



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
PUEBLA**

INSTITUTO DE CIENCIAS

POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

“La Tierra no es de nosotros, nosotros somos de la Tierra”



**APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE UN CITRICO
EN LA PRODUCCIÓN DE UN SUSTITUTO DE MICROPLASTICO**

TESIS

Que para obtener el grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta

Andrea Merino Sánchez

Directora de tesis:

Dra. María Elena Ramos Cassellis



Octubre 2023



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
PUEBLA**



INSTITUTO DE CIENCIAS

POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

“La Tierra no es de nosotros, nosotros somos de la Tierra”

**APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES
DE UN CITRICO EN LA PRODUCCIÓN DE UN SUSTITUTO DE
MICROPLASTICO**

TESIS

Que para obtener el grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta

Andrea Merino Sánchez

Comité tutorial:

Directora	Dra. María Elena Ramos Cassellis
Co-Director	Dr. Alfredo Alejandro Guzmán Becerra
Tutora	Dr. Sonia Emilia Silva Gómez
Integrante Comité Tutorial	Dra. Edith Chávez Bravo
Integrante Comité Tutorial	Dr. Marco Antonio Marín Castro

Octubre 2023

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por el recurso que me dio la posibilidad de realizar cursar la maestría en Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Se agradece a la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado por el apoyo otorgado para la conclusión de esta tesis dentro del Eje IV. Modelo de Investigación abierta y compartida. Objetivo 13. Formar recursos humanos que impacten positivamente el contexto social y científico como consecuencia de su accionar en una comunidad para lograr una educación desarrolladora de la transformación. Indicador establecido en el Plan de Desarrollo Institucional 2021-2025.

A la Dra. María Elena Ramos Cassellis, por ser mi guía, por todos sus consejos, el apoyo que me brindó, su experiencia y entera disposición, por su amistad y por ser una pieza clave en la realización de este trabajo, toda mi admiración para ella.

Al Dr. Alfredo Alejandro Guzmán Becerra, por toda su experiencia, sus aportaciones sustanciales y apoyo en este trabajo. Gracias por su disposición y apoyo a lo largo de este tiempo.

Agradezco a los miembros del Comité Tutorial: Dra. Sonia Emilia Silva Gómez, Dra. Edith Chávez Bravo y al Dr. Marco Antonio Marín Castro, por sus aportaciones y recomendaciones en este trabajo.

A las personas del Municipio de Tlatlauquitepec que me recibieron de la mejor manera, por su hospitalidad, atención y participación. Son parte fundamental de este trabajo.

Agradezco en especial a mi mamá y hermana, por ayudarme a cumplir con los sueños y deseos que me he planteado, así como impulsarme a vencer los miedos y obstáculos durante mi formación personal. Por ser mi guías, consejeras y

compañeras en cada viaje y aventura emprendida, por enseñarme que con esfuerzo todo se puede lograr.

Gracias a todas las personas que han contribuido de alguna manera para que yo pueda alcanzar una de mis metas y ser la persona que soy.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	JUSTIFICACIÓN.....	3
III.	MARCO DE REFERENCIA.....	5
	3.1 Marco teórico.....	5
	3.1.1 Cítricos: características generales	5
	3.1.2 Toronja (<i>Citrus paradisi</i>).....	6
	3.1.3 Sistema de producción de cítricos: toronja.....	6
	3.1.4 Tipos de deshidratadores.....	8
	3.1.5 Industria cosmética	9
	3.1.6 Economía circular	13
	3.1.7 Análisis físicos.....	14
	3.1.8 Análisis químico-proximales.....	14
	3.1.9 Propiedades funcionales de la fibra	15
	3.2 Antecedentes	16
	3.2.1 Importancia de los cítricos	16
	3.2.2 Impactos socioambientales asociados a cadenas de producción.....	17
	3.2.3 Residuos agroindustriales	18
	3.2.4 Valorización de residuos agroindustriales	¡Error! Marcador no definido.
	3.2.5 Valorización de residuos agroindustriales y su aplicación en la industria cosmética	23
	3.2.6 Importancia de la fibra en la agroindustria.....	24
	3.3 Marco conceptual	24
	3.3.1 Teorías que soportan la investigación.....	24
	3.3.2 Tipo de investigación.....	25
	3.3.3 Conceptos utilizados	25
	3.4 Marco legal.....	26
IV.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	28
	4.1 Pregunta de investigación	28
V.	HIPÓTESIS.....	29
	5.1 Hipótesis general.....	29
VI.	OBJETIVOS	29
	6.1 Objetivo general.....	29

6.2	Objetivos específicos	29
VII.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	30
7.1	Localización	30
7.2	Metodología	31
7.2.1	Recolección de datos.....	33
7.2.2	Importancia socioambiental.....	33
7.2.3	Análisis ponderal	33
7.3	Colecta, acondicionamiento y caracterización.....	34
7.3.1	Colecta.....	34
7.3.2	Acondicionamiento de la muestra	35
7.3.3	Caracterización del residuo	35
7.3.4	Análisis físico y químico-proximal	36
7.3.4.1.	pH	36
7.3.4.2.	Acidez titulable.....	37
7.3.4.3.	°Brix	37
7.3.4.4.	Humedad	37
7.3.4.5	Cenizas.....	38
7.3.4.6.	Extracto etéreo.....	38
7.3.4.7.	Fibra cruda.....	39
7.3.5	Caracterización funcional de la fibra.....	39
7.3.5.1	Capacidad de absorción de agua (CAA).....	39
7.3.5.2	Capacidad de absorción de aceite (CAa).....	40
7.3.5.3	Capacidad de hinchamiento (CH).....	40
7.3.5.4	Capacidad de captación de iones (CCI)	40
7.3.5.5	Actividad de la emulsión (AE).....	41
7.3.5.6	Estabilidad de la emulsión (EE)	41
7.4	Diseño experimental	41
7.5	Diseño de la crema exfoliante corporal	42
7.5.1	Determinación de propiedades físico-químicas de la crema exfoliante:.....	44
7.5.1.1	pH	44
7.5.1.2	Color	45
7.5.1.3	Olor.....	45
7.5.1.3	Apariencia.....	45

7.5.1.4 Estabilidad	45
7.5.1.5 Extensibilidad	45
7.5.1.6 Exposición a la luz.....	46
7.6 Proporcionar información sobre el uso del residuo de toronja: taller de capacitación	46
VIII. RESULTADOS	48
8.1 Recolección de datos.....	48
8.1.1 Importancia socioambiental.....	48
8.1.2 Evaluación y valoración de los impactos ambientales	53
8.1.3 Estimación de la cantidad de residuo generado en la producción de gajos en el municipio de Tlatlauquitepec.....	54
8.2 Colecta, acondicionamiento y caracterización.....	56
8.2.1 Acondicionamiento del residuo	57
8.2.1.1 Escaldado.....	57
8.2.1.2 Secado	58
8.2.1.3 Molido	59
8.2.1.4 Tamizado	59
8.2.2 Rendimiento.....	60
8.2.3 Análisis físico y químico-proximal del residuo de toronja.....	60
8.2.4 Propiedades funcionales de la fibra	62
8.2.5 Actividad de la emulsión y estabilidad de la emulsión.....	64
8.3 Formulación de la crema exfoliante.....	67
8.3.1 Determinación de las características físicas de la crema exfoliante.....	68
8.4 Proporcionar información sobre el uso del residuo de toronja: taller de capacitación.	70
8.4.1 Primera etapa: informativa	70
8.4.2 Desarrollo del taller de capacitación.....	70
8.4.3 Evaluación del taller de capacitación	72
IX. CONCLUSIONES	73
ANEXOS	75
X. LITERATURA CITADA.....	88

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Residuos generados (%) en fabricación de vegetales en conserva	20
Figura 2. Mapa del municipio de Tlatlauquitepec.....	20
Tabla 2. Diseño experimental.....	42
Tabla 3. Evaluación y valoración de los impactos socioambientales: matriz de Leopold.	54
Tabla 4. Porcentaje que ocupa cada parte del fruto.....	55
Tabla 5. Cantidad de residuo que se genera	55
Tabla 6. Porcentaje de residuo de toronja.....	56
Tabla 7. Fibra de residuo agroindustrial tamizada.....	60
Tabla 8. Composición química del residuo de toronja.....	61
Tabla 9. Propiedades funcionales de la fibra de residuo de toronja.....	63
Tabla 10. Actividad de la emulsión y estabilidad de la emulsión de la fibra de residuo de toronja. 65	
Tabla 11. Efecto del tamaño y cantidad.....	69
Tabla 13. Comparaciones por parejas de Tukey: tamaño.....	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura general de los cítricos.	5
Figura 2. Mapa del municipio de Tlatlauquitepec.....	30
Figura 3. Diagrama general de la metodología.	32
Figura 4. Diagrama de la metodología para el análisis de los residuos.	36
Figura 5. Recepción de toronja	48
Figura 6. Clasificación de toronja	49
Figura 7. Lavado y limpieza de la toronja	49
Figura 8. Acondicionamiento de la toronja (descortezado o pelado mecánico)	50
Figura 9. Envasado y llenado	51
Figura 10. Esterilización.....	51
Figura 11. Acondicionamiento de la toronja (descortezado o pelado mecánico)	52
Figura 12. Transporte de los gajos de toronja.....	52
Figura 13. Residuo de toronja de Tlatlauquitepec.	56
Figura 14. Diagrama de la metodología para el acondicionamiento del residuo.	57
Figura 15. Escaldado del residuo de toronja.....	58
Figura 16. Secado directo a radiación solar (27°C).	58
Figura 17. Residuo seco.....	59
Figura 18. Diagrama del diseño de la crema exfoliante.	67
Figura 19. Exposición a la luz durante 30 días.....	70
Figura 20. Desarrollo del taller. a. Casa jóvenes en progreso, b. Realización de bombas efervescentes, c. Elaboración de jabones, d. Bombas efervescentes, e. Jabón con residuo de café.	71
Figura 21. Clausura del taller de capacitación.	72

I. INTRODUCCIÓN

La agroindustria es una actividad de importancia ya que fomenta el desarrollo económico, social y ambiental, tal como lo menciona Vargas y Pérez (2018), Saval menciona que “es una actividad en la que se combina un proceso agrícola con el industrial para obtener alimentos o materias primas semielaboradas que se destinan al mercado” (p.15), sin embargo, debe existir un equilibrio entre la industrialización y la protección del medio ambiente, esto se debe a que durante estos procesos, se generan residuos agroindustriales que pueden ser sólidos o líquidos y que, muchas veces ya no son de utilidad, sumado a lo anterior, la falta de conocimiento y el manejo adecuado, así como su disposición, provocan serios problemas ambientales.

En años recientes se ha generado una preocupación por los problemas que generan estos residuos, por lo que se han realizado diferentes investigaciones en las que, para dar solución a esta problemática, se han propuesto diferentes alternativas para su manejo como la valorización de estos residuos, considerándose como una buena alternativa para su manejo (Cury *et al.*, 2017). Actualmente las tecnologías más usadas son la valorización biológica y química (lombricultura, compostaje, pectinas, enzimas, aceites esenciales, fibra, entre otros), la obtención de combustibles (biogás) y la valorización térmica (reducción de del volumen de los residuos por incineración y pirólisis) (Yepes *et al.*, 2008). Sin embargo, para el caso de residuos agroindustriales cítricos es más complejo su manejo, debido al pH bajo, así como su alto porcentaje de humedad, acidifica el suelo y en el caso de la vermicomposta no genera un ambiente apto para las lombrices, es por ello por lo que no es recomendable para estas actividades, por lo que es necesario dar un tratamiento antes de poder usarlo, no obstante, implicaría costos para la empresa y resultaría más difícil (Equipo Técnico de Educación Ambiental, 2018)

Por lo anterior se deben considerar otras alternativas en el caso de los residuos cítricos, como el dar un valor agregado al residuo generado en el proceso de la obtención de gajos de toronja y elaborar algunos productos de interés.

Asimismo tal como se presenta en este trabajo, se propone valorizar el residuo agroindustrial de toronja para obtener por medio de una transformación un producto que sea capaz de poder sustituir microplásticos primarios que se utilizan en la industria cosmética convencional, estas partículas son polímeros que se caracterizan por tener un diámetro menor a los 5 milímetros, están diseñados para aplicaciones específicas además son usados principalmente por su bajo costo y su versatilidad (Browne *et al.*, 2007). Aunado a lo anterior dicha industria ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos años, en México ocupa el tercer lugar en producción de cosméticos (Secretaría de Economía, 2009) y de acuerdo con la CANIPEC, la entidad que conforman la Cámara Nacional de la Industria de Productos Cosméticos y la Asociación Nacional de Productos del Cuidado Personal y del Hogar, en 2017 el valor de la industria alcanzó los 9.200 millones de dólares.

De esta forma el reutilizar este residuo no solo impactaría en su reducción y manejo, sino que también sería de gran importancia ya que, al tener potencial para ser un sustituto de estos polímeros, se podría reducir su uso en productos los contengan.

Sumado a lo anterior, se podría establecer una economía circular como un modelo de negocio en el que su objetivo es generar economía, proteger al medio ambiente y prevenir la contaminación (Prieto Sandoval *et al.*, 2017), por lo que, gracias a las características composicionales del residuo de toronja, hace posible su uso como materia prima en la creación de productos y de esta forma evitar el impacto ambiental, también implicaría que las personas tengan más conocimiento sobre alternativas rentables y llamativas con una gestión sostenible (Vidal Vinaches, 2019). Por otro lado, se generaría un ingreso económico extra y la materia prima sería de muy bajo precio ya que ocuparían materiales de los que pueden disponer localmente, evitando los costos adicionales de transporte principalmente.

II. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfocó en el aprovechamiento del residuo agroindustrial de toronja, proveniente principalmente del proceso para la obtención de gajos en el municipio de Tlatlauquitepec.

En los últimos años se ha generado la preocupación por los problemas socioambientales que generan los residuos derivados de la agroindustria, como los altos costos de disposición de los que se deben responsabilizar las empresas generadoras, la liberación de gases de efecto invernadero (CO₂), lixiviados, proliferación de vectores epidémicos, producción de olores y por ende molestias a la población colindante (Guerrero y Valenzuela, 2011), y es que, así como aumenta su producción también lo hacen los residuos sólidos y líquidos (González, 2013).

Por otra parte, al realizar un acondicionamiento al residuo de toronja, este podría ser utilizado como un sustituto de los microplásticos primarios que actualmente se usan en la industria cosmética, por ejemplo, en geles de ducha, cremas exfoliantes, pastas dentales, entre otros (Sánchez, 2018). Estos polímeros se caracterizan por tener un diámetro menor a los 5 milímetros, están diseñados a propósito para aplicaciones específicas además son usados principalmente por su bajo costo y su versatilidad. Sin embargo, debido al crecimiento exponencial que ha tenido esta industria, se han convertido en contaminantes marinos y en la actualidad, un problema de salud pública (Castañeta *et al.*, 2020).

Considerando lo anterior, convertir el residuo agroindustrial de toronja, en recursos resulta muy favorable, ya que puede ser utilizado en la fabricación de productos de interés comercial con características que le den un alto valor agregado, y que, gracias a las propiedades de la toronja es aplicable en la industria cosmética, convirtiéndose en una buena alternativa por ser natural y biodegradable (Cañon Buitrago, 2020), al mismo tiempo de contribuir a reducir el impacto negativo que tiene el residuo en el ambiente causado por una mala gestión (Proaño *et al.*, 2020). Además de beneficios económicos, por ejemplo, en la adquisición de la materia prima, ya que al no tener que buscarla en otros sitios y transportarla,

resultaría de muy bajo costo, asimismo proponer la utilización de tecnologías limpias para su transformación y la generación de empleos en el municipio (Vargas y Pérez, 2018) promoviendo una economía circular.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Marco teórico

3.1.1 Cítricos: características generales

Los cítricos pertenecen a la familia Rutaceae y al género *Citrus* al que pertenecen la naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), limón (*Citrus aurantifolia*), tangerina (*Citrus paradisi citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) (López, 2014).

Respecto a su morfología, se componen de dos partes principales, la corteza y los segmentos. La corteza está formada por un epicarpio (flavedo) y el mesocarpio (albedo), en el flavedo se encuentran principalmente los pigmentos (dan color amarillo o naranja) y los aceites esenciales (dan el aroma, son volátiles y poco densos). Las septas son las que forman el endocarpio, que contiene minerales, aminoácidos, vitamina C (Ting y Attaway, 1971; Ting y Rouseff, 1986 citado por López, 2014)., entre otros.

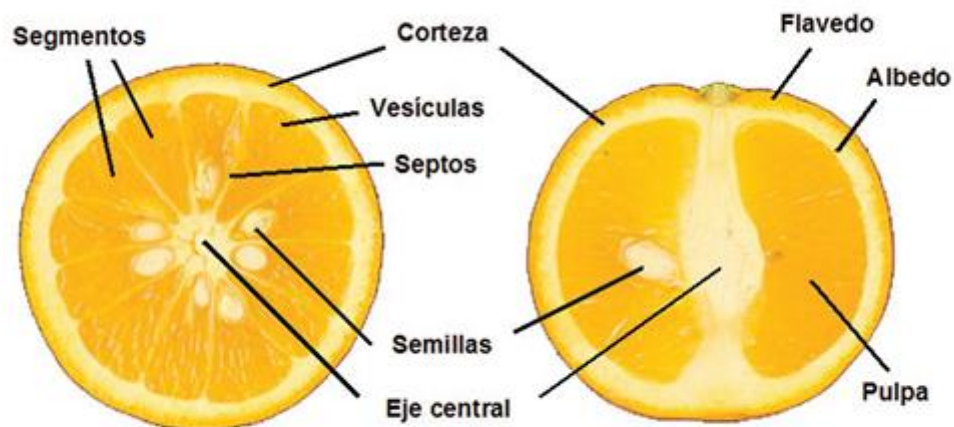


Figura 1. Estructura general de los cítricos.

Fuente: Tadeo *et al.* (2003)

3.1.2 Toronja (*Citrus paradisi*)

Dentro de los cítricos, el cultivo de toronja también conocido como pomelo, es uno de los frutos más importantes en México. El toronjo es un árbol también conocido como cidro, perteneciente a la familia de las rutáceas, llega a medir los cinco o seis metros de altura, presentan espinas cortas y flexibles y sus flores son de color blanco de cuatro pétalos, su fruto es de color amarillo en forma de globo y mide entre 10 y 15 centímetros de diámetro, tienen una pulpa jugosa, misma que está envuelta en una cascara coriácea de color amarillo claro, a excepción de algunas variedades que es de color rosado (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER], 2020).

En México se producen diferentes variedades que se pueden agrupar en toronjas blancas (Marsh y Duncan) y pigmentadas (Ruby Red, Red Blush y la doble roja (De La Rosa-Hernández *et al.*, 2016). La variedad que se produce en el estado de Puebla es la Rio Red que también se conoce como doble roja, debido a que su pulpa es de color rojo intenso y la cascara es de color rosa cuando está madura, tiene muy pocas semillas lo que hace que sea un fruto utilizado para tanto para el mercado en fresco, jugo o gajos, estos últimos son de importancia económica ya que son exportados a Estados Unidos y Japón (Martínez y Rojas, 2016).

3.1.3 Sistema de producción de cítricos: toronja

La calidad de un producto se determina por sus características, particularmente para el caso de las frutas frescas, los parámetros son la forma, color y tamaño, entre otros, además debe cumplir con que sea un producto nutritivo, sano y seguro para el consumidor. Especialmente para la toronja al recibir un acondicionamiento postcosecha en centros de empaque se debe garantizar que se someta a los procesos adecuados, lo que va a permitir que mejore su apariencia, tendrá resistencia al manejo postcosecha y alargará su vida de anaquel y que el producto se encuentre en óptimas condiciones, durante sus desplazamientos desde las zonas de producción a los centros de consumo o de industrialización.

Actualmente hay sistemas de control establecidos cuya finalidad va a permitir que se le pueda certificar con la marca “MÉXICO CALIDAD SUPREMA”. Algunas de las características son las sensoriales, ya sean características externas como que deben encontrarse enteras, limpias, aspecto fresco, libres de lesiones físicas, exentas de humedad anormal, haber sido acondicionadas; características internas como que la pulpa debe tener un color de acuerdo a la variedad, tener consistencia uniforme, firme y jugosa, tener sabor y olor característico; entre sus características físicas el tamaño debe ser homogéneo en función del peso y la variedad; entre las características químicas es que el contenido de jugo mínimo sea del 45 por ciento, los sólidos solubles totales de 9, acidez de entre 0.7 y 1.0, residuos químicos de acuerdo a los niveles permisibles establecidos en el CICOPAFEST y/o Codex Alimentarius; respecto a las características entomológicas debe estar libre de la presencia de algún daño causado por insectos y finalmente con la presentación, el empaque debe estar limpio el envase y nuevo, el contenido debe ser homogéneo por la fruta de la misma variedad y características, además de que el contenido no debe presentar variaciones mayores al 5 por ciento del que se declara, mientras que el embalaje debe asegurar la protección adecuada del producto

En el mismo documento sobre los requerimientos también consideran otros aspectos clave para tener productos de calidad, por lo que la cadena de valor de la Toronja para su comercialización en fresco, también se integre por el manejo del huerto, la cosecha, el manejo postcosecha, acondicionamiento del producto, empaque y embalaje, manejo, almacenamiento y transporte, así como su comercialización.

Además una parte importante es el acondicionamiento del producto, en el cual debe existir la limpieza (eliminación de cualquier tipo de suciedad de la superficie de la fruta), la selección (identificación de los frutos que cumplan con los requisitos externos antes mencionado), pintura (es opcional, puede o no someterse la fruta a pintarse con colores vegetales autorizados, posterior a este paso hay un proceso de secado), el encerado (por aspersion o inmersión y secado posterior, la aplicación de la cera tiene como objetivo mejorar la textura, dar brillo, dar protección

contra hongos y contra la pérdida excesiva de agua), clasificación (se separa por tamaño en función del diámetro), etiquetado del producto (la colocación de la etiqueta a cada toronja o al envase con el distintivo “MÉXICO CALIDAD SUPREMA”).

Respecto al manejo, almacenamiento y transporte, se debe llevar a cabo con especial cuidado, evitando daños al fruto, durante su almacenamiento debe ser con o sin refrigeración, siempre y cuando se pueda mantener la temperatura óptima de la toronja para evitar que existan variaciones que provoquen daños antes de llegar a su destino de comercialización, en cuanto al transporte debe haber higiene en este dado que se tengan las mejores condiciones de transporte de los frutos (México Calidad Suprema, 2016).

3.1.4 Tipos de deshidratadores

Los métodos de secado se han utilizado desde hace mucho tiempo, se considera el deshidratado de alimentos como un método antiguo de conservación, cuyo propósito es extender la duración al reducir el agua que contienen y evitar la formación de microorganismos. Aunque algunas de sus ventajas son la reducción de peso y el volumen, también se considera un proceso de alto costo por la energía que requieren algunos tipos de deshidratadores (Aguilar Morales, 2012). Algunas técnicas de deshidratación son las siguientes:

Deshidratación por osmosis: en esta técnica permite reducir el agua de un alimento, por medio de una inmersión en una solución osmótica que de manera general se compone de azúcares o sales. la humedad (hasta un 50-60 por ciento en base húmeda) (Wais, 2011)

Deshidratación por secado al sol: es la técnica más sencilla pues los alimentos se exponen directamente a la radiación solar, suficiente para reducir el agua que contienen. Hay dos tipos de exposición directa, en el que los alimentos se exponen en una caja ventilada de paredes y tapa transparentes sobre una base que va a absorber el calor, la desventaja es que no es posible controlar la temperatura

ni el aire. En el secador de exposición indirecta, una trampa de calor inclinada y aislada dirige una corriente de aire caliente únicamente por radiación hacia la parte superior de la torre, donde están expuestos los alimentos en bandejas de tela metálica, en este si es posible control mediante las rejillas la entrada y salida de aire. Entre sus ventajas principales es que es un método de muy bajo costo y ecológico ya que no utiliza ningún tipo de combustible ni energía eléctrica para funcionar (Ochoa-Reyes *et al.*, 2013).

Deshidratación por liofilización: es una técnica por sublimación de los productos y se utiliza para alimentos líquidos y sólidos (Medina Jaramillo, 2015). Es una técnica costosa y solo se aplica a ciertos alimentos como la leche, huevo, zumo de frutas o café (Ochoa-Reyes *et al.*, 2013).

Deshidratación por convección: en esta técnica la eliminación del agua de un producto va a depender de su temperatura y de la humedad que contenga, el proceso es hacer pasar alrededor del alimento una corriente de aire caliente, mismo que va a eliminar el agua que este dentro y en la superficie del alimento (Ochoa-Reyes *et al.*, 2013).

3.1.5 Industria cosmética

La fabricación de cosméticos es antigua y ha evolucionado hasta ser una industria competitiva moderna capaz de impactar positivamente en las economías nacionales y globales (Ponce, 2008).

El sector de los cosméticos ha experimentado un rápido crecimiento en los últimos años, creando la necesidad de establecer estándares y pautas para la adquisición y la producción sostenible de los productos ya que la industria ejerce presión sobre la biodiversidad y los recursos naturales tanto en la explotación de la materias primas como en la producción de los cosméticos (Zuluaga y Hernández, 2016, pp 2).

La industria cosmética mexicana ocupa el tercer lugar en producción de cosméticos, después de Estados Unidos y Brasil (Secretaría de Economía, 2009). Según los últimos datos disponibles de CANIPEC, la entidad que conforman la Cámara Nacional de la Industria de Productos Cosméticos y la Asociación Nacional de Productos del Cuidado Personal y del Hogar, en 2017 el valor de la industria alcanzó los 9.200 millones de dólares.

Sin embargo, debido al crecimiento de la industria, los impactos más importantes que ocurren en las diferentes etapas del ciclo de vida de un producto cosmético son graves e irreversibles en el medio ambiente, como el consumo de agua, energía, combustibles y productos químicos, la demanda de recursos naturales, las emisiones de gases, material particulado y la generación de residuos líquidos y sólidos (Cañon Buitrago, 2020).

Considerando la situación actual, que en los últimos años se ha incrementado de manera exponencial la contaminación producida por el uso de microplásticos. Es la cosmética una de las principales industrias que producen estas pequeñas partículas compuestas de polietileno y que contaminan principalmente los sistemas acuáticos (Correa Pérez, 2020). Se encuentran fácilmente en productos de higiene personal, como en exfoliantes, geles de baño, pastas de dientes, jabones, entre otros (Colón-Ortiz y Febles-Moreno, 2018), son considerados como microplásticos primarios, ya que son fabricados intencionalmente para aplicaciones particulares, por su versatilidad y bajo costo (Browne *et al.*, 2007).

En 2019 la FAO, informó sobre los principales impactos ambientales y en la salud que generan los microplásticos. Se ha observado que absorben y/o adsorben de manera eficiente sustancias persistentes, bioacumulables y tóxicas (PBT) presentes en el medio ambiente marino, además se han reportado casos de consumo de microplásticos por parte de animales acuáticos en una variedad de hábitats que incluyen la superficie del mar, la columna de agua, el bentos, los estuarios y los hábitats costeros. Sumado a ello estas partículas han entrado a la cadena alimentaria humana ya que se han encontrado en diversos alimentos

consumidos como cerveza, miel y sal de mesa, así como en mariscos, convirtiéndolos en la fuente mejor conocida de microplásticos a los cuales se expone el ser humano. Recientemente en la plática que impartió la Dra. Ana Guadalupe Rodríguez Hernández menciona que en promedio una persona podría estar ingiriendo aproximadamente de 1.4 a 5 gramos de plásticos a la semana lo que equivale a una tarjeta de crédito, estos fragmentos principalmente los encontramos en los diferentes alimentos que consumimos en nuestra vida diaria (Journal RD, 2021, 29m30s).

Por lo mencionado anteriormente, Vethaak y Leslie (2016) consideran estos microplásticos como vectores de transporte de contaminantes y patógenos y proponen la hipótesis de que actúan como un “caballo de troya” debido a que, aunque se ingieren involuntariamente, llevan consigo sustancias peligrosas y tóxicas al interior de los organismos vivos, como por ejemplo los monómeros de poliestireno, que se considera una sustancia sumamente tóxica y potencialmente cancerígena.

En consecuencia, en México en 2019 se firmó el Acuerdo Nacional para la Nueva Economía del Plástico, en el que uno de los compromisos de la industria, es prohibir el uso de microplásticos añadidos intencionalmente para exfoliar, pulir o limpiar.

Otra de las consecuencias ambientales de la fabricación de cosméticos son la gran cantidad de residuos tóxicos que son desechados sin algún tratamiento especial además de que en el desarrollo del producto se realizan pruebas en animales (Rivera Martínez, 2021). Aunado a lo anterior en algunos cosméticos se utilizan ingredientes que pueden provocar alergias o diferentes tipos de cáncer, entre estas sustancias están el formaldehído (conservante), aceites minerales, colorantes, a pesar de que han sido aceptadas incluso por la FDA (Food and Drug Administration) y CIR (Cosmetic Ingredient Review) e indicar que son seguros, no es posible saber el daño que puedan provocar en diferentes condiciones, en concentraciones más altas o su uso a través del tiempo.

En el caso de la industria cosmética ecológica y natural a diferencia de la cosmética convencional, según afirma Ecocert el cual es un organismo que da la certificación COSMOS (Cosmetic Organic and natural Standard) para cosméticos naturales y ecológicos, los que se catalogan como naturales, deben contener un 99 por ciento de sus ingredientes de origen natural, a excepción de algunos que, si están aprobados en muy pequeñas cantidades, por ejemplo, los conservantes.

Mientras que, para que un cosmético pueda certificarse como ecológico solamente lo puede hacer si: como mínimo el 95 por ciento de los vegetales que contienen son ecológicos o si como mínimo hay un 20 por ciento de ingredientes ecológicos en la fórmula en total. Es importante mencionar que el agua y los minerales no se consideran orgánicos.

Como se señala en *¿Qué es la cosmética orgánica y cómo la diferenciamos del resto?* (2020), es que tiene ciertas ventajas, algunas de ellas son: que no producen efectos secundarios, es respetuoso con el medio ambiente, contienen grandes cantidades de principios activos, se pueden consumir directamente a productores locales y además generan un consumo responsable.

Existen diferentes tipos de productos cosméticos con formulaciones y usos diferentes y son clasificados de la siguiente manera por Argüelles *et al.* (2012):

- Bebés: acondicionadores, lociones, aceites, cremas, entre otros.
- Área de los ojos: lápiz de cejas, delineador, sombras para ojos, removedor de maquillaje para ojos, máscara para pestañas.
- Piel rubores, polvos faciales, cremas (faciales, manos y cuerpo), talcos, etc.
- Labios: labiales, delineadores.
- Desodorantes y antitranspirantes
- Capilares: tintes, champú, acondicionador, geles, mousse, alisadores, lociones.

- Uñas: esmaltes, suavizantes de cutícula, removedores de esmalte, etc.
- Higiene bucal: dentífricos, enjuagues bucales, etc.
- Depilatorios: cremas depilatorias, aceites y geles de depilación.

Con respecto a la normatividad en la fabricación de cosméticos en México, no existe, por lo que se adaptan otras normas como las de productos farmacéuticos, sin embargo en 2015 se publicó el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-259-SSA1-2014, Productos y servicios. Buenas prácticas de fabricación en productos cosméticos, si bien aún no es obligatoria si da una referencia para toda persona que se dedica a este sector.

3.1.6 Economía circular

En la última década, el consumismo ha ido en crecimiento y si no frenamos esta situación se comprometerá la capacidad del planeta (Prieto-Sandoval *et al.*, 2017) por eso es necesario redireccionar y enfocarse en todas las opciones de conversión de residuos en recursos y energía (Graziani, 2018)

Actualmente el modelo lineal consiste en “extraer, producir, consumir y desechar”, sin embargo ya no es sostenible por lo que es necesario un cambio, y la mejor alternativa es una economía circular (Cerdá y Khalilova, 2016), este modelo consiste en principalmente preservar el valor de los materiales y productos por más tiempo, con la finalidad de generar una menor cantidad de desechos al ambiente, además de que se promueve un flujo cíclico, en el que se reducen los residuos y estos se conviertan en “materias primas secundarias” así como también beneficios económicos y ambientales (NU. CEPAL, 2021).

La economía circular ha creado empleos, nuevas oportunidades de negocios, se han desarrollado nuevos mercados, sin embargo esta transición de un modelo lineal a un modelo circular debe ir acompañado de educación y capacitación en las áreas y sectores necesarios (NU. CEPAL, 2021).

Una de esas oportunidades que nos da la economía circular es la cosmética natural o cosmética verde, y es que uno de los grandes problemas de la cosmética convencional es el daño que hacen al ambiente además como lo menciona Arguelles, *et al.* (2012) un cosmético natural no solo cuida la salud de las personas sino que también busca respetar el medio ambiente durante su fabricación, aunado a ello también se evita el exceso de empaques o bien se utilizan envases reciclables, por ello la cosmética natural promete ser amigable con el medio ambiente.

3.1.7 Análisis físicos

De acuerdo con lo que indica una ficha del Grupo Corporativo Cajamar (2014), definen los parámetros que determinan la calidad interna de hortalizas y frutas, uno de estos es el contenido total de sólidos solubles o también llamado °Brix, esta escala permite medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos, vino o líquidos procesados en la industria agroalimentaria. La concentración de sólidos solubles esta expresada en °Brix.

El pH, sirve permite cuantificar la concentración de H₃O en el zumo de algún fruto, es importante mencionar que se puede relacionar con la cantidad de ácidos presentes porque va a actuar como una barrera fisiológica a la acción microbiana (CAJAMAR,2014).

La acidez, determina la concentración total de ácidos que hay en un alimento, puede ser un fruto o una hortaliza. Los ácidos van a influir en el sabor de los alimentos.

3.1.8 Análisis químico-proximal

De acuerdo con Ortiz (2016) los análisis químico-proximal permiten determinar el valor nutritivo tiene algún producto. La humedad, es importante para conocer la proporción de los nutrientes, además de la estabilidad que pueda tener el producto y si el crecimiento de microorganismos es probable. La determinación

de las cenizas indica que cantidad de minerales y materia orgánica tiene el producto. La proteína se determina para conocer la cantidad de nitrógeno orgánico que hay en un producto alimentario. Las grasas se determinan con la finalidad de conocer el tipo de grasa que contiene un alimento o producto, pueden ser saturadas o insaturadas, esto influye directamente en el tiempo de vida que tenga una muestra, ya que entre más aceite presente en el alimento hay más probabilidad de que se enrancie. La fibra cruda, su determinación en diferentes tipos de alimentos se la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión de la muestra con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones específicas.

3.1.9 Propiedades funcionales de la fibra

La funcionalidad de un ingrediente de un alimento se podría definir como una propiedad fisicoquímica que modifica algunas características de un alimento y que va a favorecer la calidad final de un producto. Conocer estas propiedades es importante porque va a permitir elegir la fibra adecuada para las funciones específicas que se necesiten. Algunas de estas propiedades son el color, el tamaño de la partícula también se considera importante ya que depende del producto será el tamaño que se requiera, para hacerlo perceptible o no.

La capacidad de absorción de agua (CAA), está relacionada con la máxima capacidad de agua que puede retener un gramo de materia seca en presencia de un exceso de agua y que va a estar bajo la acción de una fuerza patrón (Rincón *et al.*, 2016). Valores altos indican que tendría un eso potencial como ingrediente funcional para modificar tanto su textura como la viscosidad de un producto (Aguilar Ávila, 2012), los resultados se expresan como gramos de agua retenida por gramo de muestra seca.

Con respecto a la capacidad de absorción de aceite (CAa) se refiere a la cantidad de aceite que puede ser retenida por un gramo de materia seca en la presencia de un exceso de aceite bajo la acción de una fuerza mecánica (Rincón *et al.*, 2016). Las fibras que tienen esta capacidad se relacionan con la naturaleza

hidrofílica de las moléculas (Aguilar Ávila, 2012), los resultados se expresan como gramos de aceite retenidos por gramo de muestra seca.

Por otra parte, la capacidad de hinchamiento (CH), se relaciona con la capacidad que tiene la fibra para aumentar su volumen en la presencia de exceso de agua (Umaña *et al.*,2013). Los resultados se expresan como mL/g de muestra seca.

Otra propiedad funcional importante de la fibra y que nos dará información sobre su utilización en la formulación de nuevos productos es la actividad emulsificante (AE), esta propiedad se fundamenta en determinar la cantidad de aceite emulsificado por la fibra y que no se colapse la emulsión, mientras que la estabilidad de la emulsión (EE), es la capacidad de mantener la integridad de una emulsión, por lo que es importante que la fibra además de tener una elevada capacidad emulsificante también debe ser capaz de mantener estable la emulsión para conservar el mayor tiempo posible la estructura de un producto (López Marcos, 2017).

3.2 Antecedentes

3.2.1 Importancia de los cítricos

La producción de cítricos se ha adquirido gran importancia en los últimos años a nivel mundial, superando a otros frutales como la uva de mesa, el plátano o la manzana, no solo desde el punto de vista de la generación de empleos e ingresos, sino porque también contribuye con requerimientos nutricionales en muchos países (Valencia y Duana, 2019).

A nivel mundial México ocupa el segundo lugar como productor de limón, quinto lugar en naranja, el tercero en producción de toronja (Infoagro, 2017), seguido de la mandarina que se ubica en cuarto lugar con mayor demanda (Valencia y Duana, 2019). Los cítricos en México son uno de los principales productos de exportación, así como de consumo en el país.

México en 2018, produjo 2,533,176.15 toneladas de limón que ocupa el 31.5 por ciento, 4,737,990.29 toneladas de naranja que equivale al 59 por ciento, 300 065.23 toneladas de mandarina siendo el 3.7 por ciento y 459 609.93 toneladas de toronja ocupando el 5.7 por ciento del total de cítricos (Bautista y Reyes, 2020), siendo los principales estados productores con datos obtenidos del SIAP (2020) señalan que la importancia de la citricultura se ve reflejada en 23 entidades productoras, destacando Veracruz y Tamaulipas, los cuales generan el 68.2 por ciento de la oferta nacional; le siguen otros estados como Nuevo León con 7.0 por ciento, San Luis Potosí con 6.9 por ciento, Sonora con 3.2 por ciento, Yucatán con 2.9 por ciento y Puebla con 4.6 por ciento (Bautista y Reyes, 2020).

En el estado de Puebla, la citricultura es una actividad económica y social, principalmente en la Sierra Norte, siendo los municipios de: Acateno, Tenampulco, Hueytamalco, Ayotoxco de Guerrero, Francisco Z. Mena, Venustiano Carranza, Jonotla, Tuzamapan de Galeana, Zoquiapan, Jalpan y Tlatlauquitepec los que se dedican a esta actividad (Jiménez del Valle, 2017).

3.2.2 Impactos socioambientales asociados a cadenas de producción.

En cuanto al impacto socioambiental que se genera en las diferentes cadenas de producción hay autores que han evaluado estos procesos. En 2017, Ordoñez-Díaz y Rueda-Quiñones evaluaron los impactos biológicos, abióticos y antropológicos generados por la producción artesanal de panela en Santander, Colombia, siendo una actividad que se considera importante debido a que es una fuente de empleo para las familias que habitan el municipio. Para el diagnóstico de los impactos generados desde el corte de la caña hasta su empaclado lo realizaron mediante una matriz de causa-efecto denominada Matriz de Leopold. Entre sus resultados obtenidos mediante la matriz de valoración obtuvieron un resultado negativo (-59), por lo que al ser negativo indica que el proceso que evaluaron se considera perjudicial para el ambiente.

Asimismo, Trujillo Cruz (2018), determinó el impacto socioambiental generado en la cadena productiva del maguey en el municipio de El Tambo Cauca,

Colombia, en este trabajo también aplicaron la matriz de Leopold para identificar los impactos que se generan en el proceso para la obtención de fibra natural del maguey, siendo esta una actividad socioeconómica importante ya que el Departamento del Cauca es el productor más grande que hay en Colombia. Con respecto a los resultados que obtuvo en la matriz de Leopold fue negativo (-26), por lo que la extracción y transformación de esta fibra la clasifica como una actividad negativa para el ambiente, por el mal manejo del cultivo y los sistemas de transformación.

3.2.3 Residuos agroindustriales

La agroindustria como lo menciona Saval en 2012 “es una actividad en la que se combina un proceso agrícola con el industrial para obtener alimentos o materias primas semielaboradas que se destinan al mercado” (p.15). Durante estos procesos, se generan residuos agroindustriales son definidos por Saval (2012), “como materiales en estado sólido o líquido obtenidos a partir del consumo directo de productos primarios o de su industrialización, que ya no son de utilidad para el proceso que los generó, pero que se pueden aprovechar o transformar para obtener otro producto con valor económico, comercial o social”, dichos residuos pueden ser como: tallos, hojas, cáscaras, semillas, pulpas, entre otros, si bien algunos pueden ser eliminados de manera segura por ser biodegradables, cuando se dan en grandes cantidades existe la obligación de proponer alternativas para aprovecharlo y mitigar la contaminación (Rivadeneira Rosales,2020).

Sin embargo, el alto costo de la disposición de estos, mismo del que debe responsabilizarse la empresa productora, lo convierte no solo en un problema ambiental sino también económico (Yepes *et al.*, 2008). Se consideran como fuentes potenciales de contaminación y riesgos para la salud (Guerrero y Valenzuela, 2011). Algunos de estos residuos son almacenados en vertederos, lo que genera liberación de dióxido de carbono (CO₂), contaminación de agua, olores, propagación de vectores epidémicos, entre otros impactos negativos (Barragán *et*

al., 2008), en muy pocos lugares se les da un uso productivo y se le atribuye un valor añadido (Figueredo *et al.*, 2011).

Hay diferentes técnicas de disposición de los residuos, entre las más empleadas son: industria alimentaria como aditivos (obtención de fibra dietética, el bagazo y la semilla para la elaboración de aceite), en alimentos para rumiantes (principalmente de cítricos frescos, que se usan como fuente de alta energía sustituyendo los cereales, además de ser muy económico), en biocombustibles (los residuos son una materia prima ideal para la conversión biológica a etanol y biogás), en la farmacéutica y la cosmética, se usan en la fabricación de perfumes, jabones, productos de limpieza, así como medicina tradicional por sus propiedades farmacológicas (Rojas *et al.*, 2009) el compostaje y la lombricultura (Vargas y Pérez, 2018).

El compostaje podría ser una opción valiosa para la gestión de los residuos cítricos, sin embargo, por sus características físico-químicas, como un pH bajo de entre 3 y 4, el alto contenido de humedad que va del 70-90 por ciento, un alto contenido de materia orgánica, cerca del 95% del total de sólidos (Siles *et al.*, 2016), el principal problema en la composta es que por su alta fermentabilidad, restringe su eliminación directa, ya que afecta la flora microbiana natural y beneficiosa del suelo (Behzad y Keikhosro, 2018).

Apoyando lo anterior, en el Manual de Vermicompostaje del Equipo Técnico de Educación Ambiental (ETEA) en el 2018, mencionan que no se pueden poner grandes cantidades de cítricos, ni de cebolla ya que acidifican el medio por lo que sería un repelente para las lombrices (estos residuos solo pueden ir mezclados y en cantidades pequeñas), sumado a ello entre las recomendaciones y requerimientos para el mejor cuidado de las lombrices es que tengan nutrientes adecuados, que la materia orgánica esté triturada (acelera el proceso), mantener la humedad óptima que va entre el 70 por ciento a 85 por ciento, evitar y cuidar que no se inunde o anegue para no generar condiciones anóxicas o de concentración baja de oxígeno, cubrir bien la vermicomposta para mantener la oscuridad necesaria y evitar olores,

si la temperatura, humedad o acidez no se ajustan a sus necesidades, las lombrices se moverán y disminuirán su producción o morirán.

Con respecto a la generación de residuos en las cadenas de producción, dichas actividades agroindustriales no son continuas sino más bien por temporadas esto se debe principalmente a los periodos de crecimiento y maduración de los productos agrícolas. Este porcentaje de residuos generado en el proceso ocurre principalmente en la etapa de acondicionamiento de la materia prima y puede ser muy variado, sin embargo, si se considera un porcentaje alto en comparación con el fruto o vegetal de origen. Dentro de las conservas vegetales destacan el tomate, mientras que dentro de las frutas destacan la de pera y las de cítricos (Infoagro, s.f.). En la tabla 1, se mencionan el porcentaje de residuos generados en la fabricación de algunos vegetales y frutos en conserva (Infoagro,s.f.)

Tabla 1.- Residuos generados (%) en fabricación de vegetales en conserva.

Producto	Tipo de residuos	% de residuos total
Tomate	Pieles, pepitas, podrido	15
Pimiento	Corazones, restos piel	53
Pimiento morrón	Corazones, restos piel	50-60
Espárrago	Pieles	51
Champiñón	Cortes de raíz, dextrío	21
Acelga	Pencas, hojas	48
Espinaca	Hojas secas, amarillas	13
Melocotó	Pieles, huesos	22-28
Ciruela	Pieles, huesos	10-25
Naranja, mandarina	Piel, corteza, semillas	40-45

Fuente Infoagro, s.f.

En el trabajo de Chávez-Zepeda *et al.* (2009) utilizaron subproductos como una fuente de fibra para productos cárnicos, su objetivo fue determinar la calidad bromatológica de residuos agroindustriales de plátano, jícama, tuna, mango, piña, manzana, también el albedo de toronja y hojas de maguey, los secaron al aire libre o por estufa, los molieron y tamizaron, para el caso de la toronja eliminaron la limonina. Mencionan que utilizar residuos de diferentes frutas como una fuente de fibra, además de que no contienen una alta cantidad de lípidos.

En el año 2011 Rodríguez-Miranda *et al.*, realizaron la caracterización fisicoquímica, funcional y contenido fenólico de harina de malanga (*Colocasia esculenta*) y de acuerdo con sus resultados la malanga se podría considerar como una materia prima ya que tiene un alto contenido de almidón y flavonoides, además de que su consumo contribuiría a la ingesta de antioxidantes fenólicos. Además de que se podría integrar a alimentos generados de una emulsión ya que tiene un elevado poder emulsificante y evita que se separen de fases y gracias a su alta capacidad de absorción de agua se puede emplear como espesante en la industria alimenticia.

Existen estudios en los que han utilizado residuos agroindustriales cítricos que, al ser enriquecidos con otros productos como la miel, han generado alimentos con buenas cualidades organolépticas y con procesos de deshidratación-impregnación, han logrado eliminar el sabor amargo de la piel de naranja además de que obtuvieron un alimento bien recibido por los consumidores (López Hernández, 2014).

Con respecto al estudio de Camacho-Guerrero *et al.* (2016), analizaron la composición bromatológica y propiedades funcionales de la cascara deshidratada de tuna blanca (*Opuntia ficus-indica*) y con los resultados que obtuvieron la tuna es una buena fuente de fibra cruda y proteína, y gracias a sus propiedades funcionales de la fibra es un producto que se puede usar en la industria alimenticia.

En la investigación de Rincón, *et al.* (2016), caracterizaron fisicoquímica y funcionalmente la fibra del mesocarpio de coco (*Cocos nucifera* L.), como resultado

de su análisis mencionan que debido a su contenido de compuestos lignocelulósicos le dan una excelente capacidad de absorción y retención de agua, así como una buena capacidad de retención de nutrientes e intercambio iónico.

Por otro lado en el trabajo López Marcos (2017), realizó la caracterización de fibras a partir de coproductos agrícolas para su uso como alimento intermediario, con el objetivo de reducir la absorción de colesterol, entre sus resultados menciona que los extractos de origen cítrico tienen una alta capacidad de retención de agua y de hinchamiento, características que son apropiadas para modificar la textura y viscosidad, y con respecto a las fibras con alta capacidad emulsificante y estabilidad de la emulsión como el albedo del limón, se pueden incorporar a productos que requieran la formación de emulsiones y una vida útil larga.

Por otro lado, Alvarado y Hernández (2018), realizaron una revisión sobre las alternativas sostenibles para el aprovechamiento del orujo de naranja, mencionan que por sus características como el alto contenido de humedad, la acidez, la baja descomposición y la presencia de aceites esenciales retardan el proceso de composta, sin embargo analizaron diferentes tratamientos para la transformación de los residuos de naranja, también analizaron otras técnicas como la producción de biocombustibles y la extracción de aceites esenciales. Su estudio demostró que es posible disminuir el impacto ambiental con la composta dando un pretratamiento al residuo o bien puede ser utilizado para biogás o bioetanol para obtener diferentes productos.

Torres-Gómez *et al.* en el 2019, realizaron un análisis bromatológico al residuo agroindustrial de sábila, y de acuerdo con sus resultados es un residuo con un alto porcentaje de fibra, por lo que podría ser usado como un complemento alimenticio para bovinos y especies menores.

En su investigación Vargas y Vargas *et al.* (2019) analizaron el contenido bromatológico y bioactivo de residuos agroindustriales de papaya, zanahoria, berenjena y lima, con la finalidad de darle un valor agregado, de acuerdo con sus resultados, mencionan que se puede utilizar procesos muy simples en las cascaras,

lo que permitirá la extracción de moléculas de alto valor, lo que podría generar oportunidades comerciales. Además de que al usar cáscara de frutas procedentes de la agroindustria es una buena alternativa para la gestión sustentable.

3.2.5 Aprovechamiento de residuos agroindustriales y su aplicación en la industria cosmética

Con respecto al aprovechamiento de residuos agroindustriales y su aplicación en la industria cosmética, en la Habana, Cuba, se realizó una investigación en la que elaboraron una crema exfoliante, utilizando semillas de moringa. Analizaron parámetros fisicoquímicos del polvo de la semilla, en los que obtuvieron valor medio de 8.5/0.7 de humedad, 4.39/0.06 de cenizas totales, 0.43/0.01 de cenizas solubles en agua y 1.00/0.08 cenizas insolubles en HCl al 10%, también analizaron por tamizaje fitoquímico las semillas, que presentaron propiedades antioxidantes, emolientes, hidratantes y nutritivas por lo que consideran que utilizar las semillas de moringa como una alternativa de manejo sostenible de este residuo, además estas semillas aportan diferentes beneficios al ser ricas en proteínas y ácido oleico, linoleico y tocoferoles (Gutiérrez *et al.*,2016).

Son muy escasos los trabajos en los que el enfoque sea principalmente en el aprovechamiento de residuos para la industria cosmética, sin embargo, recientemente diseñaron un producto cosmético, el cual fue la elaboración de una crema exfoliante con aceite y residuos de maracuyá. Utilizaron el método de Soxhlet para la extracción del aceite de las semillas y un método mecánico mediante el prensado; el rendimiento obtenido fue de 22.58 por ciento y 23.23 por ciento respectivamente, solo usaron el aceite y residuos obtenidos del método mecánico para la preparación de la crema exfoliante, a la que agregaron los residuos de la semilla, que fue tamizada para tener un diámetro de 300 μ m además también consideraron que las partículas fueran esféricas y sin aristas para que no causaran irritación, después de caracterizar la crema exfoliante concluyeron que era adecuada para la piel. Concluyeron que es una buena alternativa aprovechar los

residuos agroindustriales de maracuyá gracias a su composición proteica y lipídica para la fabricación de productos para el consumo humano (Proaño *et al.*, 2020).

3.2.6 Importancia de la fibra en la agroindustria

De acuerdo con Cubas Juárez *et al.*, (2016), quienes elevaron el valor nutritivo del néctar de manzana con proteína y fibra dietética, utilizaron quinua y piña, ya que esta última es un fruto con una alta acidez. Realizaron una evaluación fisicoquímica de la piña, quinua y de la manzana, así como los diferentes tratamientos, finalmente obtuvieron un néctar apto para consumo humano.

De acuerdo con León Méndez *et al.* (2016) caracterizaron la guanábana ya que es uno de los frutos con un alto contenido vitamínico, así como diferentes minerales, realizaron un análisis bromatológico en el que este fruto se caracteriza por tener un pH ácido, un alto porcentaje de humedad y bajo contenido de grasa, por lo que consideraron es un fruto apto para productos nutracéuticos.

3.3 Marco conceptual

3.3.1 Teorías que soportan la investigación.

De acuerdo con Torres y Blanco (2021) para poder describir las interconexiones entre los fenómenos físicos, biológicos, sociales y ambientales es necesario hacerlo desde una perspectiva epistemológica holista y sistémica, es decir una visión más amplia que permita adquirir conocimientos científicos.

Otra de las teorías en la que se basa es en los sistemas complejos ya que como lo define García (2006), un sistema complejo es un recorte de la realidad, como una totalidad organizada, ya que los elementos o las partes de ese sistema no son separables y no se pueden estudiar de manera aislada. Además, también menciona que se puede formular una pregunta que va a guiar la selección de los componentes del sistema, así como también sus interrelaciones. Respecto a la interdisciplina (Anexo 1) y los sistemas complejos también hace mención sobre que existen problemáticas complejas y que no pueden ser estudiadas por adición de

investigaciones disciplinarias si no que sus interrelaciones van a constituir la estructura de un sistema que funcionará como una totalidad organizada.

3.3.2 Tipo de investigación

La investigación que se presenta es de tipo mixto, es decir que se integran métodos cuantitativos y cualitativos, con la finalidad de obtener información más completa y un mejor entendimiento del objeto de estudio. Algunas pretensiones de este enfoque mixto son como la triangulación de datos, la complementación, tener una visión holística, entre otros (Hernández *et al*, 2010).

Su sustento filosófico para estos enfoques es el pragmatismo, que sugiere utilizar el método que se considere más apropiado para un estudio. Esta es una orientación filosófica y metodológica, como el positivismo, pospositivismo o el constructivismo. En esta filosofía de investigación se pueden unir tanto el enfoque cuantitativo como el cualitativo con la finalidad de enfrentar de mejor forma el planteamiento de la investigación (Johnson y Onwuegbuzie, 2004 citado por Hernández *et al*, 2010).

3.3.3 Conceptos utilizados

Emulsión: cuando se unen dos líquidos inmiscibles, es decir que no pueden formar mezclas homogéneas, ya que no es posible que se mezclen por completo uno con el otro.

Septos: es la parte de un cítrico que va a envolver a las vesículas donde se almacena el zumo y las semillas (Tadeo *et al.*, 2003)

Valor agregado: se refiere a la propiedad que tienen los productos para satisfacer necesidades humanas y dar bienestar, es decir atributos intangibles, por ejemplo, un cambio físico o en la forma de un producto (moler residuo de toronja para obtener una harina con la misma función de un microplástico) (Riveros, 2014).

Vesículas: se encuentran en la pulpa del fruto, siendo la parte donde se almacena el zumo, son sáculos con una pequeña glándula de aceites esenciales en la parte central.

3.4 Marco legal

En México existen normas mexicanas oficiales que regulan aspectos relacionados con respecto a especificaciones sobre su producción, calidad, así como su transformación y comercialización. Por ejemplo:

NMX-FF-039-1995-SCFI- Norma Oficial Mexicana. Productos alimenticios no industrializados para uso humano-Fruta Fresca- Toronja- (*Citrus paradisi*)-Especificaciones.

CODEX STAN 219-1999 Norma del Codex para el *Citrus paradisi*

NMX-F-317-S-1978. Norma Oficial Mexicana. Determinación de pH en alimentos.

NMX-F-102-S-1978. Norma Oficial Mexicana. Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Norma Mexicana. Dirección General de Normas.

NMX-F-103-1982. Norma Oficial Mexicana. Alimentos. frutas y derivados. Determinación de grados brix.

PROY-NMX-F-613-NORMEX-2017. Norma Oficial Mexicana. Alimentos-determinación de fibra cruda en alimentos-método de prueba.

NOM-259-SSA1-2022. Norma Oficial Mexicana Productos y servicios. Buenas prácticas de fabricación en productos cosméticos.

Objetivos de desarrollo sustentable. Para lograr el desarrollo sostenible es importante que exista una armonización entre la sociedad, la economía y el medio

ambiente. Esta tesis impacta en el objetivo 12, que habla sobre la producción y consumo responsable (ONU, 2015).

NOM-127-SSA1-1994, Norma Oficial Mexicana Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización

NOM-141-SSA1/SCFI-2012. Norma Oficial Mexicana. Etiquetado para productos cosméticos preenvasados. Etiquetado sanitario y comercial.

Normativa brasileña. Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria 2005. Parámetros de calidad en cosméticos.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) 2003, tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, el aprovechamiento, la valorización y la gestión integral de los residuos.

NOM-161-SEMARNAT-2011. Norma Oficial Mexicana. Establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

Acuerdo Nacional para la Nueva Economía del Plástico en México firmado el 5 de diciembre de 2019, presenta una oportunidad para asumir el rol que a cada quien le corresponde: empresas en la cadena de valor del plástico, gobierno y sociedad, ofreciendo soluciones a la contaminación por residuos plásticos.

IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El crecimiento de la industria cítrica a nivel mundial ha favorecido la economía, sin embargo, de igual forma también lo hacen los residuos provenientes de su industrialización. En México, en el estado de Puebla, la citricultura es una actividad económica y social, principalmente en la Sierra Norte, ocupando el quinto lugar a nivel nacional de cosecha de cítricos, con una producción de 281,056.81 toneladas en una superficie de 29 mil hectáreas (SIAP, 2020) siendo la Sierra Norte la principal zona de productividad misma a la que pertenece el municipio de Tlatlauquitepec en donde se está generando residuo durante el proceso de la extracción de gajos de toronja; principalmente cáscaras (albedo y flavedo), membranas (eje central y septas) y semillas (limonoides) que constituyen aproximadamente el 50 por ciento del peso total de la fruta (Londoño *et al.*, 2012), por lo que la acumulación de éstos al no tener un correcto manejo y disposición, generan problemas socioambientales. Respecto a las industrias y el escaso manejo que les dan a los residuos, se debe principalmente, a que se asume que darles un tratamiento ocasiona costos muy elevados, y, por consiguiente, se vuelve incierto el destino de los residuos que generalmente son considerados como basura (Yepes *et al.*, 2008). Por lo tanto, una alternativa es aprovechar el residuo dando un valor agregado, transformarlo y aplicarlo en productos de cosmética siendo una industria que en los últimos años va en crecimiento, y que se pueda utilizar como un sustituto de los microplásticos que actualmente se usan y que también están provocando problemas tanto ambientales como en la salud humana.

4.1 Pregunta de investigación

¿Cuál es la importancia socioambiental de aprovechar los residuos agroindustriales cítricos?

V. HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis general

La importancia socioambiental de aprovechar el residuo agroindustrial de toronja es disminuir la contaminación que se genera por tener una disposición inadecuada, desarrollar productos de interés para las personas con un alto valor agregado y generar una oportunidad de economía circular en el municipio de Tlatlauquitepec.

VI. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

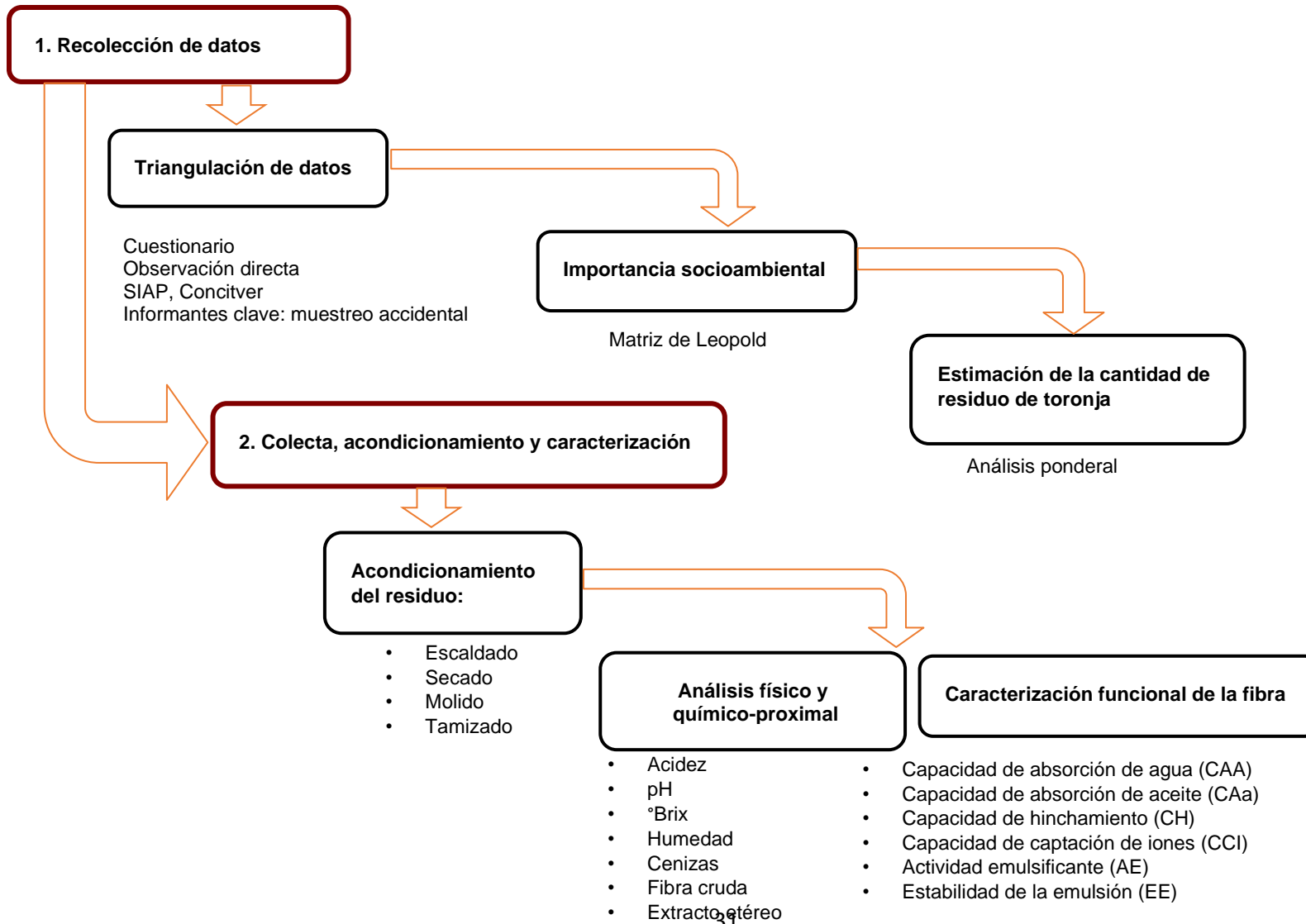
Analizar el impacto socioambiental, así como también sus propiedades físicas, químicas y funcionales del residuo agroindustrial de toronja para aprovecharlo y obtener un sustituto de los microplásticos usados en la industria cosmética.

6.2 Objetivos específicos

- Evaluar el sistema de producción de gajos y los residuos que se generan para conocer el impacto socioambiental que tiene en el municipio de Tlatlauquitepec.
- Caracterizar el residuo agroindustrial de toronja para conocer su potencial como sustituto de los microplásticos utilizados en la industria cosmética.
- Investigar los elementos y el proceso para la obtención de un producto con alto valor agregado que aproveche los residuos de toronja
- Identificar la influencia del tamaño de partícula y cantidad de residuo de toronja en las propiedades físicas de un producto cosmético con alto valor agregado.

7.2 Metodología

La investigación se llevó a cabo en 4 fases:



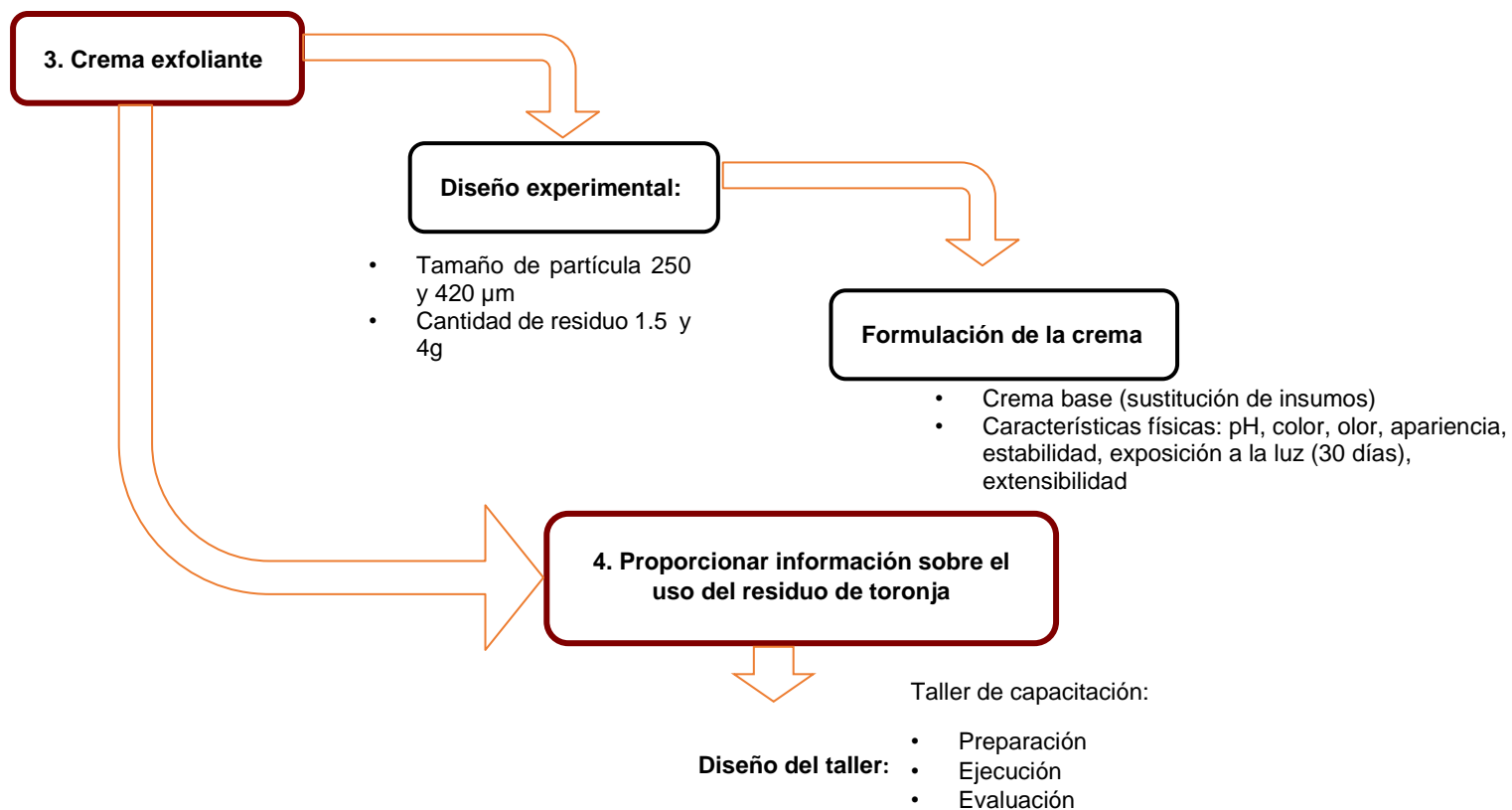


Figura 3. Diagrama general de la metodología.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

7.2.1 Recolección de datos

En esta fase se realizó una recolección de datos por medio de la triangulación de estos, es decir se utilizaron diferentes fuentes y métodos de recolección (Sampieri, 2020) como: la revisión de bases de datos, observación directa (visita al municipio), cuestionario (Anexo 2) que fue respondido con información del SIAP, Concitver y por informantes clave. La elección de los informantes clave fue accidental, ya que se encontraron de manera espontánea contextos e informantes de importancia para la investigación.

7.2.2 Importancia socioambiental

Se utilizó una matriz de causa y efecto para el diagnóstico de los impactos bióticos, abióticos y antropológicos derivados de la producción de gajos en el municipio de Tlatlauquitepec se utilizó una matriz de causa-efecto “matriz de Leopold” (Peralta y Barrios, 2012).

En las filas se colocaron las actividades del proceso de producción que provoquen un impacto ambiental y en las columnas los impactos ambientales que se asocian a dichas actividades. Se realizó una intersección entre las actividades y el impacto, se califica la magnitud y la importancia (Anexo 3), el valor de cada celda puede tener un rango de -100 a +100. Se realizó una sumatoria algebraica de cada columna y cada fila, se registró el resultado final, si el signo del valor total es positivo, se puede asumir que el proceso va a generar un beneficio ambiental, en cambio si el signo del valor es negativo, indicó que el proceso de producción es negativo para el ambiente.

7.2.3 Análisis ponderal

Se calculó por medio del análisis ponderal del fruto, se pesaron 5 toronjas y para obtener los datos se necesitará calcular:

Peso inicial (PI): es el peso del alimento previo a la aplicación de una transformación como el pelado y cortado de la toronja.

Peso final (PF): corresponde al peso de la toronja una vez realizada la transformación necesaria para su comercialización.

Parte no comestible o pérdida de peso (PNC): se obtuvo de la diferencia entre el peso inicial y el peso final (Trujillo Navarro, *et al.*, 2008).

$$PNC = PI - PF \quad \text{Ec.1}$$

Parte comestible (PC): es el peso neto obtenido después de una transformación (Cáceres Rodríguez y Lataste Quintana, 2021)

$$PC = PI - PNC \quad \text{Ec.2}$$

Porcentaje de pérdida (%P): es el porcentaje del alimento que se perdió después de la aplicación de las operaciones de limpieza o corte.

$$\%P = (PNC * 100) / PI \quad \text{Ec.3}$$

Porcentaje de rendimiento (Riquelme Barros, 2019):

$$\%Rendimiento = \left(\frac{PF}{PI} \right) * 100 \quad \text{Ec.4}$$

7.3 Colecta, acondicionamiento y caracterización

7.3.1 Colecta

La colecta de las muestras fue por muestreo no probabilístico por conveniencia (Sampieri, 2020), es decir que el residuo se seleccionó de manera arbitraria y se trasladado al laboratorio de procesamiento de alimentos en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

7.3.2 Acondicionamiento de la muestra

Para el acondicionamiento de la muestra se realizó:

Escaldado: la muestra se sumergió en agua caliente (70-100°C) por dos o tres minutos, el siguiente paso fue realizar un enfriamiento rápido, para evitar la proliferación de microorganismos que sean resistentes a las altas temperaturas (Par Gramajo, 2012).

Secado: se realizó al ambiente, aprovechando el calor solar, se utilizan bandejas para el secado, son de fácil manejo y económicas. Se coloca el residuo fresco en cada bandeja, se deben guardar por las noches y cubrirlas (Ohaco y De Michelis, 2015).

Molienda: para reducir el residuo se hizo en un molino eléctrico hasta obtener el tamaño de partícula (Loubes 2015).

Tamizado: Para determinar la granulometría de la muestra se emplearon 100 gramos y fueron cernidos por 5 minutos en una serie de tamices Tyler con números de mallas 20, 40, 60, 80, 100 y 200, con los tamaños de partícula de 841, 420, 250, 177, 149, 74 μm respectivamente y el resultado se expresó como porcentaje de peso retenido en cada malla (Gaytán-Martínez *et al.* 2012). La muestra retenida en cada uno de los tamices se pesó y almacenó.

7.3.3 Caracterización del residuo

Para el análisis del residuo de toronja se realizaron las siguientes pruebas físico y químico-proximal y las propiedades funcionales de la fibra.

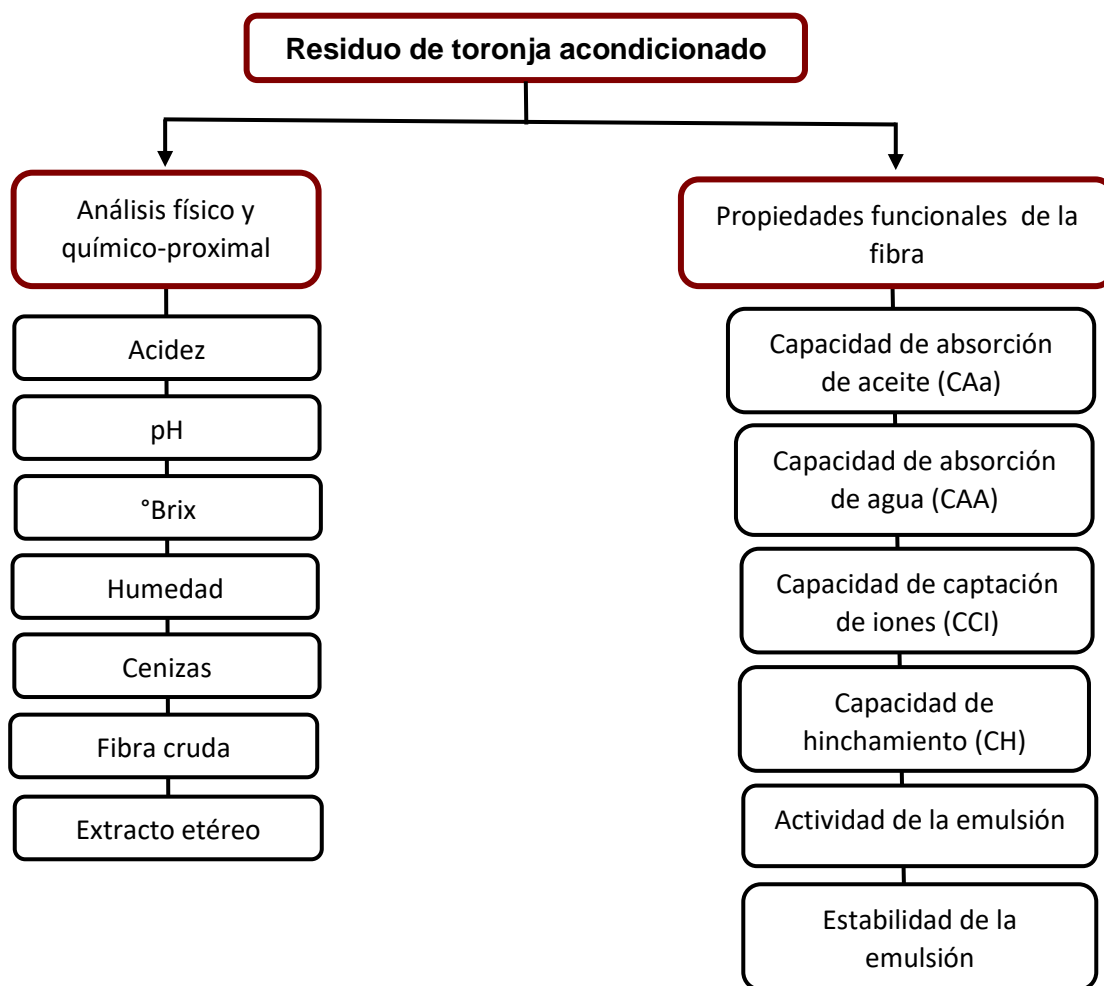


Figura 4. Diagrama de la metodología para el análisis de los residuos.

Fuente: Elaboración propia, 2021

7.3.4 Análisis físico y químico-proximal

7.3.4.1. pH.

Se determinó según la NMX-F-317-S-197, en la que se establece que se deben añadir de 10 a 20 mL de agua destilada hervida por cada 100 g de producto, con objeto de formar una muestra uniforme. Se ajustó la temperatura a $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ y se sumergieron los electrodos en la muestra homogeneizada a manera que quedaran cubiertos por completo y se realizó la medición del pH.

7.3.4.2. Acidez titulable

La determinación de la acidez titulable (expresada como porcentaje de ácido cítrico), se hizo en base al método de 939.05. La determinación se hizo por titulación con una solución de hidróxido de sodio 0.1N, se pasaron 10 mL de la mezcla a un matraz Erlenmeyer y se adicionaron 4 gotas de fenolftaleína. Finalmente se tituló la muestra hasta que se mantuvo el vire. El ácido orgánico que destaca en las frutas cítricas es el ácido cítrico (Técnico agrícola, 2011). La acidez titulable se calculó con la siguiente fórmula:

$$\%acidez = \frac{V_{NaOH} * N_{NaOH} * mEq_{ácido\ cítrico} * 100}{M} \text{ Ec.5}$$

Donde:

V_{NaOH} = volumen gastado de NaOH

N_{NaOH} = normalidad del NaOH

mEq = miliequivalentes de ácido dominante, ácido cítrico 0.0064

M = Tamaño de la muestra en mL o g

7.3.4.3. °Brix

Se determinó por medio de la NMX-F-436-SCFI-2011. Se realizó una solución de la muestra con agua destilada, se enjuagó el prisma con agua para posteriormente se tomar una gota de la solución, se colocó en el prisma, se bajó la cubierta del prisma y se observó la escala del refractómetro. Se tomó la lectura indicada en °Brix de la muestra.

7.3.4.4. Humedad

Se determinó por medio de la NMX-F-083-1986. Se pesaron las capsulas vacías de porcelana en una balanza, hasta tener un peso constante, se colocaron 3 gramos de muestra y se pesaron de nuevo, posteriormente se colocaron en una estufa a 110°C por 24 horas, al término del tiempo se tapó el recipiente y se colocó en un desecador por un tiempo de 5 minutos hasta que tuvo una temperatura ambiente y finalmente se registró el peso final de la capsula más la muestra seca. El porcentaje de humedad se determinó por la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \left(\frac{P-P1}{P2} \right) * 100 \text{ Ec.6}$$

Donde:

P= Peso de la capsula más la muestra húmeda en gramos

P1= Peso de la capsula con la muestra seca

P2= Peso de la muestra en gramos

7.3.4.5 Cenizas

Para la determinación de cenizas se realizará en base a la NMX-F-066-S-1978. Se colocó en un crisol a peso constante 2 gramos de muestra, se colocó el crisol con la muestra en una parrilla y se quemó lentamente hasta que ya no se desprendiera humo. Posterior a la calcinación se llevó el crisol a una mufla a 550°C por 2 horas para efectuar la calcinación completa. Se dejó enfriar en la mufla y después se pasó a un desecador para registrar el peso final del crisol con cenizas. Para calcular el porcentaje de cenizas se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(P-p)*100}{M} \text{ Ec.7}$$

Donde:

P= Masa del crisol con las cenizas en gramos

p= Masa del crisol vacío en gramos

M=Masa de la muestra en gramos

7.3.4.6. Extracto etéreo

Para su determinación se realizó en base al método 991.36 de la AOAC (2006). Se colocaron 2 gramos de muestra en cartuchos de extracción, que se colocaron dentro del extractor de Soxhlet. Se les adicionó 130 mL de éter de petróleo como disolvente para la extracción en cada matraz, se mantuvo en ebullición por 3 horas. El contenido de grasa se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de extracto etéreo} = \frac{(P-p)}{M} * 100 \text{ Ec.8}$$

Donde:

P= Masa del matraz con grasa en gramos

p = Masa del matraz en gramos
 M =Masa de la muestra en gramos

7.3.4.7. Fibra cruda

La determinación de la fibra cruda se realizó en base a la norma NOM-F-90-S-1978. Se pesaron 3 gramos de muestra en base seca, se colocaron en un vaso de precipitado de 250 mL, se le adicionaron 200 mL de H₂SO₄ al 1.25%, se colocó en una parrilla hasta alcanzar el punto de ebullición y se mantuvo así por 30 minutos. Después se retiró de la parrilla, se filtró y se enjuagó con 200 mL de NaOH al 1.25%, se colocó nuevamente en la parrilla hasta que alcanzó el punto de ebullición y se dejó por 30 minutos. Se enjuagó la muestra con agua destilada caliente y posteriormente se enjuagó con 50 mL de etanol al 70%. La muestra se colocó en un crisol (que previamente se puso a peso constante), se colocó en una estufa a 130°C por un día. Finalmente se incineró en una mufla a 550°C por dos horas. Una vez que el crisol estaba a temperatura ambiente se pesó nuevamente. El porcentaje de fibra cruda se calculó con la siguiente formula:

$$\% \text{ de fibra cruda} = \frac{(P_s - P_p) - (P_c - P_{cp})}{M} * 100 \text{ Ec.9}$$

Donde:

P_s = Masa del residuo seco a 130°C en gramos

P_p = Masa del papel filtro en gramos

P_c = Masa de las cenizas

P_{cp} = Masa de las cenizas del papel

M =Masa de la muestra en gramos

7.3.5 Caracterización funcional de la fibra

7.3.5.1 Capacidad de absorción de agua (CAA).

Se realizó mediante el método propuesto por Zambrano *et al.*, (2001), se colocaron 0.5 g (p_1) de la muestra en un tubo falcon, se agregaron 5 mL de agua destilada y se agitó por 30 minutos, se centrifugará a 3000 rpm por 10 minutos, se retiró el sobrenadante y se pesó el sedimento (p_2). Se calculó con la siguiente fórmula:

$$CAA = \frac{p_2 - p_1 \text{ (g de agua)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \text{ Ec.10}$$

Donde:

p_1 = Peso de la muestra en gramos

p_2 = Peso del sedimento en gramos

Peso de la muestra en gramos

7.3.5.2 Capacidad de absorción de aceite (CAa).

Fue determinada por el protocolo de Zambrano *et al.*, (2001), se colocaron 0.5 g de la muestra (p_1) en un tubo falcon, se agregaron 5 mL de aceite de cacahuete y se agitó por 30 minutos, se centrifugó a 3000 rpm por 10 minutos, se retiró el sobrenadante y se pesó el sedimento(p_2). Se calculó el aceite absorbido con la siguiente fórmula:

$$CAa = \frac{p_2 - p_1 \text{ (g de aceite)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \text{ Ec.11}$$

Donde:

p_1 = Peso de la muestra en gramos

p_2 = Peso del sedimento en gramos

Peso de la muestra en gramos

7.3.5.3 Capacidad de hinchamiento (CH).

Se colocaron 0.5 g de muestra en un tubo graduado, se midió el volumen (V_0) que es el volumen ocupado por la muestra, se agregaron 5 mL de agua, se dejaron por 24 horas y se midió el volumen final (V_f) de la muestra y se calculó con la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{V_f - V_0 \text{ (mL de agua)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \text{ Ec.12}$$

Donde:

V_0 = Peso de la muestra en gramos

V_f = Peso del sedimento en gramos

Peso de la muestra en gramos

7.3.5.4 Capacidad de captación de iones (CCI).

Se determinó por el protocolo de Zambrano *et al.*, (2001). Se pesaron 2 gramos de muestra y se le agregaron 20 mL de HCl 2N, se dejó por 24 horas, posteriormente se retiró el exceso de ácido por medio de un lavado de la muestra con una solución saturada

de NaCl. Se colocó en un matraz Erlenmeyer la muestra se le adicionaron 20 mL de agua destilada y 3 gotas de fenolftaleína. Se determinaron los iones captados por medio de titulación con NaOH 1N. Se calculó la capacidad de captación de iones con la siguiente fórmula:

$$CCI = \left[\frac{\text{(Peso de la muestra (g))}}{\text{(no.equivalentes HCl) (Volumen gastado (L))}} \right] / 1000 \text{ Ec.13}$$

7.3.5.5 Actividad de la emulsión (AE)

Se obtuvo por el método de Chau y Huang (2003). Se pesó 1 gramo de muestra y se pasó a un tubo graduado, se le adicionaron 50 mL de agua destilada, se homogeneizó por 2 minutos en un vortex, posteriormente se le añadieron 50 mL de aceite de soya y se homogeneizó por 1 minuto en un vortex, se centrifugó por 5 minutos a 1500 rpm. La actividad de emulsión se calculó por la expresión

$$\text{Actividad emulsificante(\%)} = \frac{\text{volumen de la capa emulsificada (ml)}}{\text{volumen del contenido total del tubo (ml)}} \times 100 \text{ Ec.14}$$

7.3.5.6 Estabilidad de la emulsión (EE)

Se repitió el procedimiento usado para medir la actividad de la emulsión, con la excepción de que antes de la centrifugación se calentó la emulsión a 80°C por 30min y luego se enfrió con hielo durante 15min. Finalmente se centrifugó por 10 minutos a 2000 rpm (Chau y Huang, 2003). Los resultados se expresan como:

$$\text{Capacidad emulsificante(\%)} = \frac{\text{volumen de la capa emulsificada (ml)}}{\text{volumen del contenido total del tubo (ml)}} \times 100 \text{ Ec.15}$$

7.4 Diseño experimental

Una vez teniendo el tamaño de partícula, se incorporará el residuo sólido con los dos tamaños de partícula (250 y 420 μm) y las dos cantidades de residuo (1.5 y 4 g). Se

usará un análisis de varianza al azar, con arreglo factorial 2², es decir con dos factores (Tabla 2).

Para el análisis de los datos se realizó una ANOVA de dos factores con dos niveles cada uno y con un nivel de significancia de 0.5 y un $\alpha=0.05$ con la ayuda del Software Minitab, para conocer que grupos son diferentes se realizará una prueba de Tukey (Hernández Sampieri *et al.*,2010) (Tabla 2).

Tabla 2. Diseño experimental

Tratamientos	Cantidad de residuo (g)	Tamaño de partícula (μm)
T1	1.5	250
T2	4	250
T3	1.5	420
T4	4	420

Nota. Tratamiento con 1.5 g de residuo y un tamaño de partícula de 250 μm (T1), tratamiento con 4 g de residuo y un tamaño de partícula de 250 μm (T2), tratamiento con 1.5 g de residuo y un tamaño de partícula de 420 μm (T3), tratamiento con 4 g de residuo y un tamaño de partícula de 420 μm (T4).

Fuente: Elaboración propia, 2021

7.5 Diseño de la crema exfoliante corporal

Para el diseño de la crema exfoliante se realizó una crema base con los reactivos de la tabla 3, la formulación se basó en los trabajos de Proaño *et al.* (2020) y Zumalacárregui y Ferrer (2021) (Anexo 4), sin embargo, se sustituyeron algunos reactivos con otros que no se consideraron tóxicos en cosmética natural. Si bien la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) tiene clasificado el propilenglicol como un aditivo que puede ser seguro en diferentes productos, generalmente se usa para absorber el exceso de agua y mantener la humedad en alimentos, medicamentos y cosméticos siendo en estos últimos en lo que puede causar irritación en la piel, y aunque

no se considere peligroso para el medio ambiente, si existe la posibilidad de que vertidos en grandes cantidades tengan un efecto perjudicial como se menciona en la hoja de datos de seguridad del propilenglicol conforme a la NOM-018-STPS-2015.

De la misma forma ocurre con los parabenos (Metilparabeno y Propilenglicol), la FDA los designa como sustancias generalmente reconocidas como seguras, además de que no encontraron efectos en el sistema endócrino y sus resultados se basan en función de la literatura científica son (Chemical Safety Facts, s.f.), también se consideran los productos de cuidado personal (PPCPs) como contaminantes emergentes y gracias a que producen contaminación y bioacumulación afectan a la cadena trófica y al ecosistema (Muñoz Peña, 2015), por lo que se utilizará una mezcla de alcohol de bencílico y ácido dehidroacético, que es un conservante aprobado y reconocido por ECOCERT. Con respecto al lauril éter sulfato de sodio, es considerado biodegradable, sin embargo, suele causar irritación en la piel y ojos, por lo que se sustituyó con Cocol Isetionato de Sodio, que también es un tensioactivo aniónico, pero que se considera suave para la piel esto de acuerdo con información del Instituto de Dermocosmética (2022).

- Alcohol cetílico: tiene propiedades emolientes por lo que impide que la piel se reseque, dejando que la piel quede suave y flexible, tiene la función de ser un co-emulsionante y estabilizador de emulsiones por lo que sirve como base para cremas. La FDA considera que puede usarse de forma segura de manera directa e indirecta (Instituto de Dermocosmética).
- Ácido esteárico: con propiedades emolientes y se absorbe por la piel, funciona también como estabilizante en cremas y pomadas. Se considera que no es tóxico y es biocompatible (He *et al.*, 2013).
- Cocol isetionato de sodio (SCI): tensioactivo aniónico que se deriva del aceite de coco, es soluble en agua, deja una sensación suave en la piel, con propiedades espumantes y disminuye la tensión superficial del agua, se considera que no genera daños a la salud (Chang *et al.*, 2019).

- Aceite de coco: contiene diferentes compuestos fenólicos con efectos benéficos para la salud que actúan como antioxidantes, tiene propiedades emolientes por lo que da hidratación y reparación a la piel (Rossi, 2019).
- Alcohol cetearílico y sulfato de sodio cetearil: conservante de amplio espectro que impide el crecimiento de gérmenes. No genera irritaciones cutáneas (Instituto de Dermocosmética).
- Alcohol de bencílico y ácido dehidroacético: emulsionante aniónico, utilizado como agente de consistencia en cremas, ungüentos ya que es compatible con la piel, actúa como estabilizante y es compatible con tensioactivos aniónicos (Acofarma, s.f.).
- Glicerina: también es conocida como glicerol, se utiliza principalmente en cosméticos por considerarse como un elemento hidratante para la piel, ya que tiene una alta capacidad de absorber y retener el agua, además de aportar viscosidad (ArQuimi, 2020).
- Esencias sintéticas: mezcla de químicos sintéticos para dar aroma a los productos, si bien pueden considerarse tóxicos para la salud humana se deben utilizar en 0,01%, la crema exfoliante al ser un producto que no permanecerá en la piel, no generaría efectos negativos para la salud, pero si debe considerarse en la etiqueta (Miñones, 2022).

7.5.1 Determinación de propiedades físico-químicas de la crema exfoliante:

7.5.1.1 pH

Se determinó con un potenciómetro previamente calibrado, las medidas de tomaron a 20 g de crema exfoliante de cada uno de los tratamientos, la temperatura se mantuvo en 25°C (Anvisa, 2005; Proaño *et al.*,2020).

7.5.1.2 Color

El color se determinó con un colorímetro marca ColorFlex, se calibró antes de usarlo, posteriormente se colocaron las muestras en cajas Petri para la medición del color, se obtuvieron los parámetros de color L^* , a^* y b^* . Se utilizó la siguiente ecuación para calcular la diferencia de color (Fernández, 2013):

$$C_{ab}^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \text{ Ec.16}$$

7.5.1.3 Olor

Se realizó de manera directa percibiendo el olor de la crema (Cobos, 2015).

7.5.1.3 Apariencia

La apariencia se determinó por observación directa de la crema a contraluz, si había presencia de partículas, homogénea (Cobos, 2015).

7.5.1.4 Estabilidad

La estabilidad se determinó midiendo la capacidad de la capacidad de emulsión, se sometieron 10 g de cada tratamiento a una temperatura de 45°C por 45 minutos y se coloca en una centrífuga por 30 minutos a 1008 rpm, posteriormente se sacaron las muestras de la centrifuga y se observó si había cambios como separación de fases o formación de precipitados (Anvisa,2005; Proaño *et al.*,2020).

7.5.1.5 Extensibilidad

La extensibilidad se determinó colocando sobre una hoja de papel milimétrico un portaobjetos, en la parte central se colocaron 0.25 g de crema exfoliante de cada uno de los tratamientos y se tapó con un cubreobjetos, se colocó un peso de 5 g y se esperó durante 1 minuto, se midió el radio alcanzado, se realizó por triplicado y se sacó un promedio.

$$\text{Área de extensibilidad (cm}^2\text{)} = \omega(\text{radio promedio})^2 \text{ Ec.17}$$

7.5.1.6 Exposición a la luz

Se expusieron uno de los tratamientos a una fuente de luz, en este caso solar, durante 30 días, se revisaron en los días 4, 8, 12, 20 y 30, se registró si hubo cambios significativos en el color y olor de la crema (Universidad Veracruzana, s.f.).

7.6 Proporcionar información sobre el uso del residuo de toronja: taller de capacitación

Para enseñarle a las personas la elaboración de cosméticos con residuo de toronja se realizó por una sesión de capacitación (taller). En el taller se propició un ambiente agradable y de confianza, se evitaron las distracciones, se trató de vincular sus conocimientos con la información nueva y no se sobrecargó a los participantes de información. Aunado a lo anterior, el taller se fundamentó en las siguientes etapas (Quezada *et al.*,2001):

Preparación:

Diseño: se elaboró el concepto del taller, objetivos, el contenido, la metodología y el grupo meta.

Planificación: se consideró el tema así como la audiencia, es decir cuánto sabían las personas del tema, si ya se conocían o habían trabajado juntos, se consideró el tamaño del taller (un grupo de entre 8 y 12 personas, con la finalidad de que todos los que participaron se involucraran, además se dividió en pequeños grupos de 2 a 4 participantes), el tiempo disponible (se reservó un tiempo para cada actividad, si bien no fue exacto, se hizo una aproximación), fecha, actividades (se dividió el tiempo en las actividades con la finalidad de que los participantes no se aburrieran), materiales y recursos necesarios (Caja de herramientas comunitarias, s.f.).

Elaboración: se reconoció el espacio para la realización del taller, se consiguió todo el material necesario y se coordinó para llevarlo al lugar.

Ejecución: una vez que se planificó y preparó, primero se dió una introducción para que los participantes se relacionaran con el tema, se marcó la pauta para que las personas se sintieran cómodas (Caja de herramientas comunitarias, s.f.).

Fase inicial: esta etapa consistió en dar una bienvenida, se presentaron los objetivos a los participantes, además se les mostró la agenda de las actividades y tomó en cuenta sus expectativas (Quezada *et al.*, 2001).

Fase central: en esta fase se presentó el contenido del taller, se realizó una dinámica y se trabajó en grupos ya que permitió un intercambio estimulante entre los participantes (Quezada *et al.*, 2001).

Fase final: en esta fase se dieron las conclusiones del taller y se realizó una evaluación ya que esto permitió la retroalimentación de todos los participantes.

Evaluación:

Al final del taller, se realizó una evaluación final en la que se entregaron formatos de evaluación a los participantes que fueron contestados y se recolectaron los formularios.

Como seguimiento del taller, se comprometió a enviar información a los participantes, se revisó cada una de las evaluaciones y los comentarios, se identificó que se debe cambiar la próxima vez que se dirija un taller (Caja de herramientas comunitarias, s.f.).

VIII. RESULTADOS

8.1 Recolección de datos

8.1.1 Importancia socioambiental

Con respecto al sistema de producción de gajos en el municipio de Tlatlauquitepec, se identificaron siete etapas de acuerdo con información obtenida de la Guía de buenas prácticas para la elaboración de conservas vegetales (Franco, 2010):

Recepción y pesado de la fruta: Las frutas se transportan en contenedores, jaulas o directamente a granel, según el tipo y destino, son transportadas en camiones a la fábrica. La carga se pesa para conocer la cantidad de fruta que espera para ser procesada (Franco, 2010).



Figura 5. Recepción de toronja

Fuente: FAO

Los impactos generados en esta etapa: se requiere de personal que realice las actividades, siendo una actividad positiva ya que genera empleo y como impacto negativo es que al utilizar montacargas para la recepción y pesado de la fruta podrían exponerse a algún accidente los empleados

Clasificación: Esta actividad está relacionada con el tamaño de los frutos que deben adaptarse a los aspectos comerciales del país de destino (Franco, 2010).

Los impactos generados en esta etapa: se requiere de mano de obra como una actividad positiva ya que genera empleo y el uso de máquinas siendo esta una actividad negativa ya que para funcionar necesitan de energía eléctrica y por ende una alteración de la composición atmosférica.



Figura 6. Clasificación de toronja

Fuente: Galván, 2015

Lavado y limpieza: El lavado es de fundamental importancia en la elaboración de conservas vegetales se debe pasar de 3-5 minutos en una solución de agua a un pH 6,5-7,5 con una concentración de cloro de 100-150 ppm, de esta forma se asegura que se eliminan los diferentes microorganismos patógenos y restos de material orgánico y químico que pueda tener la fruta (Camelo, 2003).

Los impactos generados en esta etapa: esta etapa se utilizan máquinas y agua, para realizar estas actividades, se genera dos impactos negativos ya que hay uso de energía eléctrica alterando la atmosfera y alteración de la calidad del agua y disponibilidad.



Figura 7. Lavado y limpieza de la toronja

Fuente: El Agora diario del agua, 2022

Acondicionamiento: El pelado mecánico consiste en eliminar la piel de una materia prima con cuchillos. Se debe tener cuidado al efectuar esta operación por su incidencia en el rendimiento, es decir, la cantidad de pulpa que se remueve al sacar la piel (FAO, 1998). Para evitar la transformación enzimática y reducir la carga microbiana inicial mediante la inactivación de microorganismos sensibles al calor se pasan por un procedimiento térmico suave con agua caliente o vapor (FAO, 2004). Este proceso se denomina escaldado y con él se inactivan las enzimas para evitar el oscurecimiento enzimático que se debe a la oxidación de compuestos fenólicos por la enzima polifenoloxidasas y es una de las causas más importantes de la pérdida de calidad, ya que afecta su aspecto, produce malos olores y por ende disminuye su valor nutricional (Aguilar *et al.*, 2007).

Impactos generados: se necesita de personal que realice el descortezado y seccionado (gajos) siendo un impacto positivo ya que genera empleo y a la vez negativo ya que se (flavedo, albedo, corteza, septos y semillas, jugo), en caso de tener una mala disposición habrá proliferación de vectores epidémicos y alteración de la composición atmosférica siendo impactos negativos. Se utilizan máquinas para el escaldado teniendo un doble impacto negativo, por una parte se afecta la atmósfera ya que se generan grandes cantidades de gases de efecto invernadero con el excesivo consumo de energía, así como el agua que se utiliza en el proceso, ya que se generan residuos sólidos y líquidos, y se modifica la calidad y disponibilidad de agua.



Figura 8. Acondicionamiento de la toronja (descortezado o pelado mecánico)

Fuente: Galván, 2015

Envasado y llenado: La fruta ya acondicionada se acondiciona en envases, que pueden ser de vidrio o metal se realiza por medio de máquinas o bien se puede ser manual (Franco, 2010) y se le agrega una solución de cubierta que es el jarabe o almíbar que se adiciona a la fruta en caliente a una temperatura no menor a 85°C (Guevara Pérez y Cancino Chávez, 2015).

Los Impactos generados en esta etapa: se requiere de personal que realice el llenado de los recipientes de vidrio, por lo que se considera un impacto positivo por la generación de empleo.



Figura 9. Envasado y llenado
Fuente: Galván, 2015

Esterilización: En el tratamiento térmico que requieren las diferentes frutas y hortalizas se debe enfatizar la importancia del pH del alimento envasado y del procesamiento previo al que ha sido sometido

Los impactos generados para esta actividad: se utiliza agua en el proceso por lo que genera un impacto negativo alterando la disposición y la calidad del agua.



Figura 10. Esterilización
Fuente: Galván, 2015

Almacenamiento y distribución: Para las conservas vegetales es fundamental contar con métodos de almacenamiento adecuados y se debe hacer en un lugar fresco y seco, hasta que la fruta absorba el azúcar y alcance el equilibrio con el almíbar (FAO,1998).

Los impactos generados en esta etapa: se necesita personal para realizar esta actividad, se generan dos impactos uno positivo es generación de empleo y uno negativo como es la exposición a accidentes de trabajo.



Figura 11. Acondicionamiento de la toronja (descortezado o pelado mecánico)

Fuente: Galván, 2015

Transporte: El transporte implica: moverse de la manera más eficiente, en el momento más conveniente, hacia y desde el lugar correcto, con el máximo ahorro de espacio (Franco, 2010).

Los impactos que se generan en esta etapa: se genera el impacto negativo como la alteración de la composición atmosférica por el uso de combustibles, también la exposición a accidentes de trabajo y como impacto positivo la generación de empleo.



Figura 12. Transporte de los gajos de toronja

Fuente: Fotografía propia

8.1.2 Evaluación y valoración de los impactos ambientales

Como se observa en la tabla 3 la evaluación de la matriz de Leopold, la producción de gajos en Tlatlauquitepec es una actividad que genera impactos positivos en el aspecto socioeconómico ya que es una fuente de empleo y por ende se generan ingresos para las familias. Sin embargo, también se generan impactos negativos sobre todo en las etapas de lavado, limpieza y acondicionamiento ya que afectan principalmente la composición atmosférica, propagan focos de contaminación y alteran la calidad del agua, así como su disponibilidad. Se obtuvo un resultado negativo de -142, siendo un resultado negativo indica que el proceso de producción para la obtención de gajos de toronja en el municipio es perjudicial para el ambiente, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Ordoñez-Díaz y Rueda-Quiñones en 2016 y con Trujillo Cruz en 2018, quienes también obtuvieron un valor negativo en la producción de panela en Santander (-59) y en la cadena de producción del fique (-26) respectivamente.

Aunque la producción de gajos no es un proceso continuo, es decir, que solo ocurre durante los meses de abril a junio, se puede considerar como perjudicial para el medio ambiente y queda en evidencia que el medio ambiente es el más afectado.

Tabla 3. Evaluación y valoración de los impactos socioambientales: matriz de Leopold.

Componentes ambientales	Impactos socioambientales						Σ Positivas	Σ Negativas	Σ Total
	Alteración de la composición atmosférica	Generación de residuos sólidos y líquidos	Propagación de focos de contaminación	Alteración de la calidad del agua y disponibilidad	Exposición a accidentes de trabajo	Generación de empleo			
Recepción y pesado de la materia prima					-2	24	1	1	22
Clasificación	-20					24	1	1	4
Lavado y limpieza	-20	-20		-56		24	1	3	-72
Acondicionamiento: descortezado y seccionado	-48	-36	-20			24	1	3	-80
Envasado y llenado						24	1	0	24
Esterilización térmica				-48		24	1	1	-24
Almacenado					-8	24	1	1	16
Distribución	-48				-8	24	1	2	-32
Σ Positivas	0	0	0	0	0	8	8	12	-142
Σ Negativas	4	2	1	2	3	0	12		
Σ Total	-136	-56	-20	-104	-18	192	-142		

Fuente: Elaboración propia, 2022

8.1.3 Estimación de la cantidad de residuo generado en la producción de gajos en el municipio de Tlatlauquitepec

De la estimación de la cantidad de residuo, se obtuvo que el peso promedio de una toronja es de 358 gramos y un diámetro de 9.5 centímetros (Anexo 5), el porcentaje de la parte comestible es aproximadamente de un 53.95 por ciento, es decir la pulpa, mientras que el porcentaje de pérdida o la parte no comestible es del 45.38 por ciento en la que se incluyen cáscaras (albedo y flavedo), eje central y septos, semillas y jugo (Tabla 6).

Tabla 4. Porcentaje que ocupa cada parte del fruto

Partes principales del fruto	Porcentaje (%)
Pulpa (gajos)	53.95
Semillas	0.7
Cáscara (albedo y flavedo)	29.62
Eje central y septos	7.77
Jugo	7.98

Fuente: Elaboración propia, 2022

Aproximadamente se procesan 20 toneladas diarias de toronja en el municipio en la temporada de producción de gajos que corresponde a los meses de abril a junio, durante esta temporada se procesan cerca de 1800 toneladas, por lo que tomando en cuenta los cálculos de la tabla 4, se estarían generando 829.26 toneladas de residuo, de las cuales como se observa en la tabla 5, 9.21 toneladas corresponden solamente al residuo generado, es decir, semillas (0.14 toneladas), cáscaras (5.92 toneladas), eje central y septos (1.55 toneladas) y jugo, (1.60 toneladas).

Tabla 5. Cantidad de residuo que se genera

Residuo de toronja (Toneladas)			
Partes del fruto	Día	Mes	Temporada (3 meses)
Semillas	0.14	4.2	12.6
Cáscara (albedo y flavedo)	5.92	177.72	533.16
Eje central y septos	1.55	46.62	139.86
Jugo	1.60	47.88	143.64
Total	9.21	276.42	829.26

Fuente: Elaboración propia, 2022

Con respecto al porcentaje que representa el residuo que se genera durante la temporada es del se considera alto (46.06 por ciento) en comparación con el porcentaje de los residuos que se generan en la fabricación de otras conservas vegetales como el melocotón con un 25 por ciento, el tomate con un 15 por ciento de residuo o la ciruela y el chabacano con un 10 por ciento (Infoagro,s.f.)

Tabla 6. Porcentaje de residuo de toronja

	Toneladas	Porcentaje %
Producción de gajos	1800	100
Residuo de toronja	829	46.06

Fuente: Elaboración propia, 2022

8.2 Colecta, acondicionamiento y caracterización

En esta segunda fase corresponde a la colecta que se efectuó en los meses de mayo a julio, siendo estos los meses de producción de toronja (SAGARPA, 2016), el tamaño de la muestra del residuo de toronja fue por conveniencia y fue aproximadamente de 20 kilos, ya que no se tiene acceso a todo el residuo que se genera.

El residuo se transportó al laboratorio de Ingeniería en Alimentos la Universidad Autónoma de Puebla, en donde se almacenaron a -10°C en un congelador mientras se inicia su procesamiento en un recipiente (Gutiérrez *et al.* 2002) (Figura 13).



Figura 13. Residuo de toronja de Tlatlauquitepec.

Fuente: Guzmán Becerra, 2022

8.2.1 Acondicionamiento del residuo

Para la caracterización del residuo, primero se realizó un acondicionamiento al residuo como se muestra en el siguiente diagrama:

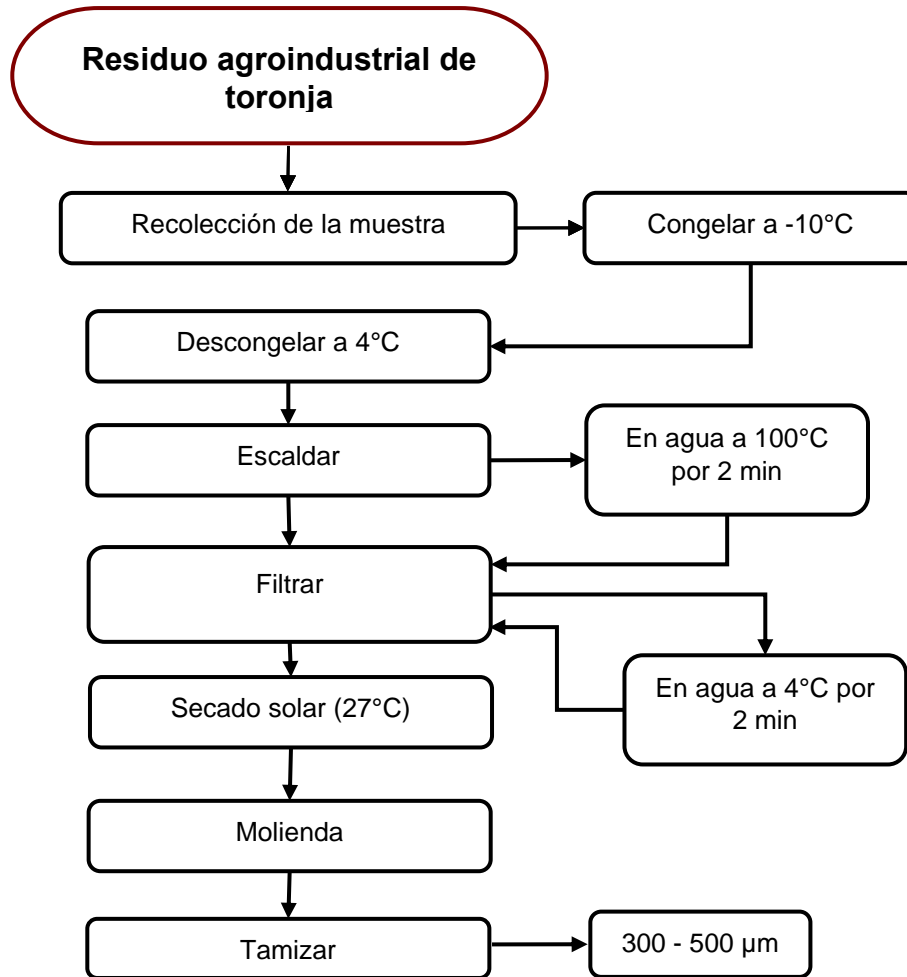


Figura 14. Diagrama de la metodología para el acondicionamiento del residuo.

Fuente: Elaboración propia, 2022

8.2.1.1 Escaldado

En este caso al encontrarse congelado el residuo, primero se descongeló en refrigerador a 4°C y a continuación se realizó el escaldado, este se realizó con agua a 100°C por 2 minutos, posteriormente se pasaron por agua a 4°C por 2 minutos y se volvieron a filtrar para retirar el exceso de agua, se trocearon para facilitar el secado (Figura 15).



Figura 15. Escaldado del residuo de toronja.

Fuente: Fotografía propia, 2022

8.2.1.2 Secado

La deshidratación se realizó por secado directo al sol, durante 9 horas a una temperatura de 27°C, se colocó el residuo en charolas que previamente fueron forradas con papel aluminio, el residuo se cubrió con una manta de cielo con la finalidad de evitar la proliferación de moscas (Figura 16).



Figura 16. Secado directo a radiación solar (27°C).

Fuente: Fotografía propia, 2022

8.2.1.3 Molido

La materia seca obtenida se trituró en un molino eléctrico, marca Mr Coffee Est 1970, posterior al molido de la muestra se determinó el rendimiento, se almacenó en un frasco de vidrio, como se observa no se perdió el color del residuo (Figura 17).



Figura 17. Residuo seco

Fuente: Fotografía propia, 2022

8.2.1.4 Tamizado

Durante el proceso de tamizado se obtuvieron los siguientes resultados, se identificó el tamaño de partícula que se utilizará.

Tabla 7. Fibra de residuo agroindustrial tamizada

Tamaño de partícula (µm)	Peso	Porcentaje (%)
74	5.62	6
149	8.24	8
177	14.72	15
250	21.3	21
420	23.63	24
841	22.07	22
Retenido	4.43	4
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia, 2022

8.2.2 Rendimiento

Posterior a la materia seca obtenida se trituró en un molino eléctrico y se obtuvieron 99 gramos, el porcentaje de rendimiento fue de 13.75%, es decir que de las 829.26 que se producen podría reducirse aproximadamente a 115.17 toneladas.

8.2.3 Análisis físico y químico-proximal del residuo de toronja

El resultado del análisis de pH de la muestra de residuo de toronja fue de 4, coincidiendo con lo que reporta Chávez-Zepeda *et al.* (2009) (pH 4.64) para albedo de toronja y la piña (3.38) (Cubas Juárez *et al.*, 2016), mismo que se encuentran en un rango muy parecido. Existen otros frutos como la guanábana (pH 3.97) (León Méndez *et al.*, 2016) que podría ser más semejante al pH de la toronja.

Con respecto a la acidez titulable expresada como ácido cítrico, el resultado obtenido fue de 0.0058 (Anexo 6), siendo un valor por debajo de los resultados

reportados para otros cítricos como la cáscara de naranja 1.09 (López Hernández, 2014) y de pulpa de guanábana (0.87) (León *et al.*, 2016).

Mientras que el porcentaje de sólidos solubles fue de 2°Brix, por debajo de lo reportado para cáscara de naranja (5.82°Brix) de López Hernández (2014) y por lo dispuesto en la NOM-173-SCFI-2009 Jugos de frutas preenvasados -Denominaciones, en este caso de toronja (10°Brix), probablemente se debe a que se realizó en una muestra que previamente pasó por un procedimiento térmico.

En la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos del análisis químico-proximal de la muestra:

Tabla 8. Composición química del residuo de toronja (Valor medio \pm desviación estándar)

Parámetros	Porcentaje (%)
Humedad	83.120 \pm 0.079
Cenizas	5.729 \pm 0.095
Fibra cruda	17.465 \pm 0.191
Extracto etéreo	13.133 \pm 3.006

Fuente: Elaboración propia, 2022

En cuanto a la humedad de la toronja se obtuvo un valor de 83.120% (Anexo 7) se puede considerar similar en comparación con residuo de naranja (79.83%), con el residuo de sábila que tiene un 92.4% (Torres-Gómez *et al.*, 2020), una característica importante es que tienen un alto contenido de humedad, lo que fomenta la generación de lixiviados (Alvarado y Hernández, 2018), por lo que no se recomienda su eliminación en vertederos ya que genera problemas ambientales (Siles *et al.*, 2016). Sin embargo, la diferencia es muy amplia si se compara con el polvo de la cáscara de lima reportado por Vargas y Vargas *et al.* (2019) que tiene un 16.66%, de manera semejante ocurre con los resultados de Chávez-Zepeda *et al.* (2009) quienes reportan la humedad de la harina de toronja (7.82%), la piña (9.62%), mango (8.13%), esto quizá se debe a que recibieron un tratamiento antes las cáscaras.

En relación con el contenido de cenizas este un indicador de fuentes potenciales de minerales (Vargas y Vargas *et al.*, 2019) como se observa en la tabla 9, fue de 5.729% (Anexo 8), similar al resultado de Vargas y Vargas *et al.* (2019) con 5.84% para lima y lo reportado para cáscara de naranja (3.29%) por Alvarado y Hernández (2018), sin embargo este resultado difiere del reportado para toronja por Chávez-Zepeda *et al.* (2009) con un 40.57%, la diferencia posiblemente se debe a que fue solo utilizó el albedo y no todo el residuo y que también depende del estado de madurez del fruto, la variedad y temporada de cosecha y las condiciones del cultivo (Priego, 2007).

Por otra parte la frutas cítricas se consideran una buena fuente de fibras, mismas que le dan firmeza, resistencia y textura fuerte a la estructura del fruto (Gutiérrez *et al.*, 2002), el contenido de fibra que se obtuvo se puede considerar alto (17.465%) (Anexo 9) en comparación con los resultados obtenidos por Camacho-Guerrero *et al.* (2016) (7.92%) para cáscara de tuna blanca y con los resultados de Vargas y Vargas *et al.* (2019), quienes reportaron 0.439% para lima, mientras que si es comparado con el porcentaje de fibra del residuo de sábila (39.6%) (Torres-Gómez *et al.*, 2020), nuestro resultado está muy por debajo de este. Por lo que el residuo de toronja gracias a su alto contenido de fibra se podría utilizar también en la industria alimenticia.

El contenido de extracto etéreo fue de 13.133% (Anexo 10), siendo un porcentaje superior a lo reportado por Chávez-Zepeda *et al.* (2009) para toronja (6.19%), lo que probablemente se debe a que la prueba fue solo para el albedo del fruto, sin embargo para otros cítricos como lo reportado por Alvarado y Hernández (2018) para la cáscara de naranja (1.55%) y cáscara de lima (4.237%) (Vargas y Vargas *et al.*, 2019), también es un resultado alto. Contrastando el resultado con el resultado de Torres-Gómez *et al.* (2020) para sábila (1.25%) es amplia la diferencia.

8.2.4 Propiedades funcionales de la fibra

Las propiedades funcionales son importantes ya que se vinculan a la capacidad de fijar moléculas ya sean de agua o de aceite, estas propiedades son la capacidad de absorción de agua (CAA), capacidad de absorción de aceite (CAa), capacidad de hinchamiento (CH) y la capacidad de captación de iones (Trejo-Márquez *et al.*, 2016),

nos proporcionan información sobre su utilización en la formulación y desarrollo de diferentes productos (Rodríguez-Miranda *et al.*, 2011).

Con respecto a los resultados obtenidos de las propiedades funcionales, se pueden observar en la tabla 9.

Tabla 9. Propiedades funcionales de la fibra de residuo de toronja

Parámetros	Contenido
Capacidad de absorción de agua, CCA (g H ₂ O/g muestra seca)	5.3397 ± 0.3607
Capacidad de absorción de aceite, CAa (g aceite/g muestra seca)	1.1027 ± 0.0817
Capacidad de captación de iones, CCI (meq H ⁺)	0.0174 ± 0.0004
Capacidad de hinchamiento (mL/g)	4.2398 ± 0.1545

Fuente: Elaboración propia, 2022

La capacidad de absorción de agua (CAA) (5.3397 g H₂O/g muestra seca) (Anexo 11) es similar a lo que obtuvo López Marcos (2017) para toronja (6.38 g H₂O/g muestra seca), mientras que nuestro resultado es más alto si lo comparamos con lo que reporta Rodríguez-Miranda *et al.* (2011) para harina de malanga (1.78 g H₂O/g muestra seca), por lo que, el residuo de toronja puede ser utilizado como agente espesante en la industria cosmética y en la industria alimenticia. Sin embargo comparado nuestro resultado con el resultado de Rincón *et al.* (2016) para fibra de mesocarpio de coco (7.16 g H₂O/g muestra seca), es menor, estas variaciones se pueden atribuir a las diferencias en el contenido de proteínas, fibra y carbohidratos como el almidón, por lo que si hay una mayor cantidad de estos existe una mayor capacidad de absorción de agua (Rodríguez-Miranda *et al.*, 2011).

Con respecto a la absorción de aceite (CAa) (1.1027 g aceite/g muestra seca) (Anexo 12) es similar a lo que obtuvo en harina de malanga (0.99 g aceite/g muestra seca) (Rodríguez-Miranda *et al.*, 2011), así mismo con lo que obtuvo López Marcos (2017) para limón (1.69 g aceite/g muestra seca) y un poco bajo para lo que obtuvo para toronja (2.30 g aceite/g muestra seca), el resultado que obtuvimos comparado con la absorción de aceite de fibra de coco (4.99 g aceite/g muestra seca) (Rincón *et al.*, 2016) resultó ser muy bajo. Las diferencias se pueden deber a la porosidad de la estructura de la fibra y no tanto la afinidad que tenga esta fibra por el aceite, aunado a lo anterior el tamaño de partícula también podría generar una reducción en el valor de la capacidad de absorción de aceite (López, 2017).

En cuanto a la capacidad de captación de iones (CCI) presentó un valor de 0.0174 meq H⁺ (Anexo 13), por el contrario si lo comparamos con lo que obtuvo para fibra de coco (0.97 meq H⁺) es menor nuestro resultado, menciona Rincón *et al.* (2016) que si la capacidad de intercambio iónico es alta podría utilizarse como un medio absorbente en la eliminación de metales pesados, sin embargo en este caso no es así, por lo que no generaría consecuencias de usar la fibra en una crema exfoliante.

Por otra parte, la capacidad de hinchamiento (CH) (Anexo 14) es la relación del volumen ocupado por la harina de toronja frente a la inmersión en exceso de agua a una temperatura ambiente, esta capacidad depende de la composición de la fibra, por lo que a mayor cantidad de fibra soluble mayor será su capacidad de hinchamiento (López Marcos, 2017). El valor obtenido para este parámetro fue de 4.2398 mL/g, más alto que el resultado obtenido por Rincón *et al.* (2016) para fibra de mesocarpio de coco (3.86 mL/g), y un poco más bajo que lo reportado por López Marcos (2017) para Limón (5.69 mL/g) y toronja (6.50 mL/g).

8.2.5 Actividad de la emulsión y estabilidad de la emulsión

Es la capacidad que tiene una molécula para poder actuar como un agente que facilita la solubilización o dispersión de líquidos inmiscibles y la estabilidad de la emulsión es la capacidad de mantener una emulsión (López, 2017). Es importante tener una alta

capacidad de emulsión ya que se formarán emulsiones más estables para tener una buena estructura en los productos y calidad visual.

El valor obtenido de la actividad de la emulsión para la fibra del residuo de toronja fue de 37.999%, resultado muy similar a lo que obtuvo Rodríguez-Miranda *et al.* (2011) para la fibra de malanga (37.92%), menciona que al tener un valor alto se puede utilizar la fibra en productos en donde se vaya a requerir una emulsión, como salsa, cremas u otros similares (tabla 10).

Tabla 10. Actividad de la emulsión y estabilidad de la emulsión de la fibra de residuo de toronja (Valor medio \pm desviación estándar)

Parámetros	Porcentaje (%)
Actividad de emulsión (AE)	37.999 \pm 1.0461
Estabilidad de la emulsión (EE)	96.070 \pm 3.5290

Fuente: Elaboración propia, 2022

Con respecto a la estabilidad de la emulsión fue de un 96.07% comparado con lo que reporta López Marcos (2017) para la fibra de limón (93.18%) y para fibra de albedo de limón (95.80%) se encuentra entre este rango, por lo que menciona que al tener valores de estabilidad de la emulsión superiores a un 90% son fibra que se consideran apropiadas para incorporarlas a productos en los que se requiere formación de emulsiones así como una larga vida útil ya que habrá una estabilidad en diversas condiciones (Anexo15).

Con los resultados del análisis físico, químico-proximal y funcional, indica que es una fibra que puede ser aprovechada como un exfoliante físico natural ya que cumple con la misma función que tiene un exfoliante físico sintético (desprendimiento y eliminación de células) (Garrote y Bonet, 2008), es importante mencionar que el tamaño de partícula de los microplásticos utilizados en cosméticos (partículas de polietileno) es

uniforme (250-500 μ m), sin embargo, al ser posible obtener el mismo tamaño de partícula de la fibra de toronja, tendría el mismo efecto arrastre, suavidad a la piel (García, 2021) y estabilidad en la formulación que un microplástico (Azcona, 2006). Además la fibra de toronja al ser de origen vegetal mejorará el aspecto de la piel debido a los compuestos bioactivos de la toronja como: polifenoles y flavonoides principalmente; asimismo tiene una actividad antibacteriana, antifúngica, antioxidante, siendo esta última la mejor propiedad de los polifenoles (De La Rosa-Hernández *et al.*, 2016).

Desde el punto de vista socioambiental, valorizar y aprovechar los residuos que se derivan de cítricos es una alternativa que permite utilizarlos en la generación de nuevos productos con alto valor agregado (García, 2021) ya que son fuentes de diferentes compuestos químicos potenciales además de evitar la contaminación que generan al no gestionarse de manera adecuada (Barragán *et al.*, 2008).

Además sustituir los microplásticos con fibras vegetales permite que se degraden más rápido a diferencia de un microplástico que puede tardar hasta 500 años por lo que resulta alarmante (Santillán, 2018) y por ende se reduce la posibilidad de que estos sean consumidos por fauna acuática evitando alteraciones en la fecundidad, supervivencia larvaria y desarrollo de diferentes organismos, además del riesgo en la salud humana por la toxicidad de aditivos asociados a los microplásticos, ya que pueden entrar a la cadena alimentaria humana al consumir especies pequeñas como crustáceos y moluscos, que es una de las principales fuentes de exposición a microplásticos (FAO,2017).

8.3 Producto con alto valor agregado: crema exfoliante

En cuanto al diseño de la crema exfoliante, se realizó de la siguiente manera:

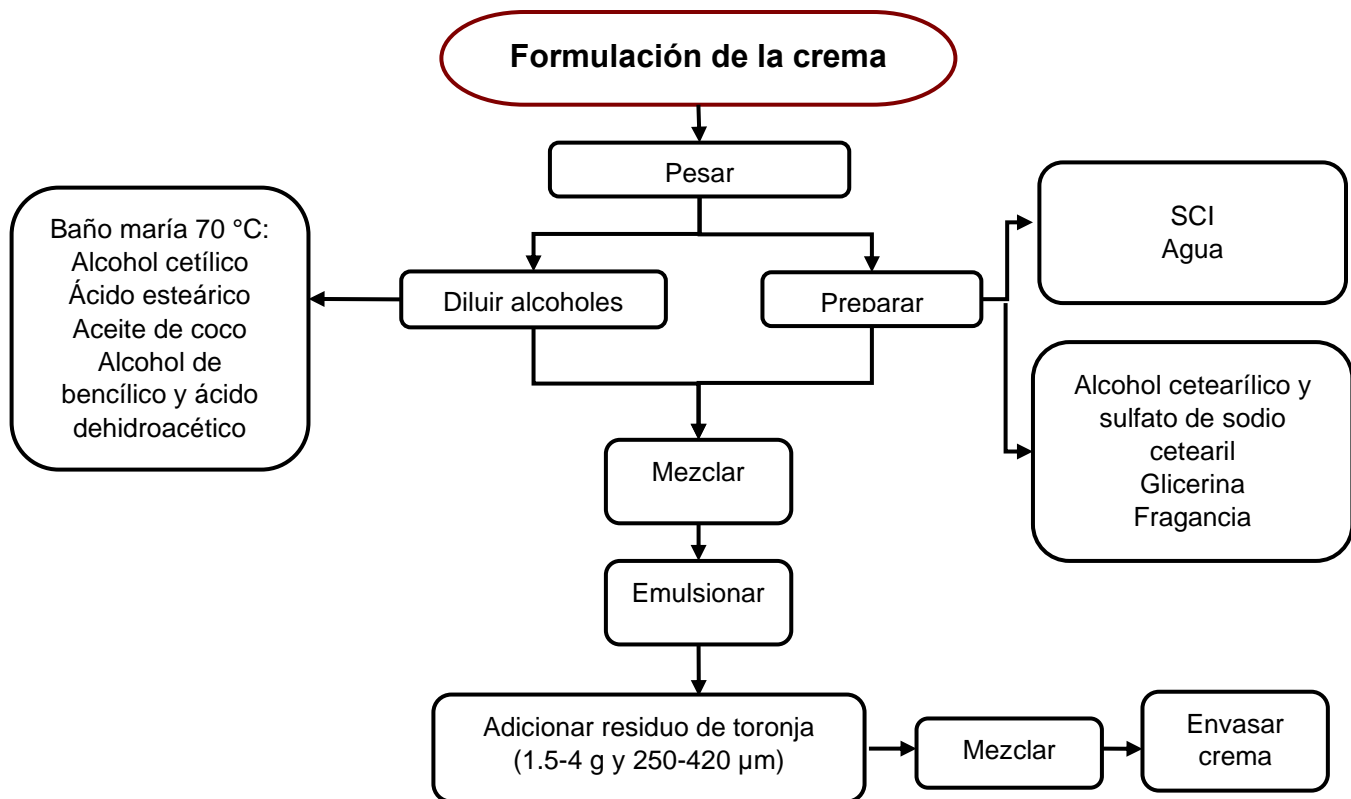


Figura 18. Diagrama del diseño de la crema exfoliante.

Fuente: Proaño *et al.* 2020.

En la formulación de este producto se consideró realizar un ecodiseño, es decir que se integraron aspectos ambientales, se redujeron los costos en su fabricación, se utilizó un residuo agroindustrial como sustituto de los microplásticos, por lo que se genera un impacto positivo al reducir el agotamiento de recursos naturales, se aplicó una metodología accesible y económica, se utilizaron materias primas que no se consideran tóxicas para la salud humana pero que tienen los beneficios y la calidad para satisfacer las necesidades humanas. Es importante mencionar que utilizar este tipo de metodologías y productos más ecológicos va a contribuir a mejorar el ecosistema conservando los recursos naturales (Sanz, 2004).

8.3.1 Determinación de las características físicas de la crema exfoliante.

Las características que se tomaron en cuenta como el aspecto, color pH, extensibilidad y estabilidad los resultados fueron los siguientes:

Como se observa en la tabla todas las muestras tuvieron un pH de entre 5 y 6, que se encuentran entre los resultados obtenidos por los trabajos de Proaño *et al.* (2020) y de Zumalacárregui y Ferrer (2021), siendo valores que están dentro de los que tiene el pH de la piel que va de 4.2 a 6.9 (Mancilla, 2017). Aunado a lo anterior todas las muestras mantuvieron una apariencia homogénea y sin alteraciones, así como el aroma a cítrico y color con tonos amarillo claro y rosáceos que son característicos de la toronja (SIAP, 2016), pero que combinados dan un tono anaranjado claro, por lo que al no haber modificaciones en estas propiedades se mantiene la calidad de este producto cosmético.

Estabilidad: con respecto a este parámetro después de someter la crema a diferentes condiciones (calor y movimiento), no presentó ningún cambio la emulsión, no hubo separación de fases ni formación de grumos, por lo que tiene una buena estabilidad la crema con el residuo (Heberle, Dos Santos y M Magri, 2012), coincide con los resultados de Proaño *et al.* (2020) quienes también obtuvieron una formulación de crema compatible con el residuo de maracuyá al no verse alterada la característica de estabilidad (Cruz y Meléndez Zepeda, 2004) así como en el trabajo de Zumalacárregui y Ferrer (2021) que también obtuvieron un resultado similar al observar la estabilidad del aceite en su producto. Además nuestros resultados también cumplen con la normativa de la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (Anvisa, 2005) en la que se menciona que es una característica importante para los cosméticos, esta es una normativa brasileña, ya que en México aún no hay una norma sobre la calidad en cosméticos, sin embargo recientemente se publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-259-SSA1-2022 sobre productos y servicios, buenas prácticas de fabricación en productos cosméticos, que da los lineamientos para la elaboración de cosméticos y que estos no representen un riesgo para la salud de los consumidores (Anexo 16).

Extensibilidad: los datos obtenidos de la prueba de extensibilidad se analizaron mediante un análisis de varianza con un arreglo factorial de 2² en el programa estadístico

Minitab 21.4, se determinó con un nivel de significancia de 0.05 que no hay interacción entre la cantidad de residuo y el tamaño de partícula en la extensibilidad de la crema exfoliante (Anexo 17).

Tabla 11. Efecto del tamaño y cantidad.

Variable	Valor p
Tamaño	0.007
Cantidad	0.203
Tamaño*Cantidad	0.203

Fuente: Elaboración propia, 2022

Sin embargo, si hay efecto en la extensibilidad de la crema exfoliante con respecto al tamaño de partícula, por lo que se realizó una prueba de Tukey para afirmar que las medias son significativamente diferentes y que el tamaño de partícula de 420 μm es el que da una mayor extensibilidad a la crema exfoliante y tendrá una mejor distribución en la piel (Proaño *et al.*, 2020).

Tabla 12. Comparaciones por parejas de Tukey: tamaño

Tamaño	N	Media	Agrupación
420	6	1.07500	A
250	6	0.96667	B

Fuente: Elaboración propia, 2022

Exposición a la luz: se observa que ninguna muestra se vio alterada con respecto al color y el olor del producto, tampoco se observó una separación en los ingredientes de la fórmula por lo que se puede decir que la calidad de la crema exfoliante se mantiene.



Figura 19. Exposición a la luz durante 30 días.

Fuente: Fotografía propia, 2022

8.4 Proporcionar información sobre el uso del residuo de toronja: taller de capacitación.

8.4.1 Primera etapa: informativa

El taller se realizó en la Casa Jóvenes en Progreso, inició a las 10 am, se hizo el contacto inicial e informativo con las personas que participaron (14 personas) y se siguió un programa para su realización (Anexo 18).

8.4.2 Desarrollo del taller de capacitación

Se les entregó por escrito la información necesaria a los participantes del taller para el desarrollo de los cosméticos. En cada etapa se les fue explicando cómo se realizaría cada uno de los cosméticos y resolviendo dudas, así como información sobre la importancia de utilizar los residuos que generan en sus casas



a



b



c



d



e

Figura 20. Desarrollo del taller. a. Casa jóvenes en progreso, b. Realización de bombas efervescentes, c. Elaboración de jabones, d. Bombas efervescentes, e. Jabón con residuo de café.

Fuente: Fotografía propia, 2023

8.4.3 Evaluación del taller de capacitación

Una vez que se terminaron las actividades se les hizo entrega a los participantes un formato de evaluación (Anexo 19), en el que calificarían el taller de capacitación, se revisaron las observaciones y comentarios y finalmente se realizó la clausura.



Figura 21. Clausura del taller de capacitación.

Fuente: Fotografía propia, 2023

Esta actividad permitió que las personas que asistieron al taller obtuvieran conocimientos sobre los residuos orgánicos que generan en sus casas y desarrollaran habilidades sobre la fabricación de productos con materias primas que provienen de residuos, aprendieron como transformarlos con métodos muy accesibles y económicos en productos con un alto valor agregado que pueden utilizar en su vida cotidiana o bien obtener un recurso económico, promoviendo una economía circular.

IX. CONCLUSIONES

La evaluación del sistema de producción indicó que el proceso es perjudicial para el ambiente por lo que se puede afirmar que la producción de gajos en el municipio de Tlatlauquitepec no es sostenible y se evidencia que el medio ambiente es el más afectado. Sin embargo, en el aspecto socioeconómico, el impacto es positivo ya que se necesita de mano de obra por lo que es una fuente de empleo para los habitantes del municipio de Tlatlauquitepec.

Por otra parte, la cantidad de residuo de toronja que se produce es de 829 toneladas (cascara, semillas, eje central y septos y jugo) durante la temporada y deben ser considerados residuos de manejo especial por lo que es de gran importancia realizar un aprovechamiento de estos para evitar que lleguen a rellenos sanitarios.

Se caracterizó el residuo de toronja siendo un material con alto contenido de fibra, baja cantidad de azúcares, pH ácido, propiedades funcionales que permiten que pueda ser usada en el diseño de productos que requieran de emulsiones y estabilidad, así mismo se identificó el tamaño de partícula que tiene un microplástico, por lo que se puede utilizar como un sustituto y adicionarlo en cosméticos y otros productos de consumo humano.

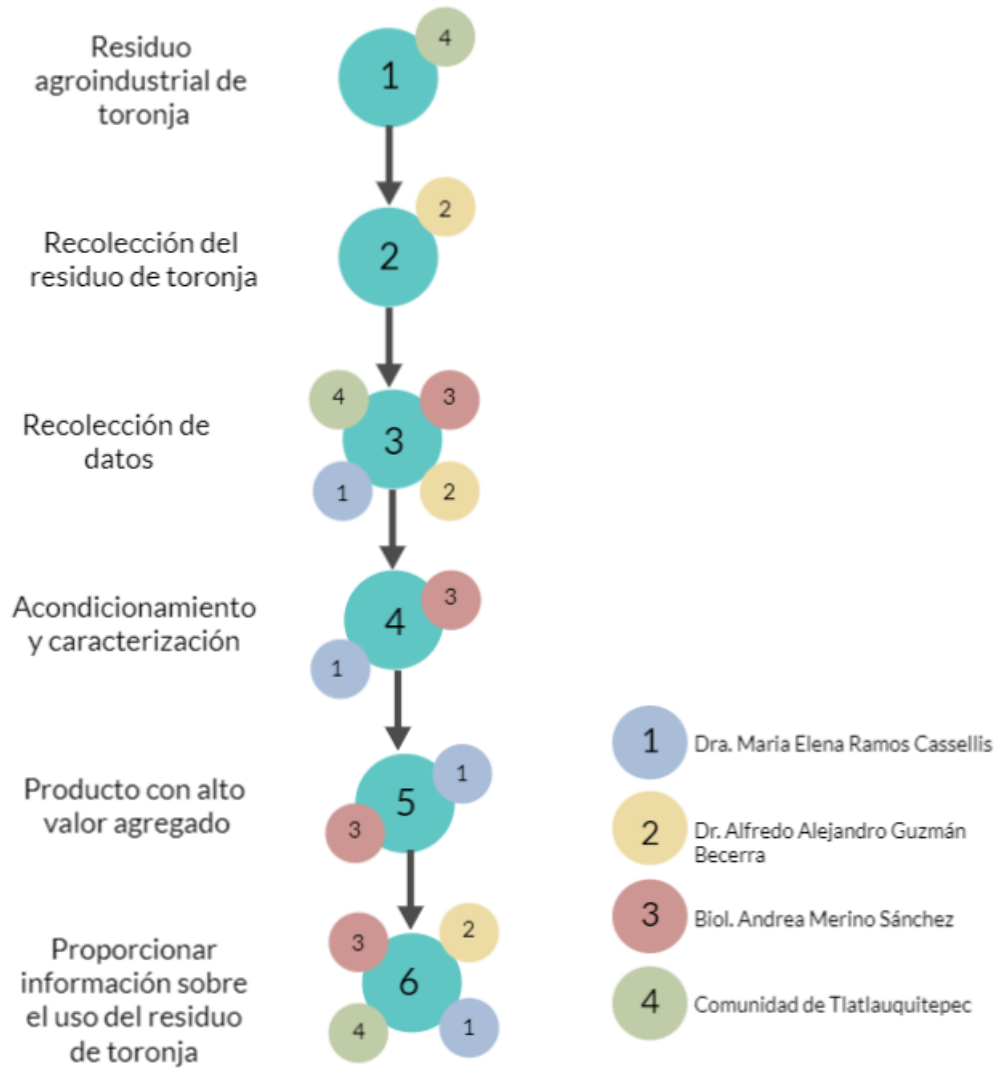
Se encontraron los elementos y el proceso para la formulación del producto con alto valor agregado en el que se tomó en cuenta el aspecto ambiental, se utilizó una metodología accesible y económica, se usaron materias primas que no se consideran tóxicas para la salud, además de que se aprovechó el residuo de toronja como un recurso contribuyendo a mejorar el ecosistema conservando los recursos naturales.

Se identificó que el tamaño de partícula y la cantidad de residuo no tiene influencia en el pH, color, olor, apariencia y estabilidad, sin embargo, se encontró que el tamaño de partícula de 420 μm sí tiene influencia en la extensibilidad, por lo que es el mejor para el producto cosmético con alto valor agregado.

Se desarrolló un taller en el que se proporcionó información y se elaboraron productos de cosmética natural con diferentes residuos orgánicos, materias primas económicas y accesibles, por lo que fácilmente puede realizarse en casa tomando en cuenta las diferentes normas.

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de saberes (hibridación del conocimiento). Elaboración propia. Fuente: Ramírez, 2013



Anexo 2. Cuestionario semiestructurado. Elaboración propia

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

GRADO: MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES

ASIGNATURA: TRABAJO DE TESIS II

Nombre completo:

Puesto que desempeña:

Fecha:

¿De dónde proviene la toronja que procesan?

¿Qué productos se obtienen a partir de la toronja?

¿Qué variedad y por qué se procesa esa?

¿Qué tamaño, color y peso son los óptimos para la obtención de los gajos?

¿Cuánto tarda la temporada?

¿Qué ocurre con las toronjas que ya no son aptas para el proceso?

¿Cuántas toneladas de toronja se necesitan para la producción de un día?

¿Cómo es el sistema de transporte de la toronja?

¿Cómo es el proceso una vez que llega a la empresa?

¿Cómo es el proceso de pelado (físico, químico o enzimático)?

¿Cuánto residuo se genera por día?

¿Se da algún uso a los residuos que se generaron?

Si No

Si su respuesta fue si, ¿Cómo se utilizan?

Si su respuesta fue no, ¿Qué destino tiene el residuo? ¿Estaría interesado en aprovecharlo dándole un valor agregado al residuo?

Anexo 3. Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental en la matriz de Leopold

Impactos negativos					
Magnitud			Importancia		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	10

Impactos positivos

Magnitud			Importancia		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	4	Temporal	Local	4
Media	Media	5	Media	Local	5
Media	Alta	6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	8	Media	Regional	8
Alta	Alta	9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	10	Permanente	Nacional	10

Anexo 4. Reactivos de la crema base

Reactivos	Porcentaje (%)
Alcohol cetílico	4.7
Ácido esteárico	2.7
Coccol isetonato de sodio	0.4
Aceite de coco	0.5
Alcohol cetearílico y sulfato de sodio cetearil	0.8
Alcohol de bencílico y ácido dehidroacético	0.5
Glicerina	1.4
Agua destilada	90
Esencia	1

Anexo 5. Tamaño y diámetro. Fuente: Fotografía propia



Anexo 6. Acidez titulable. Fuente: Fotografía propia



Anexo 7. Humedad. Fuente: Fotografía propia



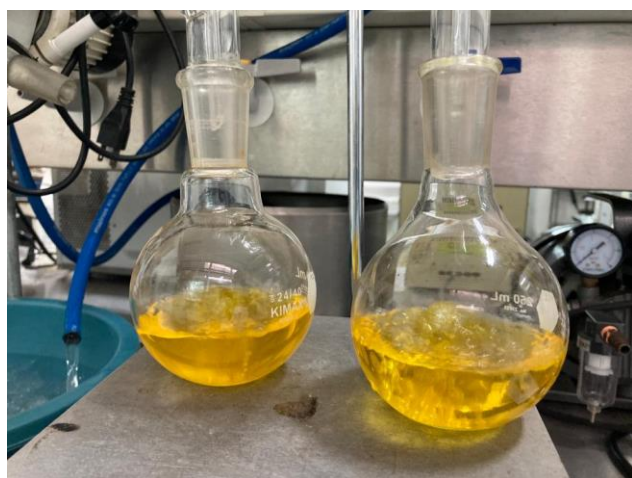
Anexo 8. Cenizas. Fuente: Fotografía propia



Anexo 9. Fibra. Fuente: Fotografía propia



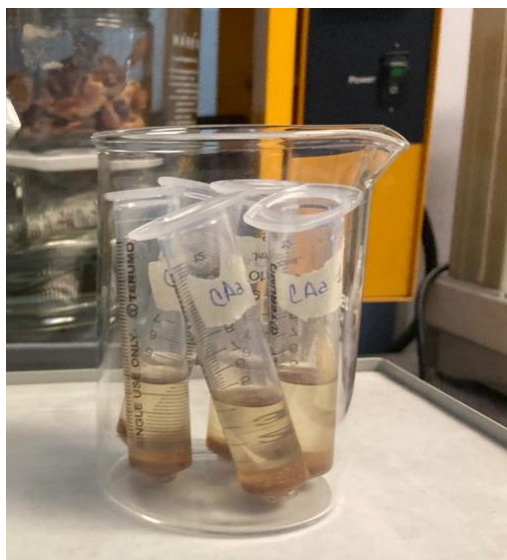
Anexo 10. Extracto etéreo. Fuente: Fotografía propia



Anexo 11. Capacidad de absorción de agua (CAA). Fuente: Fotografía propia



Anexo 12. Capacidad de absorción de aceite (CAa). Fuente: Fotografía propia



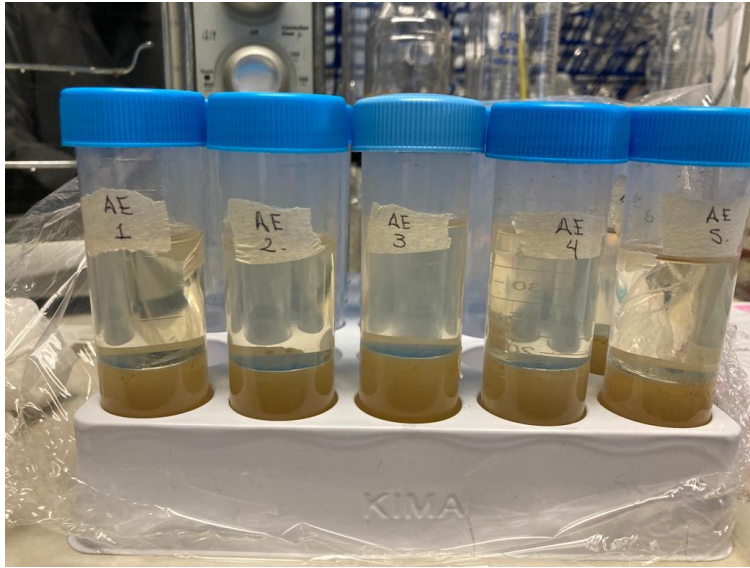
Anexo 13. Capacidad de captación de iones (CCI). Fuente: Fotografía propia



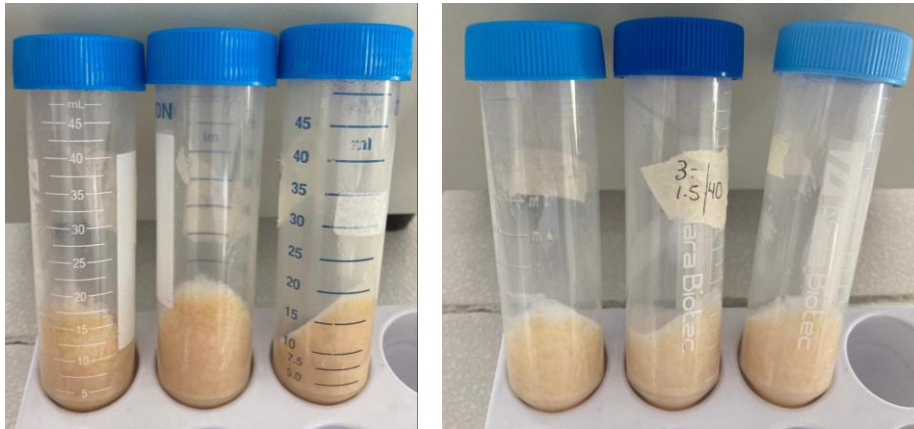
Anexo 14. Capacidad de hinchamiento (CH). Fuente: Fotografía propia



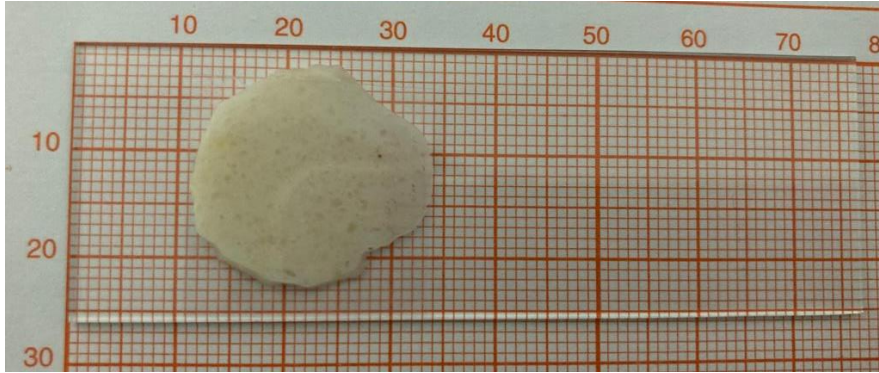
Anexo 15. Actividad y estabilidad de la emulsión. Fuente: Fotografía propia



Anexo 16. Estabilidad de la emulsión de la crema exfoliante. Fuente: Fotografía



Anexo 17. Extensibilidad de la crema exfoliante. Fuente: Fotografía propia



Anexo 18. Programa del taller de capacitación. Fuente: Elaboración propia

Instituto de Ciencias ICUAP
Maestría en Ciencias Ambientales

Programa del taller de capacitación “Aprovechando los residuos orgánicos que tenemos en casa”
para personas del municipio de Tlatlauquitepec, Puebla.



Objetivo: que los participantes adquieran habilidades sobre cómo pueden reutilizar e incorporar los diferentes residuos orgánicos que se generan en casa (café, cáscaras de frutas o verduras, semillas, cascarnes de huevo, entre otros) y hacer productos de cosmética natural que podrán utilizar en su vida cotidiana.



Tamaño del grupo: 10-20 personas.

Duración: 4:30 horas

Programa de la sesión

12 de mayo de 2023

N°	Etapas	Horas	Actividades	Facilitador	Fecha
1	Contacto inicial	10:00-10:30	Llegada de participantes y saludo a participantes	Andrea	Sábado 8 de abril
2	Informativa	10:30-11:00	Información sobre: economía circular y cosmética natural	Andrea	Sábado 8 de abril
3	Desarrollo	11:00-11:50	Entrega de insumos e instrucciones para hacer bombas efervescentes	Andrea	Sábado 8 de abril
	Desarrollo	11:50-12:00	Receso	Andrea	Sábado 8 de abril
	Desarrollo	12:00-12:50	Entrega de insumos e instrucciones para hacer jabones base glicerina	Andrea	Sábado 8 de abril
	Desarrollo	12:50-1:00	Receso	Andrea	Sábado 8 de abril
	Desarrollo	1:00- 2:00	Entrega de insumos e instrucciones para hacer una crema exfoliante	Andrea	Sábado 8 de abril
4	Clausura	2:00-2:30	Entrega de formato de evaluación del taller, comentarios.	Andrea	Sábado 8 de abril

Anexo19. Formato de evaluación. Fuente: Calivá, 2009

1. De acuerdo con su opinión, marque con una "X" la casilla que corresponda en cuanto al logro de los objetivos de las sesiones de liderazgo:

<i>Objetivos</i>	<i>No se lograron</i>	<i>Se lograron parcialmente</i>	<i>Se lograron totalmente</i>
1.- Aprender a usar residuos orgánicos en productos de cosmética natural			
2.- Aprender a hacer bombas efervescentes			
3.- Aprender a hacer jabones de glicerina			
4.- Aprender a hacer una crema exfoliante.			

2. Evalué los facilitadores de acuerdo con la siguiente escala:

Bueno Muy bueno Excelente

<i>Nombre del facilitador</i>	<i>Dominio del tema</i>	<i>Claridad de su mensaje</i>	<i>Disposición para aclarar consultas</i>
Andrea Merino Sánchez			

3. Con relación a este TALLER, encierre en un círculo el número que mejor refleje su opinión con respecto a la pregunta o condición presentada:

Bajo  Alto

• ¿Qué tan satisfecho está con el logro de sus expectativas? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

• ¿Qué tan probable es que usted aplique lo que aprendió? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

• Calidad de los materiales 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

• Califique el ambiente del salón, aspectos logísticos y servicios durante la capacitación 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Comentarios:

X. LITERATURA CITADA

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 1997. *Reseña Toxicológica del Glicol de Propileno* (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos d EE. UU., Servicio de Salud Pública.
- Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, (2005). *Guía de Estabilidad de Productos Cosméticos*, Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, Brasil, 85-88233-15-0
- Aguilar Ávila, D. S. (2012). Efecto del proceso de extrusión sobre las propiedades funcionales de la cáscara de tamarindo (*Tamarindus indica* L.). [Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/2001
- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>
- Alvarado, T., y Hernández, A. (2018). Revisión de alternativas sostenibles para el aprovechamiento del orujo de naranja. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 5(2), 9-32, doi.org/10.23850/24220582.1393
- Aramberri, M. (2017). *Análisis ambiental de los residuos de las industrias jugueras. El caso del alto Valle de Rio Negro y Neuquén, Argentina*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Quilmes]. <https://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/778>
- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). (2005). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*, 18th ed. Gaithersburg, MD (Estados Unidos)
- Bautista, F. y Reyes, E. (2020). Efecto de los costos de producción en el mercado de naranja en Veracruz, 1980-2018. *Región y sociedad*, 32, e1294. <https://doi.org/10.22198/rys2020/32/1294>
- Barragán B, Téllez-Díaz, Y. y Laguna-Trinidad, A. (2008). Utilización de residuos agroindustriales. *Revista Sistemas Ambientales*, 2(1):44-50. https://www.researchgate.net/publication/310441706_UTILIZACION_DE_RESIDUOS_AGROINDUSTRIALES
- Bello-Alarcón, A., Monsalve-Paredes, M., Carrillo-Tomalá, C. (2020). Evaluación de extractos de desechos de toronja (*Citrus paradisi*) como sustancia bioactiva para formulación de un desinfectante para alimentos frescos. *Revista Ciencia UNEMI*. 13(34). 28-33. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol13iss34.2020pp28-33p>
- Cáceres Rodríguez, P. y Lataste Quintana, C. (2021). *Indicadores de transformación de alimentos: manual para su uso en el quehacer nutricionista*. Universidad de Chile, Facultad de Medicina. <https://doi.org/10.34720/tn3h-sv41>

- Cajamar Caja Rural. (12 de octubre de 2021). *Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria*. <https://www.cajamar.es/storage/documents/005-calidad-interna-1410512030-cc718.pdf>
- Camacho-Guerrero, J. C., Chavarría-Martínez, E., Candelas-Cadillo, M. G., Ramírez-Baca, P., y Martínez-Rodríguez, F. J. (2016). Composición bromatológica y propiedades funcionales de la cáscara de tuna blanca deshidratada (*Opuntia ficus-indica*). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, I* (2), 633-637.
- Cañon Buitrago, T. (2020). Análisis del ciclo de vida de un producto cosmético con fines de implementación del sistema de gestión ambiental iso 14001:2015. [Trabajo para optar por título de Especialista en Gerencia de la Calidad, Fundación Universidad de América Facultad de Educación Permanente y Avanzada Especialización Gerencia de la Calidad Bogotá D.C]. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7937/1/396147-2020-II-GC.pdf>
- Carmona Gómez, M. 2017. *Cáscara de toronja en el comportamiento productivo y microbiológico de ovinos de engorda*. [Tesis de Licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/7895>
- Castañeta, G., Gutiérrez, Nacaratte, F., Manzano, C. 2020. Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición. *Revista Boliviana de Química, 37*(3), 160-175 <https://www.redalyc.org/journal/4263/426365043004/html/>
- Cerdá, E. y Khalilova, A. (2016). Economía circular, estrategia y competitividad empresarial. *Economía Industrial, (401)*,11-20.
- Colón-Ortiz, A. y Febles-Moreno, K. (2018). Description of microplastics on the coast of La Guancha in Ponce, Puerto Rico. *ECORFAN Journal-Bolivia, 5*(8). 24-32. https://www.ecorfan.org/bolivia/journal/vol5num8/ECORFAN_Journal_Bolivia_V5_N8.pdf
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla, (s.f). *Plagas de los cítricos*. Recuperado el 25 de septiembre de 2020 de http://www.cesavep.org/campanias/HLB/hlb_obj.html
- Coreaga, J. A (1993). Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes. México: Instituto Nacional de Ecología. http://centro.paot.org.mx/documentos/ine/mane_reci_resi.pdf
- Correa Pérez, J. A. (2020). *Revisión de la problemática de la contaminación por microplásticos en el recurso hídrico* [Monografía]. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15453/4/CorreaJefferson_2020_MicroplasticosRecursoHidrico.pdf

- Chávez-Zepeda, L., Cruz-Méndez, G., Gracia de Caza, L., Díaz-Vela, J., y Pérez-Chabela, M. (2009). Utilización de subproductos agroindustriales como fuente de fibra para productos cárnicos. *Nacameh*, 3(2), 71-82.
- Chemical safety facts (s.f.). ¿Qué son los parabenos?. Recuperado el 19 de enero de 2023 de <https://es.chemicalsafetyfacts.org/es/parabenos/Chiner>, E. (2011). *Materiales docentes de la asignatura Métodos, Diseños y Técnicas de Investigación Psicológica*. (pp. 10-11). <http://hdl.handle.net/10045/19380>
- Cubas Juárez, L. M., Seclén Leonardo, O. P. y León Roque, N. (2016). Influencia del porcentaje de adición de quinua (*Chenopodium quinoa*), piña (*Ananas comosus* L. Merr) y nivel de dilución en la fortificación del néctar de manzana (*Malus domestica*) sobre la calidad del producto. *Agroindustrial Science* 6, 97-105.
- Cury R, K., Aguas M, Y., Martinez M, A., Olivero V, R., y Chams Ch, L. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana De Ciencia Animal - RECIA*, 9(S1), 122–132. <https://doi.org/10.24188/recia.v9.nS.2017.530>
- Dalle, P., Boniolo, P., Sautu, R. y Elbert, R. (2005). *Manual de metodología. Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología*. (pp. 47-49) CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/gsd/collect/clacso/index/assoc/D1532.dir/sautu2.pdf>
- De La Rosa-Hernández, M., Wong-Paz, J., Muñiz-Márquez, D., Carrillo-Inungaray, M., Sánchez-González, J. (2016). Compuestos fenólicos bioactivos de la toronja (*Citrus paradisi*) y su importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*. 47(2). 22-35 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57956610003>
- Dench, J. E., Rivas. N., y Caygill, J. C. (1981). Selected functional properties of sesame *Sesame indicum* L. flour and two proteins isolates. *J. Sci. Food Agric.* 32: 557. <https://pdfslide.net/documents/selected-functional-properties-of-sesame-sesamum-indicum-l-flour.html>
- Equipo Técnico de Educación Ambiental. (2018). Manual de vermicompostaje cómo reciclar nuestros residuos orgánicos. Recuperado de <http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/imvermicompostajeinterior.pdf>
- Escobedo Álvarez, E. (2013). Desarrollo de un proceso para el aprovechamiento integral de la toronja. *Ciencia y Tecnología*, 13, 365-376 https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_25.pdf
- Franco, D. (2010). *Guía de buenas prácticas para la elaboración de conservas vegetales*. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Conservas%20Vegetales/conservas/Guia/guiaBPMconservas.pdf>

- García, R. (2006). *Sistemas complejos: Conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. GEDISA. <http://secat.unicen.edu.ar/wp-content/uploads/2020/03/GARCIA-Sistemas-complejos1.pdf>
- González Álvarez, D. O. (2013). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales: una aproximación desde la nutrición animal. [Tesis de licenciatura, Corporación Universitaria Lasallista]. <http://hdl.handle.net/10567/1032>
- Guerrero, R. y Valenzuela, L. A. (2011). Agroindustria y medio ambiente. *Trilogía. Ciencia Tecnología Sociedad*, 23(33):63-83. https://sitios.vtte.utem.cl/trilogia/wp-content/uploads/sites/9/2018/01/trilogia_medio_ambiente.pdf
- Gutiérrez, Y. I., Marzoa, N., Sánchez, A., Scull, R., García, G., y Guadarrama, D. (2016). Propuesta de una crema exfoliante a partir de la torta de las semillas de *Moringa oleífera* (Lam.). Proposal of an exfoliant cream from cake seeds of *Moringa oleífera* (Lam.). *Revista de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias*, 2 (2): 1-13. <http://www.rcfa.uh.cu/index.php/RCFA/article/view/75/107>
- Graziani, P. (2018). Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina. Caracas: CAF. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1247>
- Ghosh, S. y Blankschtein, D. (2007). Why is sodium cocoyl isethionate (SCI) mild to the skin barrier? - An in vitro investigation based on the relative sizes of the SCI micelles and the skin aqueous pores. *J. Cosmet. Sci.* doi: 10.1111/j.1468-2494.2007.00405
- Group ECOCERT. (s.f.). *Cosméticos orgánicos y naturales*. <https://www.ecocert.com/es-MX/detaile-de-certification/cosmeticos-org%C3%A1nicos-o-naturales-cosmos>
- He, M., Xu, M. y Zhang, L. (2013). Controllable stearic acid cristal inducen high hydrophobicity on cellulose film surface. *Acs Applied Materials and Interfaces*, 5, 585-591.
- Heberlé, G., Araújo Dos Santos, M. y Magri, S. (2012). TOJSAT: The Online J. Sci. Technol. (2): 1-6.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a. ed.). México D.F. McGraw-Hill.
- Hurtado de Barrera, J. (2005). *Cómo formular objetivos de investigación*. (pp. 16). <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2015/10/Como-Formular-Objetivos-de-Investigacion-Hurtado-2005-1.pdf>
- INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Tlatlauquitepec. Obtenido de <http://inegi.gov.mx/geo/default.asp> <http://mapserver.inegi.org.mx/mgn2k/>

- Infoagro. *México es el quinto productor de naranja a nivel mundial* (11 de enero 2017). <https://mexico.infoagro.com/mexico-es-el-quinto-productor-de-naranja-a-nivel-mundial/>
- Infoagro. *Gestión y tratamiento de residuos sólidos orgánicos de la industria de transformados vegetales* (1ª Parte) (s.f.). https://infoagro.com/conservas/residuos_conservas_vegetales.htm
- Jiménez del Valle, I. (31 de diciembre 2017). Logra Puebla es el 2do productor nacional de mandarina y 5to en naranja. *Multimedios Lider*. <https://lidernoticias.com.mx/logra-puebla-2o-productor-nacional-mandarina-5o-en-naranja/>
- Journal RD. (29 de octubre 2021). *Contaminación por microplásticos. ¿De verdad nos lo estamos comiendo?* [Archivo de Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=vFyKTQFuqb0&t=1594s>
- León Méndez, G., Granados Conde, C. y Osorio Fortich, M. del R. (2016). Caracterización de la pulpa de *Annona Muricata* L. cultivada en el Norte del Departamento de Bolívar-Colombia. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 21(4), 1-9.
- Londoño-Londoño, J., Sierra, J., Álvarez, R., Restrepo Duque, A. M. y Pássaro Carvalho, C. (2012). Aprovechamiento de los subproductos cítricos. En L. F. Garcés Giraldo (Ed.), *Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización*. (pp. 343-367). <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/560/1/CAPITULO%2012.pdf>
- López Hernández, V. (2014). *Fortificación de cáscara de naranja (C. sinensis var Valencia) por impregnación con miel* [Tesis de maestría, Universidad Veracruzana]. <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/46746>
- López Marcos, M. C. (2017). *Caracterización de fibras dietéticas procedentes de coproductos agroindustriales para su aplicación, como producto alimentario intermedio, en alimentos enriquecidos en fibra: propiedades tecnofuncionales y fisiofuncionales* [Tesis de doctorado, Escuela Politécnica Superior de Orihuela]
- Mancilla Mateús, M. G. (2017). *La piel*; publicado en “Cosmetología y patologías de la piel”, Fondo editorial Areandino, Colombia
- Matthaus, B., y Özcan, M. M. (2012). Chemical evaluation of citrus seeds, an agro-industrial waste, as a new potential source of vegetable oils. *Grasas y Aceites*, 63(3). <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/1384>
- Medina Jaramillo, C. (2015). Estudio del proceso de deshidratación de alimentos frutihortícolas: empleo de microondas y energía solar. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de La Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46496>
- México Calidad Suprema. Acerca de la Marca Oficial. (2016) <https://www.mexicocalidadsuprema.org.mx/>

- Moncayo Luján, M., Reyes Munguía, A. y Carillo Inungaray, M. (2018). Aprovechamiento de subproductos agronómicos. *Tlatemoani Revista Académica de Investigación*. 29. 115-127. <https://www.eumed.net/rev/tlatemoani/29/subproductos-agronomicos.html>
- Muñoz Peña, J. (2015). Eliminación de los contaminantes parabenos en agua mediante procesos físicos, químicos y electroquímicos. [Tesis de doctorado, Universidad de Extremadura]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=47529>
- NU. CEPAL. (2021). Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47309-economia-circular-america-latina-caribe-oportunidad-recuperacion-transformadora>
- Ochoa-Reyes, E., Ornelas-Paz, J. de J., Ruiz-Cruz, S., Ibarra-Junquera, V., Pérez-Martínez, J D., Guevara-Arauz, J.C. y Aguilar, C. N. (2013). tecnologías de deshidratación para la preservación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*. 15(2), 9-46. <https://doi.org/10.18633/bt.v15i2.148>
- Ordoñez Díaz, M. M. y Rueda-Quiñónez, L.V. (2017). Evaluación De Los Impactos Socioambientales Asociados a La producción De Panela En Santander (Colombia). *Ciencia & Amp; Tecnología Agropecuaria*, 18(2), 379-96. doi: 10.21930/rcta.vol18_num2_art:637.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2021, 5 diciembre). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE. <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-12-responsible-consumption-and-production.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *Los microplásticos en los sectores de pesca y acuicultura: ¿que sabemos? ¿debemos preocuparnos?*. <https://www.fao.org/documents/card/es/c/CA3540ES/>
- Ortiz Sempértegui, J. V. (2016). *Análisis proximal y caracterización nutricional de productos de la línea "q'atu" del restaurant gustu*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés facultad de Ciencias Puras y Naturales carrera de ciencias químicas]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18159/M-293.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Int. J. Morphol.* 35(1). 227-232. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Peralta, C. y Barrios, P. (2012). *Proyecto de creación de una fundación para el manejo y tratamiento de los residuos sólidos reciclables*. [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Litoral (espol)]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/21085>

- Ponce Valenzuela, G. (2008). Análisis de la estructura y desempeño de la industria cosmética en México. *Revista tiempo económico*, 3(10), 57-70. <http://tiempoeconomico.azc.uam.mx/wp-content/uploads/2017/07/te10.pdf>
- Priego, N. (2007). *Obtención de fibra dietética a partir de sáculos de naranja aplicando un tratamiento de vapor*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Tecnológica de la Mixteca Instituto de Agroindustrias]. http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10354.pdf
- Prieto Sandoval, V., Jaca, C. y Ormazabal, M. (2017). Economía circular, *Ingeniería*, 15, pp. 85-95. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6296083>
- Proaño, J., Rivadeneira, E., Moncayo, P. y Mosquera, E. (2020). Aceite de maracuyá (*Passiflora edulis*): Aprovechamiento de las semillas en productos cosméticos. *Enfoque UTE*, 11(1), 119-129. <https://www.redalyc.org/journal/5722/572262052001/html/>
- Ramírez, A. y Pacheco de Delahaye, E. (2009). Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*, 34(4), pp. 293-298. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000400014&lng=es&tlng=es.
- Restrepo Duque, A., Rodríguez Sandoval, E. y Manjarrés Pinzón, K. (2011). Cortezas de naranja comestibles: una aproximación al desarrollo de productos con valor agregado a partir de residuos agroindustriales. *Producción + limpia*, 6(2), 47-57. <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v6n2/v6n2a05.pdf>
- Rincón Reyna, J., Rincón Reyna, P. G., Torres Maravilla, E., Mondragón Rojas, A. G., Sánchez Pardo, M. E., Arana Cuenca, A., Jiménez García, E. (2016). Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra de mesocarpio de coco (*Cocos nucifera L.*). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 279-284
- Riquelme Barros, R. (12 de abril 2019). *Rendimientos, Mermas y Precio Limpio*. Gastronomía rentable. Recuperado el día 9 de mayo 2022 de <https://www.gastronomiarentable.com/post/rendimientos-mermas-y-precio-limpio>
- Rivadeneira Rosales, M. (2020). *Propuesta de re utilización de los residuos del proceso de producción de cerveza artesanal para incremento de la productividad de la empresa Holy Krank*. [Trabajo de titulación bajo la modalidad Propuesta Metodológica, previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial, Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica] <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/1899>
- Robayo, L. (2019). Industria mexicana de productos para el cuidado personal: la segunda más grande en América Latina. Recuperado 23 de septiembre de 2021, de Mundo PMMI <https://www.mundopmmi.com/empaque/inteligencia-de-negocios/article/21107059/industria-mexicana-de-productos-para-el-cuidado-personal-la-segunda-ms-grande-en-amrica-latina>

- Rodríguez-Miranda, J., Rivadeneyra-Rodríguez, J.M., Ramírez-Rivera, E. de J., Juárez-Barrientos, J.M., Herrera-Torres, E., Navarro-Cortez, R. O. y Hernández-Santos, B. (2011). Caracterización fisicoquímica, funcional y contenido fenólico de harina de malanga (*Colocasia esculenta*) cultivada en la región de Tuxtepec, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*, XV (43), 37-47
- Rojas, J., Perea, A. y Stashenko. (2009). Obtención de aceites esenciales y pectinas a partir de subproductos de jugos cítricos. *Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*. 16(1), 110-115. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/vitae/article/view/1432/1096>
- Sánchez, F. (18 de marzo de 2018). *Los micro-plásticos en cosmética y productos de higiene personal*. Bio Eco Actual. <https://www.bioecoactual.com/2018/03/18/micro-plasticos-cosmetica/>
- Santiago Castro, J. (2014). *Obtención y caracterización fisicoquímica, microbiológica y organoléptica de residuos fibrosos de naranja (Citrus sinensis) obtenidos a 50°C y su incorporación en un sistema alimenticio*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Tecnológica de la Mixteca Instituto de Agroindustrias]. http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/12220.pdf
- Sanmartín, G. S., Zhigue, R. A. y Alana Castillo, T. P. (2017). El reciclaje: un nicho de innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista. *Universidad y Sociedad*. 9(1), pp. 36-40. <http://rus.ucf.edu.cu/>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (05 de diciembre de 2020). *Un cítrico muy joven: toronja*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/un-citrico-muy-joven-toronja?idiom=es>
- Saval, S. 2012. Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *Bio-Tecnología*, 16(2), 14-16. https://smbb.mx/wp-content/uploads/2017/10/Revista_2012_V16_n2.pdf
- Secretaría de Economía. (2009). *Industria Cosmética*. <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/economia-para-todos/abc-de-economia/mercado-interno/356-industria-cosmetica>
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2020). *Plan Agrícola Nacional 2016-2030 Cítricos*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257073/Potencial-C_tricos-parte_uno.pdf
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2020) *Anuario estadístico de la producción agrícola*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Tadeo, F. R., Moya, J. L., Iglesias, D. J., Talón, M. y Primo-Millo, E. (2003). La flor y el fruto. *Histología y Citología de Cítricos* (pp. 61-85). Generalitat Valenciana Consellería de

Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://frutales.files.wordpress.com/2011/01/cit-06-hostiologia-y-citologia-de-los-citricos.pdf>

Técnico agrícola. (7 de junio de 2011). Partes de un fruto cítrico, naranja, mandarina, limón, pomelo. <https://www.tecnicoagricola.es/partes-de-un-fruto-citrico-naranja-mandarina-limon-pomelo/>

Torres-Gómez, G., Marulanda-Raigoso J. S. y Villa-Ramírez, R. (2019). Descripción de la calidad fisicoquímica de los residuos de sábila (*Aloe vera*) (L.) Burm. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, 32(1), pp.16-21. <https://doi.org/10.33975/riuq.vol32n1.271>

Trujillo Cruz, L. C. (2018). *Determinación de los impactos ambientales generados en la cadena productiva del fique, en el municipio de el Tambo* [Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Popayán, Colombia]. <http://repositorio.uniautonoma.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/222>

Umaña, J., Álvarez, C., Lopera, S.M. y Gallardo, C. (2013). Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación. *Alimentos Hoy*, 22(29), 33-46

Vargas Corredor, Y. A. y Pérez Pérez, L. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad De Ciencias Básicas*, 1(1), 59-72. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>

Vargas y Vargas, M. de L., Figueroa Brito, H., Tamayo Cortez, J. A., Toledo López, V. M. y Moo Huchin, V. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. *CIENCIA Ergo-Sum*, 26(2). <https://doi.org/10.30878/ces.v26n2a6>

Vethaak, A. D. y Leslie, H. A. (2016). Plastic debris is a human health issues, *Environ.Sci. Technol.*, 50(13), 6825-6826. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b02569>

Vidal Vinaches, A. (2019). *Viabilidad de una alternativa de economía circular para el excedente de hortalizas en la Cooperativa Rural San Vicent Ferrer (València)*. [Tesis de grado, Universitat Politècnica de València]. <http://hdl.handle.net/10251/127225>

Wais, N. (2011). Secado combinado de frutas: deshidratación osmótica y microondas. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de La Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/38494>

Wang, J. C. y Kinsella, J. E. (1976) Functional properties of novel proteins: Alfalfa leaf protein. *J. Food Sci.* 41: 286-292. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1976.tb00602.x>

- WWF (2019). Evaluación de la ingestión humana de plásticos presentes en la naturaleza. Obtenido de https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/analisi_de_estudio_de_ingestion.pdf
- Yepes, S. M., Montoya Naranjo, L. J. y Orozco Sánchez, F. (2008). Valorización de residuos agroindustriales - frutas - en Medellín y el Sur del Valle del Aburrá, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 61(1). 4422-4431. <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179914077018.pdf>
- Zambrano Z. M. L., Meléndez P. R. y Gallardo N. Y. (2001) Propiedades funcionales y metodología para su evaluación en fibra dietética. Tecnología y Salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en Alimentos. Editorial Varela. Sao Paulo. 195-209.
- Zuluaga G., N. A. y Hernández Salazar, T. (2016). *Perfil técnico ambiental para cosméticos*. [Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gestión Ambiental, Universidad Pontificia Bolivariana Escuela de Ingeniería Sistema de Formación Avanzada Especialización en Gestión Ambiental]. https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2966/TrabajoGrado_Natalia%20Zuluaga_Tatiana%20Hern%C3%A1ndez%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Zumalacárregui, B. y Ferrer, C. (2021). Elaboración de crema exfoliante con aceite y cáscara de semillas de moringa oleífera ecotipo plain. *Revista Centro Azúcar*, 48(1), 22-34. Recuperado en 15 de agosto de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612021000100022&lng=es&tlng=es