11.5%

N.	Referencia	Proceso de obtención de harina de cáscaras de maracuyá					
		Lavado	**Corte**	**Secado**	**Molienda**	**Tamizado**	**%**
2	(Rojas, 2017)	Mesa de lavado	Manual	Horno (62°C, humedad 11%)	-	-	-
3	(Atoche y Grarcía, 2017)	Tanque de lavado con hipoclorito de sodio (50ppm, 5min)	Chipeador	Horno (50°C de 6 a 8 h)	Molino de disco	Tamiz 150-200 µm, granulometría de 0.054mm	17.98%
4	(Calderon y Noriega, 2017)	Mesa de lavado	Manual	Horno (55 a 60°C, 72 h).	Molino de bolas	Tamiz 315-350 µm, granulometría de 0.048mm	5%
5	(Meza y Zambrano, 2018)	Tanque de lavado con hipoclorito de sodio (50ppm, 10min).	Manual	Horno (66°C, humedad 11%) Microondas con potencia de 1300W de entrada y 700W de salida	Molino manual	Tamiz de 600 µm, granulometría de 0.06mm	-
6	(Jara y Mori, 2021)	Manual	Manual	Horno (104°C, 12h)	Molino de martillo	Tamiz de 212 µm, granulometría de 0.075mm	-
7	(Arias et al., 2019)	Tanque de lavado con hipoclorito de sodio (100ppm 15 min)	No fue cortada	Horno (45°C, 18h)	Molino manual	Tamiz de 212 µm, granulometría de 0.075mm	-
8	(González y Martínez, 2017)	Tanque de lavado con hipoclorito de sodio (50ppm 10min)	Manual	Horno (90°C, 7 a 9 h)	Molino de martillo	Tamiz de 150-300 µm, granulometría de 0.053mm	15%
9	(Nizama, 2021)	Mesa de lavado	Manual	Horno (70°C, 9h)	Molino manual	Tamiz de 600 µm, granulometría de 0.06mm	-
10	(Villanueva, 2018)	Mesa de lavado	Manual	Horno (65°C, humedad 11%)	Molino manual		-
11	(Arteaga y Silva, 2015)	Tanque de lavado con hipoclorito de sodio (50ppm 10min)	Manual	Horno (90°C, 7 a 9h)	Molino de martillos	Tamiz de 150-300 µm, granulometría de 0.053mm	15%
12	(Bastidas y Chávez, 2016)	Tanque de lavado	Cortadora industrial	Secador de Túnel (66ºC, 11%)	Molino de martillos	Tamiz de 315-400 µm, granulometría de 0.0426mm	15.47%
13	(da Silva, Berrios, Pan & Ramirez, 2018)	manual	Manual	Secador de aire forzado (60°C, 24 h)	Molino de disco	Tamiz de 106-212 µm, granulometría de 0.125mm	17%
14	(Chung et al., 2018)	Tanque de lavado	Cortador industrial	Invernadero (3 días)	Molino de rodillos	Número de tamiz 315-350, µm granulometría de 0.033	20%

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

El proceso sistemático para la obtención de harina a partir de cáscaras del maracuyá mediante el análisis de 14 documentos propone el siguiente esquema: lavado, corte, secado, molienda y tamizado; basado en este esquema se identifica que en el proceso de secado y molienda se aplican diferentes tecnologías que determinan el rendimiento.

- **Tecnología de secado**

La tecnología del secado se aplica para disminuir el contenido de humedad hasta un 11% mediante la utilización de un horno, que en función a la técnica aplicada la temperatura y tiempo requerido presentan varias diferencias para cada estudio: 90°C de 7 a 9 horas (Arteaga y Silva, 2015), 50°C de 6 a 8 horas (Atoche y García, 2017), de 55 a 60°C durante 72h (Calderón y Noriega, 2017), a 90°C de 7 a 9 horas (González y Martínez, 2017), a 62°C (Rojas, 2017), a 66°C (Meza y Zambrano, 2018), 65°C (Villanueva, 2018), a 45°C por 18h (Arias et al., 2019), a 70°C durante 9h (Nizama, 2021), a 104°C por 12h (Jara y Mori, 2021) y Bastidas et al., (2018) realiza el proceso en dos etapas (250°C 20 min, 150°C 40 min) equivalente a 1h.

Con este mismo objetivo se identificaron otras tecnologías mediante la utilización de un secador de túnel a temperatura de 66°C (Bastidas y Chávez, 2016), secador de aire forzado a 60°C durante 1h (da Silva et al., 2018) y secado en invernadero durante 3 días (Chung et al., 2018).

- **Tecnología para la molienda**

La tecnología de molienda se utiliza para reducir el tamaño de partícula de las cáscaras del maracuyá y obtener harina por medios mecánicos que aplican distintas fuerzas, mediante el uso de los diferentes tipos de molino como: el molino de martillos (Arteaga y Silva, 2015; Bastidas y Chávez, 2016; González y Martínez, 2017; Jara y Mori, 2021), molino manual a nivel de laboratorio (Meza y Zambrano, 2018, Villanueva, 201; Arias, et al., 2019; Nizama, 2021), molino de disco (Atoche y García, 2017; Bastidas et al., 2018; da Silva et al., 2018), molino de rodillos (Chung et al., 2018) y molino de bolas (Calderón y Noriega, 2017). El molino de martillos es el más recomendable debido a su fácil mantenimiento, operación y permite obtener mayor producción en menor tiempo.

- **Tecnologías de secado y molienda con mayor rendimiento**

De las tecnologías analizadas en la tabla 4-24 para la obtención de harina, la más apropiada es la obtenida por Atoche y García (2017) con un rendimiento del 17.98%, empleando 8.510 kg de cáscara obteniendo 1.530 kg de harina, donde se realizó un lavado con hipoclorito de sodio en concentración de 50 ppm durante 10 min, cortado y secado en horno a 50°C de seis a ocho horas y molienda con molino de disco. Por otra parte, Chung et al. (2018) trabajaron con 625 kg de cáscara obteniendo 125 kg de harina, es decir, alcanzando un rendimiento del 20%, realizando un previo lavado y cortado de las cáscaras, para ser sometidas al secado en invernadero durante 3 días y posteriormente pasar al proceso de molienda con molino de rodillos.

Sin embargo, no se recomienda el proceso de secado en invernadero ya que no se puede controlar parámetros de temperatura y tiempo, mientras que el secado en horno se realiza a temperaturas y tiempos controlados obteniendo así un secado homogéneo de las cáscaras.

4.3 Propuesta de tecnologías para obtener aceite y harinas a partir de los residuos del maracuyá

Se identificaron las tecnologías propicias para la extracción de aceite y obtención de harina, que consiste en una serie de tratamientos físicos, químicos y mecánicos; el rendimiento dependerá de la calidad de la materia prima (semillas y cáscaras del maracuyá) y de las tecnologías seleccionadas.

4.3.1 Tecnologías para la obtención de aceite

Para la extracción de aceite las tecnologías apropiadas son a través del método de Soxhlet-solvente y prensado en frío, que mostraron rendimientos significativos en comparación al resto de tecnologías analizadas.

- **Método de extracción Soxhlet-solvente**

La técnica de Soxhlet-solvente es un procedimiento convencional utilizado para extraer productos naturales de materias orgánicas. Está conformado por un balón donde se añade un solvente orgánico que es calentado hasta su ebullición, en un tubo de extracción Soxhlet se coloca la muestra la cual va contenida en un cartucho de celulosa, la siguiente etapa es la evaporación; el fluido atraviesa por un condensador donde el solvente orgánico es condensado y cae al tubo Soxhlet, durante este proceso el solvente

extrae el aceite contenido en la biomasa y posterior se recupera el solvente y se obtiene el aceite (Gonzales et al., 2009; Araujo, 2013 citado por Rodríguez, 2017).

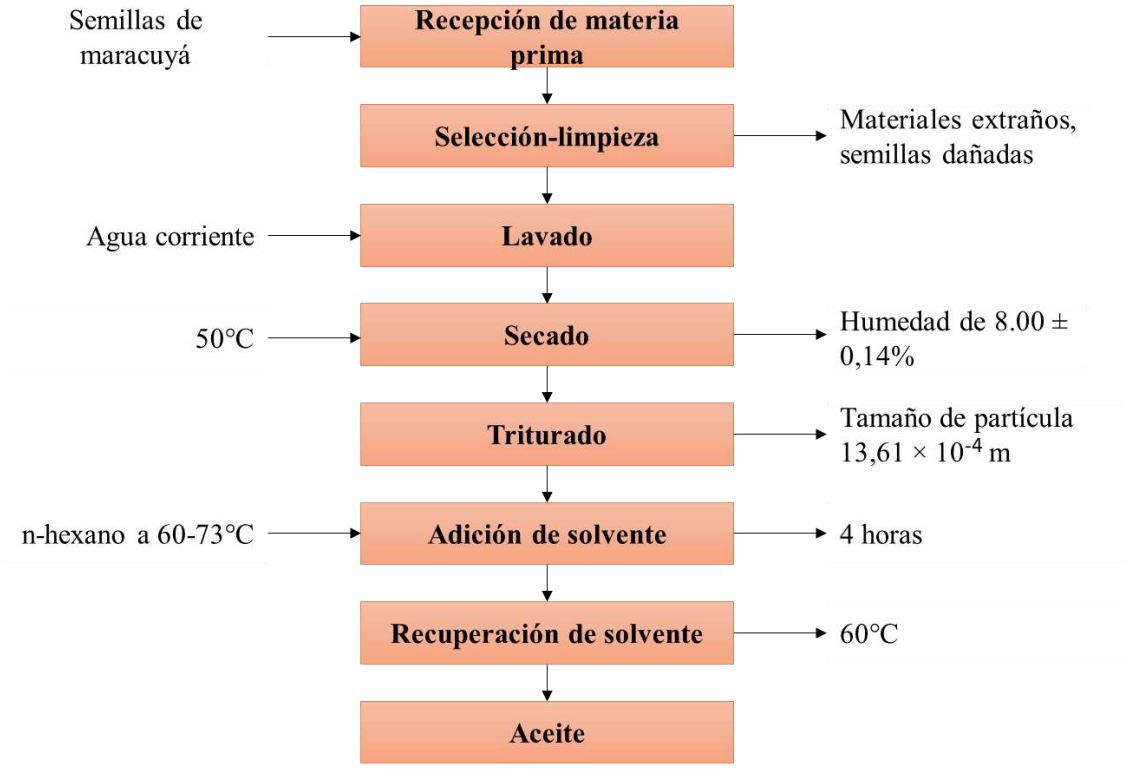


Figura 4-2 *Diagrama de flujo por Soxhlet-solvente*

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

Descripción del proceso

- **Selección-Limpieza**: Se separarán las partículas indeseables o material extraño que permanecieron en las semillas.
- **Lavado**: Con agua corriente hasta la eliminación completa de la pulpa y otros elementos extraños.
- **Secado**: En horno de circulación de aire a 50°C hasta alcanzar un contenido de humedad homogénea de 8.00 ± 0.14%.
- **Triturado**: Se reducirá el tamaño de la semilla del maracuyá a un diámetro medio de partícula 13.61 × 10^{-4}m.
- **Adición de solvente:** Se adicionó el solvente (n-hexano), su temperatura de ebullición va de 60-73°C, el sistema se calentó hasta ebullición a reflujo durante 4 horas.
- **Recuperación del solvente:** El solvente se evaporó a presión reducida en un evaporador rotatorio a 60°C.

- **Método de extracción de prensado en frío**

El prensado en frío no implica tratamientos térmicos ni químicos a las semillas con la finalidad de preservar los ácidos grasos esenciales, vitaminas y antioxidantes naturales. Además, se está convirtiendo en sustituto interesante para las prácticas convencionales debido a la demanda de los consumidores de productos alimenticios naturales y seguros (Siger et al., 2007 citado por Tobar, 2018).

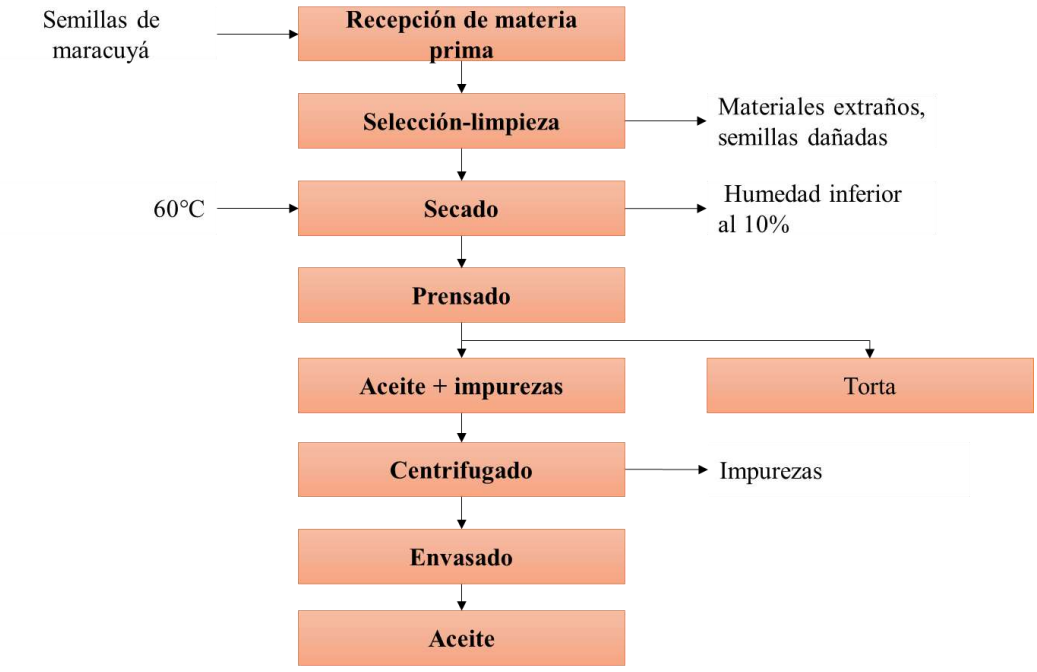


Figura 4-3 *Diagrama de flujo de prensado en frío*

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

Descripción del proceso

- **Selección-limpieza**: Se eliminarán las partículas indeseables, que permanecieron en la semilla fresca del maracuyá, tales como: membranas, piedras, entre otros.
- **Secado**: se secan las semillas con secador de aire caliente una temperatura de 60°C hasta una humedad inferior al 10%
- **Prensado**: Acondicionado de las semillas para colocarlas en la tolva de la prensa, en la que se lleva a cabo un proceso de triturado, obteniendo así el aceite con impurezas.
- **Centrifugación**: Con la ayuda de una centrífuga se separa de la mezcla el aceite de las impurezas.

- **Envasado:** El producto se envasa en botellas de vidrio de color verde oscuro de 250 ml. El control de calidad en esta etapa del proceso es crítico y estará determinado por los parámetros especificados en las normas INEN, otros puntos de referencia de control de calidad son la certificación (Rea, 2017).

- **Ventajas de las tecnologías para la extracción de aceite a partir de semillas del maracuyá.**

En la siguiente tabla 4-25 se muestran las principales ventajas de las tecnologías de mejor aplicabilidad para el Ecuador, siendo estas el prensado en frío y por Soxhlet – solvente.

Tabla 4-25

Principales ventajas de las tecnologías para aceite

Tecnologías para la extracción de aceite		
Tipo de extracción	**Técnicas**	**Ventajas**
Extracción por solventes	Método Soxhlet-solvente (n-hexano)	+ No requiere de filtración. + Se realiza con el disolvente caliente, así se favorece la solubilidad de los analitos. + Gran capacidad de recuperación de solvente. + El disolvente y la muestra están en contacto íntimo y repetido. + Operación simple
Prensado de las semillas	Método de prensado en frío	+ Se puede obtener de manera artesanal e industrial. + logra que el aceite mantenga sus mismas características organolépticas. + No se usan temperaturas altas en el transcurso de su producción. + Permite preservar las propiedades nutricionales de las semillas o frutos. + Su operación es simple. + Costo de operación bajos. + No se utiliza solvente para su extracción

Fuente: Acosta, 2019.

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

Basado en los resultados obtenidos la tecnología de prensado en frío es la más apropiada para aplicarse en el Ecuador a escala industrial, ya que presenta un rendimiento del 27.33% y se procesa a temperaturas que permiten conservar el contenido nutricional del aceite del maracuyá, así mismo el método de Soxhlet-solvente que tiene rendimiento del 26.12 % puede aplicarse ya que es un método de fácil operación; no requiere de filtración y posee una alta eficiencia en recuperación de solvente.

4.3.2 Tecnologías para la obtención de harina

Las tecnologías para obtener harina a partir de las cáscaras del maracuyá se realizan mediante el secado en horno industrial a 50ºC de seis a ocho horas; para el

proceso de molienda se emplea un molino de martillos, la aplicación de estas tecnologías permite obtener mejores rendimientos.

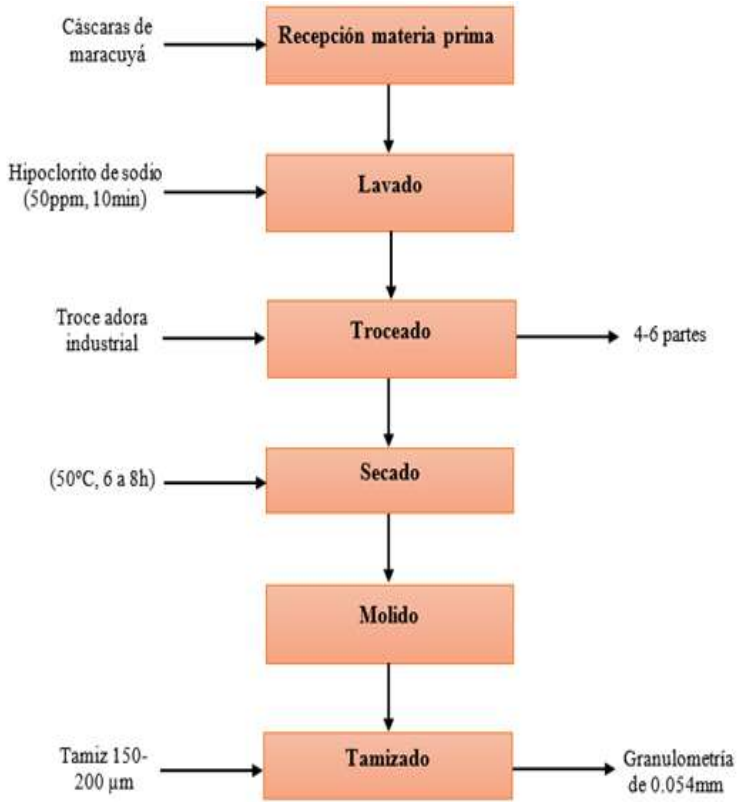


Figura 4-4 *Diagrama de flujo para la obtención de harina*

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

Descripción del proceso

- **Recepción y selección de la materia prima:** se tendrá en cuenta el estado físico de las cáscaras no deben tener golpes o estar en estado de putrefacción (Calderon y Noriega, 2017). Este proceso se realiza con la ayuda de una mesa adecuada o con banda transportadora que facilite la identificación, manejo y traslado de las cáscaras en buen y mal estado (FAO, 1993 citado por Chung et al., 2018).
- **Lavado:** Se emplea hipoclorito de sodio en concentración de 50 ppm en agua potable durante 10 minutos, con el propósito de eliminar suciedad, materias extrañas y patógenos que puedan estar presentes en la materia prima evitando su contaminación (Meza y Zambrano, 2018).
- **Cortado:** La reducción de tamaño contribuye al proceso de secado ya que al tener un tamaño pequeño se eliminará el contenido de humedad en un menor tiempo y de forma homogénea (González y Martínez, 2017).

- **Secado:** Consiste en separar líquidos volátiles presentes en las cáscaras del maracuyá que contienen una humedad de entre el 80 y 85% (Chung et al., 2018), mediante un horno industrial a temperatura de 50ºC de seis a ocho horas, hasta alcanzar una humedad del 11% (Meza y Zambrano, 2018; Villanueva, 2018).
- **Molido:** Se lleva a cabo en un molino de martillos que permite reducir el tamaño de las cáscaras en granos pulverizados, es decir se logra la desintegración del material sólido (Chung et al., 2018).
- **Tamizado:** Se realiza con un tamiz vibratorio de 200 a 150 micras logrando obtener una granulometría de 0.054mm (Atoche y García, 2017). En caso de que la granulometría obtenida sea mayor al valor requerido estás retornarán al proceso de molienda.

- **Ventajas de las tecnologías para la obtención de harina a partir de las cáscaras del maracuyá.**

Una vez determinadas las tecnologías representativas del proceso de obtención de harina con mejor aplicabilidad en el Ecuador, se puntualizan algunas de las ventajas de estás en la tabla 4-26.

Tabla 4-26

Principales ventajas de las tecnologías para harina

Tecnologías para la obtención de harina		
Procesos	Tecnologías	Ventajas
Secado	Horno deshidratación	-Distribución uniforme del calor (flujos de calor más estables) -La temperatura máxima y mínima puede ser programada -Optimización de tiempo -Consumo energético menor -Conservación de nutrientes -Facilidad de mantenimiento -Sencillez en su construcción y operación -De fácil mantenimiento y sustitución de repuestos Se puede usar para varios productos
Molienda	Molino de martillos	-Tiene un sistema de martillos u oscilatorios -Se puede realizar una limpieza manual o automática. -Reemplazo de los operadores Posee una gran capacidad de molido

Fuente: Roncal, Pecca, Flores y Fernandez, 2018; Bellver 2020.

Realizado por: Dennis Orozco-Adrian Rivera

Conclusiones

- Los productos derivados del maracuyá con mayor interés comercial analizados mediante revisión bibliográfica documental para este estudio son: aceite y harina obtenido a partir de las semillas y cáscaras del maracuyá respectivamente. Puesto que las semillas presentan un alto contenido de ácidos grasos insaturados permiten extraer aceite comestible con propiedades benéficas para la salud humana. De igual manera las cáscaras del maracuyá por su alto contenido de fibra y proteínas posibilitan la obtención de harina, rica en nutrientes para la elaboración de productos derivados como galletas, pan, yogurt con fibra dietética, cupcakes, etc., alimentos nutricionales aptos para el ser humano.
- Soxhlet-solvente y prensado en frío son las tecnologías más adecuadas para la extracción de aceite comestible, presentan rendimientos de 26.12% y 27.33% respectivamente. Las tecnologías apropiadas para la obtención de harina son: secado en horno a temperatura de 50°C, de 6 a 8 h y la molienda por molino de martillos, alcanzando un rendimiento del 17.98%.
- Se concluye que la tecnología que puede implementarse en el Ecuador para la extracción de aceite a partir de semillas es por Soxhlet-solvente y prensado en frío por su mejor rendimiento y a su vez permite conservar el valor nutricional y las características organolépticas propias del aceite. Mientras que para la obtención de harina a partir de cáscaras del maracuyá es mediante el secado en horno y molienda con molino de martillos nutricional, permitiendo controlar parámetros de temperatura, tiempo y granulometría.

Recomendaciones

- Los rendimientos encontrados en la revisión bibliográfica del aceite y harina pueden ser realizados y comprobados mediante la experimentación.
- Realizar la simulación del proceso cumpliendo los parámetros propuestos en los diferentes diagramas de procesos para determinar el comportamiento de las materias primas en función de la obtención del producto.
- Analizar mediante la investigación bibliográfica acerca de la pectina, colorantes, antioxidantes, entre otros productos que basados en este estudio tienen posibilidad de aplicación como aditivos alimenticios.

REFERENCIAS

Abreu, A., M. Milke, G. Argüello, A. Calderón, R. Carmona, A. Consuelo, E. Coss, M. García, V. Hernández, M. Icaza, J. Martínez, S. Morán, E. Ochoa, M. Reyes, R. Rivera, F. Zamarripa, F. Zárate, y R. Vázquez. 2021. «Fibra dietaria y microbiota, revisión narrativa de un grupo de expertos de la Asociación Mexicana de Gastroenterología». *Revista de Gastroenterología de México* 1-18. doi: 10.1016/j.rgmx.2021.02.004.

Acosta, G. 2019. «Análisis técnico-económico de la extracción y bioprospección de aceite de buriti – Mauritia flexuosa, en el departamento del Guaviare». Universidad EAN.

Alvarado, A., L. Lamprea, y K. Murcia. 2017. «La nutrición en el adulto mayor: una oportunidad para el cuidado de enfermería». *Enfermería Universitaria* 14(3):199-206. doi: 10.1016/j.reu.2017.05.003.

Alvarado, J., y J. Sandoval. 2018. «Obtención de aceite comestible a partir de la semilla de maracuyá». Universidad de Guayaquil.

Alvear, J., y K. Menéndez. 2020. «Estudio del aceite de dos variedades de maracuyá (*Passiflora edulis*), considerando distintos métodos de extracción en Santo Domingo de los Tsáchilas"». Universidad de las Fuerzas Armadas.

Angulo, L., V. De Souza, R. Augustus, y F. Matta. 2018. «Caracterización de subproductos agroindustriales: naranja y maracuyá». *Ingeniería y Región* 20:59-66. doi: 10.25054/22161325.1916.

Aparicio, M. 2019. «Obtención de papel a partir de la cáscara del maracuyá (*Passiflora edulis*) y la evaluación de algunas propiedades físicas y químicas». Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

Arias, D., J. Molina, y M. Andrade. 2019. «Evaluación del potencial de uso de epicarpio de maracuyá deshidratado (*Passiflora edulis f. flavicarpa O. Deg.*) en la formulación de yogurt». *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 22(1):1-10. doi: 10.31910/rudca.v22.n1.2019.1145.

Arteaga, P., y A. Silva. 2015. «Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabillis sweet*) y harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes». Universidad Nacional del Santa.

Atoche, L., y M. García. 2017. «Aprovechamiento de residuos agroindustriales (cáscara de mango) para la formulación de cupcakes». Universidad Nacional del Santa.

Banco Central del Ecuador (BCE). 2021. «Comercio Exterior agropecuario y agroindustrial». *SIPA*. Recuperado 24 de junio de 2021 (http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/comercio-exterior).

Bastidas, E., B. Lázaro, y K. Yucta. 2018. «Plan de negocio para elaboración de harina a base de cáscara de maracuyá hacia Alemania». Universidad de Guayaquil.

Bastidas, K., y L. Chávez. 2016. «Elaboración de harina de cáscara de maracuyá para su comercialización a Holanda-Amsterdam». Universidad de Guayaquil.

Bellver, E. 2020. «Hornos de convección: ventajas y desventajas». Recuperado 2 de julio de 2021 (https://www.periodistadigital.com/magazine/escaparate/20201019/hornos-conveccion-ventajas-desventajas-noticia-689403842183/).

Borrero, C. 2015. «El cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis*) en el apoyo al cambio de la Matriz Productiva». Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Caiza, D., A. Chimbo, L. Sarduy, W. Pisco, y K. Diéguez. 2018. «Propuesta de producción más limpia en el proceso de elaboración de abonos orgánicos con desechos del camal realizado en el relleno sanitario del cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua». *Observatorio de la economía Latinoamericana*.

Calderon, V., y V. Noriega. 2017. «Obtención de harina de los residuos de frutas con mayor poder antioxidante y antimicrobiano. (maracuyá, cacao y plátano)». Universidad Estatal de Guayaquil.

Calle, L. 2016. «Metodologías para hacer la revisión de literatura de una investigación». *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil* 1-8.

Cañizares, A., y E. Jaramillo. 2015. *El cultivo del maracuyá en Ecuador*. UTMACH. Machala.

Carasma, E., y R. Inga. 2019. «"Efecto de presión y temperatura en el rendimiento, características físico-químicas y perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de *Passiflora tripartita* extraído con CO_2 supercrítico"». Universidad Nacional de Huancavelica.

Chicaiza, C. 2016. «Efecto de dietas a base de torta de maracuyá (*Passiflora edulis*) sobre el desempeño productivo de la especie nativa vieja azul (*Aequidens rivulatus*) en la etapa de cría época verano». Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Chóez, I., A. Ortega, M. Miranda, & P. Manzano. 2017. «Chemical composition of essential oils of *Passiflora edulis f. flavicarpa* agroindustrial waste». *Emirates Journal of Food and Agriculture* 29(6):458-62. doi: 10.9755/ejfa.2016-10-1542.

Chung, J., N. Muro, M. Ontaneda, S. Palas, y S. Rodríguez. 2018. «Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina a base de la cáscara de maracuyá en Quincornac S.A.C». Universidad de Piura.

Cuenca, G., F. Intriago, V. Talledo, y J. Rivera. 2017. «Influencia del estado de coloración y del agente de extracción sobre la obtención de pectina a partir de dos variedades de maracuyá (*Passiflora edulis*)». *La Técnica: Revista de las Agrociencias. ISSN 2477-8982* (18):36. doi: 10.33936/la_tecnica.v0i18.805.

Diaz, C., y E. Flores. 2018. «Influencia de la adición de harina de cáscara de maracuyá, variedad flavicarpa y ácido ascórbico sobre las características tecnológicas del pan de molde». Universidad Nacional del Santa.

Espinoza, I., L. Montenegro, A. Sánchez, M. Romero, M. Medina, y A. García. 2017a. «Composición bromatológica y degradabilidad ruminal in situ de residuos agroindustriales de maracuyá (*Passiflora edulis*) y plátano (*Musa paradisiaca*)». *Ciencia y Tecnología* 10(2):63-68. doi: 10.18779/cyt.v10i2.168.

Espinoza, I., L. Montenegro, A. Sánchez, M. Romero, M. Medina, y A. García. 2017b. «Efecto de inoculantes microbianos sobre la composición bromatológica y estabilidad aeróbica de ensilado de maíz forrajero (*Zea mays*) y cáscara de maracuyá

(*Passiflora edulis*)». *Revista de investigación Talentos* 2(4):18-22.

FAO/OMS. 1981. *Norma para los aceites de oliva y aceites de orujo de oliva CODEX STAN 33-1981*.

FAO/OMS. 1999. *Norma para aceites vegetales especificados CXS 210-1999.*

Filian, W., J. Salinas, R. Arias, y J. Gómez. 2020. «Evaluación físico-química de residuos agroindustriales para la alimentación animal». *Journal of science and research* 5(1):182-99.

Freile, M. 2020. «Degradabilidad y genética de degradación ruminal del ensilado de pasto king grass (*Pennisetum purpureum*) con niveles crecientes de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*)». Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

García, A. 2021. «Determinación de la capacidad de bioadsorción de metales pesados mediante el uso de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) en aguas contaminadas». Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.

Garcia, J., y K. Mora. 2021. «Propuesta del proceso para la obtención de pectina partiendo de la cáscara de gulupa a escala piloto». Fundación Universidad de América.

Gesteiro, E., J. Galera, y M. González. 2018. «Aceite de palma y salud cardiovascular: consideraciones para valorar la literatura». *Nutrición Hospitalaria* 35(5):1229-42. doi: 10.20960/nh.1970.

Godoy, D., R. Daza, L. Fernández, A. Layza, R. Roque, V. Hidalgo, S. Gamarra, y C. Gómez. 2020. «Caracterización del valor nutricional de los residuos agroindustriales para la alimentación de ganado vacuno en la región de San Martín, Perú». *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 21(2):1-14. doi: 10.21930/rcta.vol21_num2_art:1374.

González, E., y A. Martínez. 2017. «Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por la harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y la harina de cáscara de maracuyá (*Pasiflora edulis*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas fortificadas». Universidad Nacional del Santa.

González, L., A. Álvarez, E. Murillo, C. Guerra, & J. Méndez. 2019. «Potential uses of the peel and seed of *Passiflora edulis f. edulis sims* (gulupa) from its chemical

characterization, antioxidant and antihypertensive functionalities». *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 12(10):104-12. doi: 10.22159/ajpcr.2019.v12i10.33828.

Guirao, S. 2015. «Utilidad y tipos de revisión de literatura». *Ene* 9(2). doi: 10.4321/S1988-348X2015000200002.

Haro, J., G. Fonseca, y P. Zamora. 2020. «Caracterización y tipificación de la cadena agroproductiva del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis L*) Pedernales, Manabí, Ecuador». *KnE Engineering* 2020:697–716. doi: 10.18502/keg.v5i2.6292.

He, X., F. Luan, Y. Yang, Z. Wang, Z. Zhao, J. Fang, M. Wang, M. Zuo, & Y. Li. 2020. «*Passiflora edulis*: an insight into current researches on phytochemistry and pharmacology». *Frontiers in Pharmacology* 11:1-16. doi: 10.3389/fphar.2020.00617.

Hidalgo, F., y C. Vareles. 2015. «Plan de exportación de concentrado de maracuyá producido en la empresa "Exofrut S.A.", para el mercado de Lima, Perú». Universidad Politécnica Salesiana.

Hilzinger, N., y N. Quezada. 2015. «Determinación del contenido fenólico total en la corteza de la *Passiflora edulis*». Universidad de Guayaquil.

Hoyos, J., y S. Sánchez. 2019. «Caracterización del aceite de semilla de maracuyá (*Passiflora edulis S.*) extraído con solvente orgánico y prensado en frío». Universidad Señor de Sipán.

Iha, O., G. Martins, E. Ehlert, M. Montenegro, R. Sucupira, & P. Suarez. 2018. «Extraction and characterization of passion fruit and guava oils from industrial residual seeds and their application as biofuels». *Journal of the Brazilian Chemical Society* 29(10):2089-95. doi: 10.21577/0103-5053.20180083.

INEN. 2012a. *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 26:2012*. Quito.

INEN. 2012b. *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 29:2012*. Quito.

INEN. 2012c. *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 34:2012*. Quito.

INEN. 2015. *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 3042 harina de quinua requisitos. quinua flour*. Quito.

Jara, A., y J. Mori. 2021. «Efecto de hidrocoloides obtenidos del maracuyá (*Passiflora edulis*), en las características fisicoquímicas y sensoriales del pan de molde». Universidad Nacional del Santa.

Jusuf, N., I. Putra, & N. Dewi. 2020. «Antibacterial activity of passion fruit purple variant (*Passiflora edulis sims var. edulis*) seeds extract against propionibacterium acnes». *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology* 13:99-104. doi: 10.2147/CCID.S229743.

López, M., y S. Ponce. 2020. «Análisis de exportaciones de maracuyá hacia los mercados de Estados Unidos y Europa». Universidad Lucia Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

MAG. 2021. «Superficie y Producción - Histórico». *INIAP*. Recuperado 21 de junio de 2021 (https://www.agricultura.gob.ec/).

Matamoros, K., y C. Sánchez. 2016. «Estudio del *Passiflora edulis* (maracuyá) y sus propuestas en la gastronomía». Universidad de Guayaquil.

Mejías, N., E. Orozco, y N. Galáan. 2016. «Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México». *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales* 2(6):27-41.

Meza, J., y M. Zambrano. 2018. «Efecto del corte y métodos de secado en las características fisicoquímicas de harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*)». Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.

Mio, W., y J. Farro. 2019. «Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de aceite de semilla de maracuyá, por prensado en frío para exportación». Universidad Nacional «Pedro Ruiz Gallo».

Mira, J., y D. Sucoshañay. 2016. «Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) producida en la provincia de Chimborazo, Ecuador». 27-31.

Moreira, D. 2020. «Niveles de inclusión de harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) en el engorde de cuyes sexados (*Cavia porcellus linnaeus*)». Universidad

Técnica Estatal de Quevedo.

Moreira, J., y I. Wonsang. 2018. «Diseño de una planta productora de aceite a base de semillas de maracuyá, en la empresa Tropifrutas S.A». Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Munhoz, C., Z. Costa, L. Cauz-Santos, Al Reátegui, N. Rodde, S. Cauet, M. Dornelas, P. Leroy, A. Varani, H. Bergés, & M. Vieira. 2018. «A gene-rich fraction analysis of the *Passiflora edulis* genome reveals highly conserved microsyntenic regions with two related Malpighiales species». *Scientific Reports* 8(1). doi: 10.1038/s41598-018-31330-8.

Nascimento, N., H. Medeiros, I. Pereira, R. da Silva Oliveira, I. de Medeiros, & F. Júnior. 2020. «Elaboração de biscoito com a farinha da casca do maracujá (*Passiflora edulis*)». *Research, Society and Development* 9(7):1-16. doi: 10.33448/rsd-v9i7.4333.

Ngakou, P., F. Tonfack, D. Kuate, A. Nouemsi, H. Doungué, I. Makamwé, & J. Oben. 2019. «*Passiflora edulis* seed oil from west Cameroon: chemical characterization and assessment of its hypolipidemic effect in high-fat diet–induced rats». *Food Science & Nutrition* 7(11):3751-58. doi: 10.1002/fsn3.1234.

Nizama, R. 2021. «Formulación de un cupcake con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cáscara de gulupa (*Passiflora edulis*)». Universidad Señor de Sipan.

Oliveira, D., M. Angonese, C. Gomes, & S. Ferreira. 2016. «Valorization of passion fruit (*Passiflora edulis sp.*) by-products: Sustainable recovery and biological activities». *The Journal of Supercritical Fluids* 111:55-62. doi: 10.1016/j.supflu.2016.01.010.

Onofre, J. 2017. «Parámetros productivos en pollos criollos alimentados con torta de maracuyá (*Passiflora edulis*) como sustituto de la alimentación base». Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Ortiz, G. 2019. «Influencia del aceite esencial del maracuyá en la elaboración del jabón de tocador». Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrion.

Ortiz, P. 2018. «La producción de maracuyá, su incidencia en el mercado internacional durante el periodo 2012-2016». Universidad de Guayaquil.

Osso, O., y D. Lazo. 2019. «Yogurt simbiótico con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) como apoyo nutricional en personas con hiperglucemia». *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu* 6(1):101-11. doi: 10.36955/RIULCB.2019v6n1.008.

Pantoja, A., A. Hurtado, y H. Martinez. 2017. «Caracterización de aceite de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis Sims.*) procedentes de residuos agroindustriales obtenido con CO2 supercrítico». *Acta Agronómica* 66(2):178-85. doi: 10.15446/acag.v66n2.57786.

Parrales, J., y N. Peralta. 2020. «Evaluación de polifenoles totales y actividad antioxidante en extracto etanólico de cáscaras de *Passiflora edulis* (maracuyá) y *Passiflora ligularis* (granadilla)». Universidad de Guayaquil.

Peña, M. 2018. «Aprovechamiento del residuo sólido de la cáscara de *Passiflora edulis sims f. edulis*.» Universidad de los Andes.

Pereira, M., G. Maciel, C. Haminiuk, F. Bach, F. Hamerski, A. de Paula, & M. Corazza. 2018. «Effect of extraction process on composition, antioxidant and antibacterial activity of oil from yellow passion fruit (*Passiflora edulis var. flavicarpa*) seeds». *Waste and Biomass Valorization* 10:2611-25. doi: 10.1007/s12649-018-0269-y.

PRO ECUADOR. 2018. «Maracuyá». Recuperado 4 de julio de 2021 (https://www.proecuador.gob.ec/maracuya/).

Proaño, J., E. Rivadeneira, P. Moncayo, y E. Mosquera. 2020. «Aceite de maracuyá (*Passiflora edulis*): Aprovechamiento de las semillas en productos cosméticos». *Enfoque UTE* 11(1):119-29. doi: 10.29019/enfoque.v11n1.532.

Ramos, C. 2020. «Los alcances de una investigación». *CienciAmérica* 9(3):1-5. doi: 10.33210/ca.v9i3.336.

Rea, M. 2017. «Aceite de semillas de maracuyá "Passion oil"». Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Redín, J. 2019. «Implementación de técnicas de producción más limpia en el plan de manejo ambiental de la empresa Autopartes Andinas S.A.» Universidad Internacional Sek.

Reis, C., A. Mamede, A. Soares, y S. Freitas. 2020. «Producción de lípidos funcionales y antioxidantes naturales a partir de semillas de maracuyá». *Grasas y Aceites* 71(4):385. doi: 10.3989/gya.0803192.

Rodríguez, A. 2017. «Evaluación de métodos de extracción de aceite de microalgas para la producción de biodiesel». Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.

Rodríguez, A., y A. Pérez. 2017. «Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento». *Revista Escuela de Administración de Negocios* (82):175-95. doi: 10.21158/01208160.n82.2017.1647.

Rojas, A., y C. Flórez. 2019. «Valorización de residuos de frutas para combustión y pirólisis». *Revista Politécnica* 15(28):42-53. doi: 10.33571/rpolitec.v15n28a4.

Rojas, L. 2017. «Exportación de harina de maracuyá hacia el mercado de Valparaiso - Chile». Universidad de San Martin de Porras.

Roncal, J., F. Pecca, E. Flores, y J. Fernandez. 2018. «Proyecto: Molino de martillos». Universidad Tecnica Del Perú.

Rosas, D., H. Ortiz, J. Herrera, y O. Leyva. 2016. «Revalorización de algunos residuos agroindustriales su potencial de aplicación a suelos agrícolas». *Agroproductividad* 9(8):18-23.

Rotta, E., H. Giroux, S. Lamothe, D. Bélanger, H. Sabik, J. Visentainer, & M. Britten. 2020. «Use of passion fruit seed extract (*Passiflora edulis sims*) to prevent lipid oxidation in dairy beverages during storage and simulated digestion». *LWT - Food Science and technology* 123:1-7. doi: 10.1016/j.lwt.2020.109088.

de Santana, F., L. de Oliveira, F. Shinagawa, A. de Oliveira, L. Yoshime, I. de Melo, P. Marcellini, & J. Mancini-Filho. 2017. «Optimization of the antioxidant polyphenolic compounds extraction of yellow passion fruit seeds (*Passiflora edulis Sims*) by response surface methodology». *Journal of Food Science and Technology* 54(11):3552-61. doi: 10.1007/s13197-017-2813-3.

dos Santos, O., E. Vieira, S. Soares, L. da Conceição, F. do Nascimento, & B. Teixeira. 2021. «Utilization of agroindustrial residue from passion fruit (*Passiflora edulis*) seeds as a source of fatty acids and bioactive substances». *Food Science and Technology* 41(1):1-8. doi: 10.1590/fst.16220.

da Silva, A., & J. Neuza. 2016. «Bioactive compounds of oils extracted from fruits seeds obtained from agroindustrial waste». *European Journal of Lipid Science and Technology* 119(4):1600024. doi: 10.1002/ejlt.201600024.

da Silva, D., A. Lopes, M. Segatto, A. Stahl, & V. Zuin. 2020. «Development and application of green and sustainable analytical methods for flavonoid extraction from Passiflora waste». *BMC Chemistry* 14(1). doi: 10.1186/s13065-020-00710-5.

da Silva, P., J. Berrios, J. Pan, & J. Ramirez. 2018. «Passion fruit shell flour and rice blends processed into fiber-rich expanded extrudates». *CyTA - Journal of Food* 16(1):901-8. doi: 10.1080/19476337.2018.1503618.

Souza, A., J. da Rocha, J. Ponciano, L. Palermo, & C. Mansur. 2020. «Development and application of a passion fruit seed oil microemulsion as corrosion inhibitor of P110 carbon steel in CO2-saturated brine». *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 599(A):1-14. doi: 10.1016/j.colsurfa.2020.124934.

Suarez, I. 2019. «Estrategias para la producción más limpia en el sector de cacao y caña panelera en el valle del cauca bajo el marco del plan nacional de negocios verdes en Colombia». Universidad Autónoma de Occidente.

Surlehan, H., N. Noor, R. Zakaria, & N. Mohd. 2019. «Extraction of oil from passion fruit seeds using surfactant-assisted aqueous extraction». *Food Research* 3(4):348-56. doi: 10.26656/fr.2017.3(4).146.

Tarazona, M., N. Becerra, J. Piedra, y R. Beltrán. 2020. «Obtención de un colorante a partir de corteza de maracuyá con el uso de técnicas convencionales de extracción». *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 23(1):1-10. doi: 10.31910/rudca.v23.n1.2020.1303.

Tigrero, F., S. Lovato, y F. Quimi. 2016. «Estudio de factibilidad de procesadora de derivados de maracuyá. Una alternativa de desarrollo en Santa Elena, Ecuador».

Revista Ciencia UNEMI 9:21-35.

Tobar, A. 2018. «Aceite de Sacha Inchi como potenciador cognitivo». Universidad Central del Ecuador.

Ulloa, R. 2016. «Efecto de la harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) sobre los parametros zootécnicos en la alimentación de pollos de engorde». Universidad Técnica de Ambato.

Urango, K., F. Ortega, G. Vélez, y Ó. Pérz. 2018. «Extracción rápida de pectina a partir de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*) empleando microondas». *Información tecnológica* 29(1):129-36. doi: 10.4067/S0718-07642018000100129.

Vargas, M., H. Figueroa, J. Tamayo, V. Toledo, y V. Moo. 2019. «Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos». *CIENCIA ergo-sum* 26(2):1-11. doi: 10.30878/ces.v26n2a6.

Vargas, Y., y L. Pérez. 2018. «Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente». *Revista Facultad de Ciencias Básicas* 14(1):59-72. doi: http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.xxxx http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.3108.

Vasquez, P. 2018. «Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Tríticum aestivum*) por harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) y harina de quinua (*Chenepodium quinoa w.*) en las características tecnológicas y sensoriales de cupcake». Universidad Nacional del Santa.

Veliz, D. 2015. «Comportamiento agronómico de 22 nuevas poblaciones de maracuyá (*Passiflora edulis var. Flavicarpa Degener*)». Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Villanueva, J. 2018. «Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) y harina de camote (*Ipomoea batatas*) en las características tecnológicas y sensoriales del cupcake». Universidad Nacional del Santa.

Zapata, J. 2020. «Proyecto de emprendimiento». Universidad Técnica de Babahoyo.

Zúñiga, P., y Á. Solís. 2019. «Análisis del proceso productivo de la extracción de pulpa de maracuyá». Universidad Estatal de Milagro.