



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**DESARROLLO DE UN MAPA
TECNOLÓGICO DIGITAL DE
LAS PROPIEDADES Y USOS
DEL PÁPALO**

APOYO A LA DOCENCIA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A
MARÍA FERNANDA LÓPEZ ARMAS

ASESORA:

DRA. MARÍA ANDREA TREJO MARQUEZ

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 2023.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**



**UNAM
CUAUTITLÁN**

DEPARTAMENTO

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: DRA. MARIA DEL CARMEN VALDERAMA BARRIO
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la: **Actividad de Apoyo a la Docencia.**

Desarrollo de un mapa tecnológico digital de las propiedades y usos del pápalo.

Que presenta la pasante: **María Fernanda López Armas**
Con número de cuenta: **417071345** para obtener el título de: **Ingeniera en Alimentos**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 20 de Enero de 2023.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	<u>Dra. María Elena Vargas Ugalde</u>	
VOCAL	<u>I.A. Miriam Alvarez Velasco</u>	
SECRETARIO	<u>Dra. María Andrea Trejo Márquez</u>	
1er. SUPLENTE	<u>Dra. María Elena Pahua Ramos</u>	
2do. SUPLENTE	<u>M. en C. Selene Pascual Bustamante</u>	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional



El presente trabajo fue financiado por el proyecto PAPIIT (IT202419) "Aplicación de tratamientos de ultrasonido, campos eléctricos y cocción solar en el procesamiento de productos hortofrutícolas típicos de México" de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM y la cátedra CI2246, FESC-UNAM.



DEDICATORIAS

A mis papás, Sonia y Arturo, por su amor y su esfuerzo para que nunca me faltara nada. Gracias por confiar en mí y apoyarme en la aventura de irme a estudiar lejos de casa. Sé que siempre podré contar con su guía, consejos y palabras ánimo en los momentos difíciles, ustedes son mi motivación para alcanzar mis metas y salir adelante. Sin ustedes este logro no hubiera sido posible.

A mi familia por siempre esperarme con alegría los fines de semana. A Camila por ser la mejor hermana y compañera de clases virtuales, gracias por quererme y apoyarme. A mis tíos Héctor y Adriana por recibirme en su casa siempre que lo necesitaba y por los viajes a casa los fines de semana. A mis abuelitos por siempre estar al pendiente de mí, por apoyarme y motivarme para culminar mis estudios universitarios.

A mis amigas de la universidad Ahide y Mirel, por su amistad incondicional desde los primeros semestres. Yunen y Viry por ser las mejores compañeras de equipo, bailes, risas y aventuras. Montse y Ximena Fadul por ser las mejores roomies y compañeras de carrera, en ustedes encontré un segundo hogar en Cuautitlán Izcalli. Lis por ser mi mejor amiga, por todo tu apoyo durante la carrera y en especial por recibirme en tu casa como parte de tu familia. Les agradezco a todas por su apoyo y compañía en los momentos difíciles, por todas las risas y aventuras que pasamos juntas. Gracias ustedes siete descubrí lo que es la amistad sincera e incondicional, sé que seguirán en mi vida por muchos años más.



AGRADECIMIENTOS

A mis profesoras del taller de frutos y hortalizas por sus enseñanzas y por todo su esfuerzo en la organización del taller durante la pandemia. A pesar de no cursar el taller presencial ustedes lograron enriquecerlo y darnos excelentes recursos para concluir la carrera de la mejor manera. Gracias a ustedes siempre voy a recordar al taller como una de las mejores materias de la carrera. A mi asesora la Dra. Andrea Trejo por su confianza en mí y en mi proyecto, por su paciencia, comprensión y apoyo durante el desarrollo de este trabajo de tesis.

A todos los profesores con los que tuve clases a lo largo de la carrera por compartir sus conocimientos y ser parte de mi formación académica, gracias a cada una de sus aportaciones he logrado culminar esta etapa profesional.

A la UNAM y a la FES Cuautitlán por permitirme conocer a tantas personas que marcaron mi vida de manera positiva, por abrirme las puertas y darme todas las herramientas necesarias para convertirme en profesionista. Es un honor ser parte de la máxima casa de estudios.



ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	9
II. OBJETIVOS	10
Objetivo General	10
Objetivo Particular 1	10
Objetivo Particular 2	10
Objetivo Particular 3	10
Objetivo Particular 4	10
Objetivo Particular 5	10
III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	11
CAPÍTULO 1	13
GENERALIDADES DE LOS QUELITES	13
1.1 ¿Qué son?	13
1.2 Importancia	14
1.3 Aprovechamiento	15
1.4 Manejo	16
CAPÍTULO 2	17
GENERALIDADES DEL PAPALOQUELITE	17
2.1 Origen	17
2.2 Distribución	17
2.3 Taxonomía y morfología	18
2.4 Composición química	20
2.5 Producción nacional	21
2.6 Uso tradicional del pápalo	23
CAPÍTULO 3	24
ESTUDIOS SOBRE LOS USOS POTENCIALES DEL PÁPALO	24
3.1 Uso medicinal	24
3.2 Uso antimicrobiano	25
3.3 Uso insecticida	25
3.4 Tecnologías emergentes	26
CAPÍTULO 4	27
PRODUCTOS MÍNIMAMENTE PROCESADOS	27
4.1 Pápalo mínimamente procesado	27
4.2 Operaciones básicas	27
4.4 Equipo	32



4.5 Normatividad	32
CAPÍTULO 5.	34
PÁGINA WEB Y APRENDIZAJE	34
5.1 Aprendizaje combinado	35
5.2 Estructura y organización	36
5.3 Aspectos técnicos y estéticos.....	36
5.4 Criterios pedagógicos.....	38
IV. RESULTADOS	39
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES	53
VII. IMPACTO EN LA DOCENCIA	53
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales tipos de quelites.....	14
Figura 2. Cultivo intensivo de pápalo y chepiche	16
Figura 3. Distribución del papaloquelite	18
Figura 4. Producción nacional de pápalo en el año 2021	21
Figura 5. Platillos mexicanos con pápalo	23
Figura 6. Ejemplos de productos mínimamente procesados.....	27
Figura 7. Proceso de elaboración de un producto mínimamente procesado	28
Figura 8. Factores que afectan la vida de anaquel de los productos mínimamente procesados.....	31
Figura 9. Ejemplos de equipo de proceso de los productos mínimamente procesados.....	32
Figura 10. Características que deben presentar las páginas web educativas.....	34
Figura 11. Mapa tecnológico de usos potenciales del pápalo.	39
Figura 12. Página de inicio del sitio web.	41
Figura 13. Porcentaje de evaluación de la página web.	41
Figura 14. Porcentaje de utilidad de difusión de la información.	42
Figura 15. Porcentaje de organización de la página	43
Figura 16. Porcentaje de calidad y utilidad de la información.....	43
Figura 17. Porcentaje de aporte de nuevos conocimientos.....	44
Figura 18. Porcentaje de utilidad de la información para el desarrollo de nuevos proyectos.....	44



Figura 19. Porcentaje de utilidad de los materiales para revalorizar y promover el aprovechamiento de los quelites.	45
Figura 20. Porcentaje de los comentarios sobre la página web.	46
Figura 21. Porcentaje del uso de la información consultada.	46
Figura 22. Porcentaje de coherencia didáctica de los objetivos de la página web.	47
Figura 23. Porcentaje de generación de reflexión, crítica e innovación en los estudiantes.	48
Figura 24. Porcentaje de adecuación del diseño de la página web.	48
Figura 25. Porcentaje de calidad de la información.	49
Figura 26. Porcentaje de la utilidad de la página web para el desarrollo de proyectos de investigación.	49
Figura 27. Porcentaje de la viabilidad de los materiales para promover el aprovechamiento de los quelites.	50
Figura 28. Porcentaje de uso de la página web como material didáctico.	50
Figura 29. Porcentaje de mejoras a la página web.	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cálculo del número de muestra	12
Cuadro 2. Clasificación taxonómica del papaloquelite.	18
Cuadro 3. Partes del papaloquelite.	19
Cuadro 4. Composición química del papaloquelite	20
Cuadro 5. Aporte nutricional del pápalo	20
Cuadro 6. Producción Total Anual de pápalo los últimos 5 años	22
Cuadro 7. Propiedades medicinales reportadas para el extracto de hojas de pápalo.	24
Cuadro 8. Propiedades antimicrobianas reportadas para el extracto de hojas de pápalo.	25
Cuadro 9. Propiedades insecticidas reportadas para el extracto de hojas de pápalo.	26
Cuadro 10. Tecnologías emergentes en la extracción de aceite esencial de hojas de pápalo.	26
Cuadro 11. Recomendaciones sobre el diseño de las páginas web	37



I. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se expone información sobre los quelites en general, esta incluye su definición, importancia cultural, económica y nutricional, así como su situación actual respecto al manejo y aprovechamiento. De igual manera se hace énfasis en el pápalo exponiendo detalladamente su origen, distribución, morfología, composición química, situación actual sobre la producción nacional y su uso. Asimismo, se realiza una revisión bibliográfica mediante la cual se recopilan artículos científicos en los cuales se estudian las propiedades medicinales, antimicrobianas, antifúngicas e insecticidas, así como las tecnologías emergentes para la obtención del aceite esencial de las hojas del pápalo.

Con lo anterior se desarrolló en primer lugar un mapa tecnológico sobre los usos potenciales del pápalo y posteriormente se diseñó una página web en la cual se puede consultar toda la información recopilada. Esta página está destinada a estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos con la finalidad de dar a conocer información sobre los quelites, en especial el pápalo, los cuales son productos vegetales poco valorados y utilizados, en un intento de revalorizarlos y promover su aprovechamiento.

Finalmente se realizaron encuestas de impacto a los alumnos y profesores de la carrera de ingeniería en alimentos con el fin de conocer su opinión sobre el material generado, el uso que darán a la información consultada y recibir retroalimentación sobre los aspectos técnicos y de diseño de la página web para mejorarlos y así cumplir con los objetivos planteados.



II. OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar un mapa tecnológico digital con información actualizada sobre los aspectos nutricionales, tecnológicos, científicos e importancia económica del pápalo para la consulta y enriquecimiento del tema para los alumnos de Ingeniería en Alimentos y áreas afines.

Objetivo Particular 1

Realizar una revisión bibliográfica utilizando bases de datos para recopilar información científica y tecnológica actualizada sobre los usos y las propiedades del pápalo.

Objetivo Particular 2

Realizar una propuesta tecnológica sobre usos del pápalo a partir de la información científica y tecnológica investigada.

Objetivo Particular 3

Diseñar un mapa tecnológico digital del pápalo mediante una página web en la que se presente información científica, económica, tecnológica y nutricional obtenida de forma ordenada para su consulta y posibles usos industriales que ayude a revalorizar al pápalo.

Objetivo Particular 4

Evaluar la calidad e impacto de la página web por medio de una encuesta digital dirigida a estudiantes de Ingeniería en Alimentos y áreas afines.

Objetivo Particular 5

Evaluar la calidad y el alcance de los objetivos de aprendizaje por medio de una encuesta digital dirigida a profesores de Ingeniería en Alimentos y áreas afines.



III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

1. Revisión bibliográfica mediante las bases de datos

La revisión bibliográfica se llevó a cabo con ayuda de las bases de datos scopus y ScienceDirect. Se recopilaron, organizaron y analizaron artículos científicos en los que se estudiaron las diferentes propiedades de las hojas de pápalo, las posibles aplicaciones, usos, así como el extracto que se obtiene de ellas y las tecnologías emergentes para obtenerlo.

2. Desarrollo del mapa tecnológico

La información obtenida se analizó, sintetizó y organizó para elaborar un mapa tecnológico en donde se describen las propiedades químicas, nutricionales y aspectos tecnológicos del pápalo.

3. Diseño de la página web

La página web se creó utilizando la herramienta Google Sites, la cual se podrá consultar en los navegadores Google Chrome, Mozilla Firefox e Internet Explorer. La página contiene la información recopilada, además de las fuentes revisadas, imágenes, videos e infografías que se encuentran clasificados y ordenados para facilitar la consulta.

4. Evaluación de la calidad y el alcance de los objetivos educativos

Para la evaluación de la calidad y el alcance de los objetivos se realizaron dos encuestas digitales mediante formularios de Google, una dirigida a estudiantes y otra a profesores de Ingeniería en Alimentos y áreas afines.

5. Cálculo de tamaño de muestra

Para el cálculo de tamaño de muestra se consideró una población finita en un estudio de tipo cualitativo y con el 90% de nivel de confianza, para los valores de p y q se consideró el 50% porque no se tienen investigaciones previas sobre este



tema. Se utilizó la ecuación 1 (Aguilar, 2005). En el Cuadro 1 se presenta el resultado del cálculo.

Cuadro 1. Cálculo del número de muestra (Aguilar, 2005).

Variables	Ecuación 1
n = tamaño de muestra N = 706 alumnos Z _{90%} = 1.645 p = 0.5 q = 0.5 d = 0.05	$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N-1) + Z^2pq}$ $n = \frac{(706)(1.645)^2(0.5)(0.5)}{(0.1)^2(706-1) + (1.645)^2(0.5)(0.5)} = 61.8 = 62$
n = tamaño de muestra N = 42 profesores de IA Z _{90%} = 1.645 p = 0.5 q = 0.5 d = 0.05	$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N-1) + Z^2pq}$ $n = \frac{(42)(1.645)^2(0.5)(0.5)}{(0.1)^2(42-1) + (1.645)^2(0.5)(0.5)} = 26.1 = 27$



CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DE LOS QUELITES

1.1 ¿Qué son?

México es considerado un país megadiverso ya que es uno de los 17 países que poseen en conjunto el 70% de la diversidad mundial de especies de animales y plantas. El principal criterio que un país debe cumplir para ser megadiverso es tener al menos 5,000 especies endémicas de plantas. En el caso de México se calcula que existen más de 26,000 especies de plantas de las cuales el 54.2% son endémicas (CONABIO, 2020a).

Entre todas las especies de plantas que existen encontramos un grupo particular de verduras nativas de México conocido como quelites, los cuales se definen como “plantas cuyas hojas, tallos tiernos y en ocasiones las inflorescencias inmaduras, son consumidas como verdura” (Castro *et al.*, 2011a). Las partes utilizadas como quelites pueden ser la planta completa (sin la raíz), plántulas, ramas o retoños jóvenes, hojas tiernas, hojas sin nervaduras, pecíolos y tallos; las cuales aportan a la dieta una gran diversidad de olores, sabores y texturas, así como diversos nutrimentos (CONABIO, 2020b).

En México se conocen más de 250 especies utilizadas como quelites que pertenecen a diferentes familias botánicas (SNICS, 2017), algunas de ellas se consumen frecuentemente, otras se consumen sólo en ciertos lugares y muchas más aún son desconocidas para la mayoría de la población. Entre los quelites más comunes, se encuentran el pápalo (*Porophyllum ruderale subsp. macrocephalum*), la verdolaga (*Portulaca oleracea*), el quintonil (*Amaranthus spp.*), el romerito (*Suaeda nigra*), el quelite cenizo (*Chenopodium berlandieri subsp. berlandieri*), el huauzontle (*C. berlandieri subsp. nuttalliae*), los alaches (*Anoda cristata*), el epazote (*Dysphania ambrosioides*), la chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*), la hoja santa (*Piper*



auritum) y los chepiles (*Crotalaria spp.*) (Linares & Bye, 2015). Estos se pueden observar en la Figura 1.



Figura 1. Principales tipos de quelites (CONABIO, 2020b).

1.2 Importancia

Los quelites son recursos conocidos y utilizados desde la época prehispánica, han sido parte de la tradición agrícola de nuestro país, pues muchos de ellos es posible encontrarlos en la milpa en donde son cultivados, recolectados y cuidados por los agricultores quienes, de generación en generación, han preservado la tradición del consumo de los quelites (Santillán, 2018a).

Por la parte culinaria los quelites constituyen el componente principal de algunos platillos, pero también pueden ser condimentos que proporcionan diferentes aromas, colores y sabores (CONABIO, 2020b). En diversas zonas del país el consumo de quelites es cotidiano, conforman parte importante de la dieta y



contribuyen a dar aromas, sabores y texturas a la dieta basada en maíz y frijol (Castro *et al.*, 2011a). Además de su contribución en una amplia variedad de nutrimentos como proteína, fibra dietética, minerales, vitaminas A y C y compuestos bioactivos (Santiago-Saenz *et al.*, 2019).

Además de su importancia cultural también debe de destacarse su importancia económica ya que la venta de quelites representa una forma de autoempleo y obtención de recursos, ya que posibilita un ingreso con poca o ninguna inversión monetaria. En algunas comunidades cuando los quelites son sembrados en policultivo, como en el caso de los chilares en la Sierra Norte de Puebla, su venta representa hasta 15% de los ingresos totales de un ciclo agrícola (Castro, 2000).

1.3 Aprovechamiento

En la actualidad el uso y conocimiento sobre los quelites continúa principalmente en las comunidades rurales donde los pequeños agricultores son responsables de producir los cultivos con base en el conocimiento tradicional que se tiene de cada especie (CONABIO, 2020b). Estos recursos vegetales permiten su supervivencia y les dan identidad debido a que son parte de su dieta, vestimenta, festividades y de numerosas actividades como la elaboración de artesanías y medicinas, entre otros (Balcázar-Quiñones *et al.*, 2020). Sin embargo, fuera de este aprovechamiento son plantas subutilizadas y poco valoradas, a pesar de que han formado parte de la gastronomía y medicina tradicional mexicana desde épocas prehispánicas.

La disminución de su consumo se debe a diversos factores culturales, sociales y geográficos que limitan su venta. A la par, se ha visto una disminución importante en su demanda, debido a que la gente ya no los compra y los canales de comercialización se han reducido, lo cual también afecta los cambios en los patrones de producción (Santillán, 2018a). También ha habido una modificación de los hábitos de alimentación y las preferencias de los consumidores generadas por la globalización, la publicidad, el aumento de las tiendas de cadena y el acelerado



ritmo de vida (Leyva & Pérez, 2015), lo cual ha resultado en la sustitución de los alimentos tradicionales por alimentos procesados.

1.4 Manejo

La forma de manejo de los quelites cambia de acuerdo la especie de que se trate y a su zona de producción. Pueden ser plantas silvestres cuando crecen en la vegetación natural o primaria y son simplemente objeto de recolecta; o bien pueden tener algún grado de manejo. Existen quelites que reciben cierto tipo de cuidados por parte del hombre, como el evitar cortarlos durante los deshierbes y procurar su desarrollo hasta que produzcan semilla para así asegurar la siguiente generación. (Castro *et al.*, 2011b). Otras especies de quelites que son objeto de un manejo que incluye la colecta y almacenamiento de semilla para posteriormente ser sembrados ya sea en cultivo múltiple con otras especies útiles o en monocultivos (Castro *et al.*, 2011b). En la Figura 2 se muestra el ejemplo de un cultivo intensivo de pápalo y chepiche.



Figura 2. Cultivo intensivo de pápalo y chepiche (Basurto, 2021).

Los principales quelites que se cultivan para comercializarse son la verdolaga, pápalo, pipicha, chepiche, romerito, huazontle, chepiles, alaches y quintoniles. El cultivo de estos quelites se ha realizado, principalmente, por pequeños agricultores, con pocos insumos externos y con base al conocimiento local de las especies. Su crecimiento se puede presentar en suelos pobres en nutrientes y agua, lo que los hace tolerantes a la sequía, con bajo mantenimiento y sin insumos externos (CONABIO, 2020b).



CAPÍTULO 2

GENERALIDADES DEL PAPALOQUELITE

2.1 Origen

El pápalo es una planta herbácea originaria de México, Centro y Sudamérica. Sus hojas verdes, aromáticas y de sabor fuerte, asemejan las alas de una mariposa; de ahí recibe su nombre, el cual deriva del náhuatl “Papaloquilitl”, donde “pápalotl” significa mariposa, y “quilitl”, quelite o hierba comestible (SIAP, 2018).

Se tienen registros del uso de los quelites en los documentos escritos por los españoles al llegar a la entonces Nueva España, entre los más importantes se encuentra “Historia general de las cosas de la Nueva España” obra de Fray Bernardino de Sahagún que data del 1577 en la que se mencionan alrededor de 60 plantas reconocidas como quelites y se muestran ilustraciones de varias de ellas como son el papaloquilitl (pápaloquelite), mozoquilitl (mozote), (hojas de jaltomate) y uauhquilitl (quelite cenizo o amaranto) (Castro *et al.*, 2011a).

2.2 Distribución

Es una planta que prefiere el clima cálido, semicálido y templado entre los 50 y los 1000 msnm. Normalmente es cultivada en huertos familiares y en ocasiones asociada a bosques tropicales caducifolio, subcaducifolio, subperennifolio y perennifolio, bosque espinoso, bosque mesófilo de montaña, bosques de encino y de pino (Villareal, 2003). Es una de las especies de quelites que habitan en las milpas mexicanas, algunas veces se le considera mala hierba o maleza ocasional de los caminos o entre los cultivos.

Como se puede observar en la Figura 3 es una planta con una amplia distribución, se puede encontrar al suroeste de Estados Unidos, en todo el territorio mexicano y en varios países de Centroamérica y norte de Sudamérica como son Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú y Venezuela. Se le conoce por diferentes nombres según la región



en la que se encuentre, por ejemplo, en México se le llama pápalo, papaloquelite, hierba del venado, tepegua, liendrilla o mata piojo, en Bolivia quirquiña o cilantro boliviano, en Colombia chucha, ruda de gallina o venadillo, en Brasil couve-cravinho y en Ecuador y Perú como hierba de gallinazo (Paniagua-Zambrana *et al.*, 2020).



Figura 3. Distribución del papaloquelite (Villareal, 2003).

2.3 Taxonomía y morfología

El género *Porophyllum* pertenece a la familia Asteraceae que está constituida por 1,000 géneros y unas 20,000 especies de distribución cosmopolita, cuyas características generales son (Cuadro 2): plantas herbáceas o arbustivas, rara vez arbóreas o trepadoras (Castro *et al.*, 2011b)

Cuadro 2. Clasificación taxonómica del papaloquelite (Hernández, 2014).

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Subfamilia	Asteroideae
Tribu	Tageteae
Género	Porophyllum
Especie	Porophyllum ruderale
Variedad	Porophyllum ruderale ssp. macrocephalum



Su nombre científico es *Porophyllum ruderale*, donde *Porophyllum* deriva del griego *porus* que significa poro y *phyllon* que quiere decir hoja debido a la presencia de glándulas en las hojas en la mayor parte de las especies que conforman este género (Castro *et al.*, 2011b). Es una planta herbácea de tallos largos y hojas aromáticas al estrujarse, puede llegar a ser bastante frondosa y presenta colores entre verde y azul en todas sus partes, las cuales se describen en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Partes del papaloquelite (Villareal, 2003).

Parte	Descripción
<p>Tallo</p> 	<p>Erectos, de 40 a 150 cm de alto, ramificados en la mitad superior.</p>
<p>Hojas</p> 	<p>Opuestas a alternas, ovadas a casi circulares, de hasta 5 cm de largo, redondeadas en el ápice y con el margen ondulado, con glándulas translúcidas, alargadas</p>
<p>Flores</p> 	<p>Son individuales numerosas, de color crema, verdoso o tendiendo al café o al rojo, se agrupan en cabezuelas cilíndricas de 2 a 3 cm de largo.</p>
<p>Semillas</p> 	<p>De color negro de 10 a 12 mm de largo.</p>
<p>Frutos</p> 	<p>Es seco y no se abre, contiene una sola semilla (aquenio), es angosto, cilíndrico y negruzco, de 1 a 1.5 cm de largo; en el ápice del fruto se presenta numerosas cerdas largas (de aproximadamente 1 cm) y delgadas de color pajizo.</p>



2.4 Composición química

Al ser una hortaliza el componente mayoritario es el agua, seguido de los carbohidratos y las proteínas, destaca por su contenido de vitamina C, vitamina A, calcio, fósforo y por su actividad antioxidante. En el Cuadro 4 se presenta la composición química del pápalo.

Cuadro 4. Composición química del papaloquelite (Hernández, 2014; Mendoza, 2014).

Elementos principales	Unidad	En 100g
Energía	kcal	22
Humedad	g	93.2
Fibra dietética	g	0.93
Carbohidratos	g	2.89
Proteínas	g	1.75
Lípidos	g	0.33
Cenizas	g	0.90

El pápalo puede considerarse alimento funcional debido a que además de aportar nutrimentos posee componentes biológicamente activos (como los minerales, las vitaminas, antioxidantes, terpenos y fibra) que ofrecen beneficios a la salud y reducen el riesgo de sufrir enfermedades. En la Cuadro 5 se presenta el aporte nutricional del pápalo.

Cuadro 5. Aporte nutricional del pápalo (Hernández, 2014; Mendoza, 2014).

Elementos principales	Unidad	En 100g
Calcio	mg	361
Fósforo	mg	17
Hierro	mg	2.4
Sodio	mg	34.30
Magnesio	mg	138.04
Potasio	mg	113.95
Vitamina A	µg	64.5
Vitamina C	mg	19
Vitamina B1	mg	0.08
Vitamina B2	mg	0.20
Vitamina B3	mg	0.30



Entre los componentes bioactivos presentes en el pápalo encontramos (Hernández, 2014):

- Vitamina A: se requiere en la formación, crecimiento y desarrollo normal de las células, también en el crecimiento óseo.
- Vitamina C: es modulador del crecimiento, refuerza el sistema inmune previene alergias, y tiene propiedades antioxidantes con las cuales se evitan el envejecimiento prematuro.
- Calcio y magnesio: funcionan como moduladores del crecimiento ayudando a la maduración del esqueleto, fortalecen el sistema inmune y reducen el riesgo de osteoporosis.
- Potasio: es el principal catión del líquido intracelular por lo que tiene un papel fundamental para mantener el equilibrio osmótico.
- Fenoles: tienen propiedades antioxidantes y disminuyen el riesgo de varias enfermedades degenerativas asociadas al estrés oxidativo como el Parkinson, esclerosis múltiple, catarata senil, Alzheimer, etc. Además, se le atribuyen diversos efectos terapéuticos como actividad cardiotónica, antiinflamatoria, hepatoprotectora, antineoplásica.

2.5 Producción nacional

Aunque el pápalo se encuentra en todo el territorio nacional los registros agrícolas muestran que la producción de los cultivos intensivos se concentra en tres entidades: Guerrero, Puebla y Morelos (Figura 4), en orden de importancia por superficie sembrada, producción y valor de la producción.

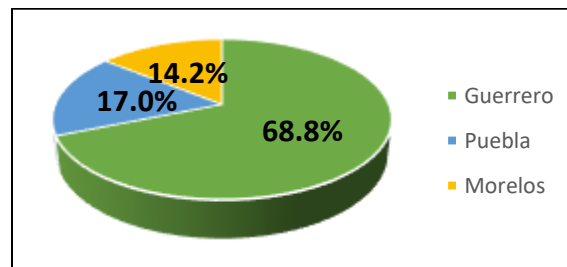


Figura 4. Producción nacional de pápalo en el año 2021 (SIAP, 2023).



Las tendencias de la producción de forrajes, flores, hortalizas y maíz están condicionadas por la tecnología agrícola, la variabilidad climática, los cambios de la política agrícola y la reacción de la oferta y demanda (Orozco *et al.*, 2017). Estos factores alteran los rendimientos físicos y económicos de los cultivos. En el Cuadro 6 se pueden observar los datos de la producción total anual de pápalo del 2017 al 2021. La producción de los cultivos intensivos de pápalo se realiza en forma de monocultivo, se produce durante todo el año y se encuentra más disponible durante la temporada de lluvias. El valor de la producción ha tenido alzas importantes, en especial en el año 2020 ya que en este alcanzó su mejor nivel.

Cuadro 6. Producción Total Anual de pápalo los últimos 5 años (SIAP, 2023).

Año	Producción (Ton)	Valor de producción (miles de pesos)
2021	6,189.53	14,618.84
2020	6,815.62	16,091.26
2019	5,624.79	13,722.05
2018	6,131.19	13,950.59
2017	6,733.77	15,852.41

Se debe de destacar que si bien el cultivo intensivo se destina a las grandes ciudades gran parte de la población mexicana obtiene el pápalo de sus cultivos caseros y se utiliza para autoabasto, venta en pequeños mercados locales o venta casa por casa, esta producción a pequeña escala se realiza dentro de los huertos familiares o en pequeñas porciones de la milpa. Por otra parte, la mayor fracción de la cosecha que proviene de Puebla y Guerrero se destina a la Central de Abastos de la Ciudad de México y posteriormente se distribuye al resto de la ciudad (Castro, *et al.*, 2011b).



2.6 Uso tradicional del pápalo

El principal uso que se le da al pápalo es como alimento. Ha sido utilizado como verdura desde épocas prehispánicas, tradicionalmente se consumen las hojas en estado fresco y crudo para acompañar otros alimentos como las cemitas poblanas y tacos, los cuales son los ejemplos tradicionales del consumo de pápalo, también como parte de sopas, salsas y ensaladas como se muestra en la Figura 5. Sin embargo, hay reportes en los que indican que las hojas y los tallos se hierven y guisan para su consumo (Camacho, 2005).



Figura 5. Platillos mexicanos con pápalo (Castro et al., 2011b).

El segundo uso más importante del pápalo es el medicinal, se le atribuyen diversas propiedades curativas entre las que destacan ser analgésico para el dolor de cabeza, estómago y del pecho, para el tratamiento de desórdenes estomacales principalmente cólicos, indigestión e inflamación y para problemas en la piel y ayuda en la cicatrización (Castro et al., 2011a).



CAPÍTULO 3

ESTUDIOS SOBRE LOS USOS POTENCIALES DEL PÁPALO

3.1 Uso medicinal

Existen pocos estudios que demuestren las actividades que se le atribuyen al pápalo (Cuadro 7) se ha comprobado su actividad analgésica y antiinflamatoria (Lima *et al.*, 2011) comparándolo con fármacos que tienen esa acción, aunque todavía se desconoce el mecanismo de acción de sus componentes, también se ha demostrado su efecto como analgésico y antiespasmódico (Alves, 1996). De igual manera se ha estudiado su actividad antioxidante y su contenido de compuestos fenólicos (Conde-Hernández & Guerrero-Beltrán, 2014) por sus beneficios a la salud evitando daños en proteínas, lípidos o ácidos nucleicos y previniendo el envejecimiento prematuro, enfermedades coronarias, inflamatorias, carcinogénesis, mutagénesis, diabetes, neurodegeneración y asma (Santillán, 2018b).

Cuadro 7. Propiedades medicinales reportadas para el extracto de hojas de pápalo.

Referencia	Resumen
Alves (1996)	Se obtuvo extracto etanólico de hojas de pápalo obtenido mediante arrastre de vapor. Se realizaron las pruebas de actividad biológica por respuesta de contorsión provocada por la prostaciclina sintética y por ácido acético y prueba de analgesia central: movimiento rápido de la cola “Tail-flick” y placa caliente “Hot plate” para estudiar los posibles efectos farmacológicos de dicho extracto aplicándolo vía intraperitoneal en ratones, en dosis de 20, 40, 60, 80 y 100 mg/kg. Se encontró que la inhibición del número de contorsiones y la disminución del tiempo de respuesta de retiro de la cola es dependiente de la dosis, teniendo mayor efecto a mayores dosis.
Souza <i>et al.</i> (2003)	Se estudiaron los aceites esenciales presentes en extracto acuoso de hojas de pápalo, obtenido por hidrodestilación. Se evaluó con una prueba de inflamación inducida de los tejidos que recubren los pulmones y la cavidad torácica en ratones. Al administrar los aceites por vía oral (concentración 100 mg/kg) se logró inhibir la inflamación inducida por LPS, esto podría ser útil para controlar el proceso inflamatorio durante algunas infecciones bacterianas.
Lima <i>et al.</i> (2011)	La actividad antiinflamatoria de extracto acuoso del pápalo obtenido por destilación se evaluó mediante pruebas de retorcimiento con ácido acético, lamido de patas inducido por formalina, placa caliente y pruebas de inflamación inducida en ratones. El extracto se administró en dosis de 100, 200 and 400 mg/kg. Se demostró que en todas las concentraciones inhibe significativamente el retorcimiento, concluyendo con que este extracto acuoso tiene potencial en el tratamiento del dolor e inflamación.



3.2 Uso antimicrobiano

Se han hecho algunos estudios donde se ha investigado la actividad antibacteriana del aceite de pápalo en bacterias Gram positivas y Gram negativas, así como su potencial como antifúngico (Cuadro 8). Se sabe que el β -felandreno y el limoneno, presentes en concentraciones importantes en el aceite esencial de pápalo poseen actividad antibacteriana (Rondón *et al.*, 2008).

Cuadro 8. Propiedades antimicrobianas reportadas para el extracto de hojas de pápalo.

Referencia	Resumen
Rondón <i>et al.</i> (2008)	Se estudio la actividad antibacteriana de extracto acuoso obtenido mediante hidrodestilación. Se realizó el método de difusión en disco probando diferentes concentraciones para determinar las concentraciones mínimas inhibitorias (CMI). Los resultados mostraron actividad antibacteriana en un amplio espectro de actividad con valores de concentración inhibitoria mínima (MIC) que oscilan entre 20 y 200 $\mu\text{g/mL}$ para bacterias Gram positivas (<i>S. aureus</i> y <i>E. faecalis</i>) y Gram negativas (<i>E. coli</i> , <i>K. pneumoniae</i> y <i>P. aeruginosa</i>).
Bussmann <i>et al.</i> (2011)	Se obtuvieron extractos acuosos y etanólicos de las hojas de pápalo mediante maceración. La actividad antibacteriana de los extractos se determinó mediante un método de difusión en agar, se saturaron discos de papel en blanco de seis milímetros con 10 μl de cada extracto de planta, se secaron y se aplicaron a la superficie de agar. El extracto etanólico de pápalo mostró actividad antibacteriana frente a <i>Staphylococcus aureus</i> .
Santos <i>et al.</i> (2016)	Se comparó el efecto de extractos obtenidos por hidrodestilación de las hojas de <i>Peperomia pellucida</i> , <i>Leunurus sibiricus</i> y <i>Porophyllum ruderale</i> sobre el crecimiento de <i>Aspergillus flavus</i> . Su efecto antibacteriano se evaluó mediante un ensayo de difusión en disco, en el que se usaron discos de papel de filtro que contenían 0.0, 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0 μL de aceites esenciales. El aceite esencial de <i>P. ruderale</i> mostró el mayor efecto de inhibición a la mayor concentración.

3.3 Uso insecticida

El contenido de compuestos volátiles es responsable del fuerte y característico olor del papaloquelite, el cual sirve como defensa para repeler a insectos y plagas (Cuadro 9). Algunos productores de la Sierra Norte de Puebla siembran papaloquelite alrededor de sus cultivos, principalmente de chile o intercalados en hileras al interior de estos para repeler algunas plagas (Castro *et al.*, 2011b).



Cuadro 9. Propiedades insecticidas reportadas para el extracto de hojas de pápalo.

Referencia	Resumen
Guillem et al. (1998)	Se estudió el sinergismo de los compuestos volátiles presentes en las hojas de pápalo y el α -terthienyl. Se extrajo el aceite esencial mediante destilación de vapor y se alimentó a larvas de <i>Ostrinia nubilalis</i> en una concentración de 50ppm. Se determinó que los compuestos volátiles del pápalo no tuvieron un efecto significativo por sí solos, sin embargo, en conjunto con el α -terthienyl presentaron una disminución del 41% en la tasa de crecimiento de las larvas de taladrador de maíz (<i>Ostrinia nubilalis</i>).
Alves et al. (2013)	Se estudió el potencial de extracto de hojas de pápalo para controlar al minador de café (<i>Leucoptera coffeella</i>). El aceite esencial se obtuvo mediante extracción con metanol, posterior se disolvió una alícuota (0.070 g) del extracto vegetal liofilizado en 8.0 mL de una solución acuosa de Tween 80 al 1.0% (g mL ⁻¹). Las muestras tratadas con el extracto de las hojas de pápalo mostraron un aumento del 42.4% en la mortalidad de las larvas de esta plaga.

3.4 Tecnologías emergentes

Se tienen dos trabajos en los que se prueban distintos sistemas de extracción del aceite esencial con el fin de determinar las condiciones para obtener el mayor rendimiento, además de su impacto en la cantidad de fenoles totales, la actividad antioxidante (Cuadro 10).

Cuadro 10. Tecnologías emergentes en la extracción de aceite esencial de hojas de pápalo.

Referencia	Resumen
Conde-Hernández & Guerrero-Beltrán (2014)	Se obtuvieron extractos de muestras frescas y secas de hoja de pápalo (<i>Porophyllum ruderale</i>) utilizando un sistema de extracción por agitación y ultrasonido con cinco tipos de solventes (agua, 50:50% v/v etanol: agua, 70:30 % v/v de etanol:agua, 85:15 % v/v de etanol:1,5 N HCl y etanol). El extractos con la mayor cantidad de fenoles totales fue el acidificado de pápalo fresco obtenido con ultrasonido, mientras que el de mayor actividad antioxidante fue el extracto de etanol: agua de aceite esencial obtenido con agitación.
Conde-Hernández et al. (2017)	Se construyó un el equipo para la obtención de extracto de hojas pápalo previamente secadas utilizando el método de extracción de fluidos súper críticos con CO ₂ . La extracción del aceite se realizó a dos temperaturas (40 y 50 °C) y dos presiones (10,34 y 17,24 MPa). Se determinaron las condiciones para obtener el mejor rendimiento (17.24 MPa y 50°C) y la mayor actividad antioxidante (10.34 MPa y 50°C).



CAPÍTULO 4

PRODUCTOS MÍNIMAMENTE PROCESADOS

4.1 Pápalo mínimamente procesado

Los frutos y hortalizas mínimamente procesados se definen como cualquier producto vegetal que ha sido sometido a diferentes operaciones (por ejemplo: pelado, cortado, troceado, lavado, desinfección, enjuague, etc.) para obtener un producto completamente comestible que proporcione comodidad y funcionalidad a los consumidores y que garantice su inocuidad (Artés & Allende, 2014). Algunos ejemplos de este tipo de productos se observan en la Figura 6 como son ensaladas, frutas cortadas y peladas, botanas de hortalizas como apio y zanahorias troceadas y hortalizas de hoja como espinacas, lechuga y arúgula, entre otros.



Figura 6. Ejemplos de productos mínimamente procesados (Yildiz, 2017).

Al desarrollar un producto mínimamente procesado se obtiene un alimento seguro y listo para ser consumido que podría ampliar los canales de distribución del pápalo gracias a las ventajas que presenta frente al producto en fresco no envasado algunas de ellas son aumentar su vida útil, garantiza la inocuidad, conserva sus propiedades nutritivas y es fácilmente almacenable (Pefaur, 2014).

4.2 Operaciones básicas

Las técnicas de preparación de los productos mínimamente procesados deben resolver dos problemas clave: su óptimo acondicionamiento respetando la parte comestible (para simplificar su utilización y consumo) y su corta vida útil, por las lesiones que sufren y al desproveerlos generalmente de sus cubiertas protectoras



naturales. Cada producto requiere de un protocolo y método de elaboración específico que se adapte a las características particulares de cada uno, así como de la presentación del producto final que se desea obtener. El proceso de elaboración de los productos mínimamente procesados involucra una serie de operaciones unitarias que se pueden realizar en general para los productos de este tipo, sin embargo, es importante conocer la naturaleza de las materias primas para definir las condiciones adecuadas para cada uno. En la Figura 7 se muestra el diagrama de proceso general de un producto mínimamente procesado.

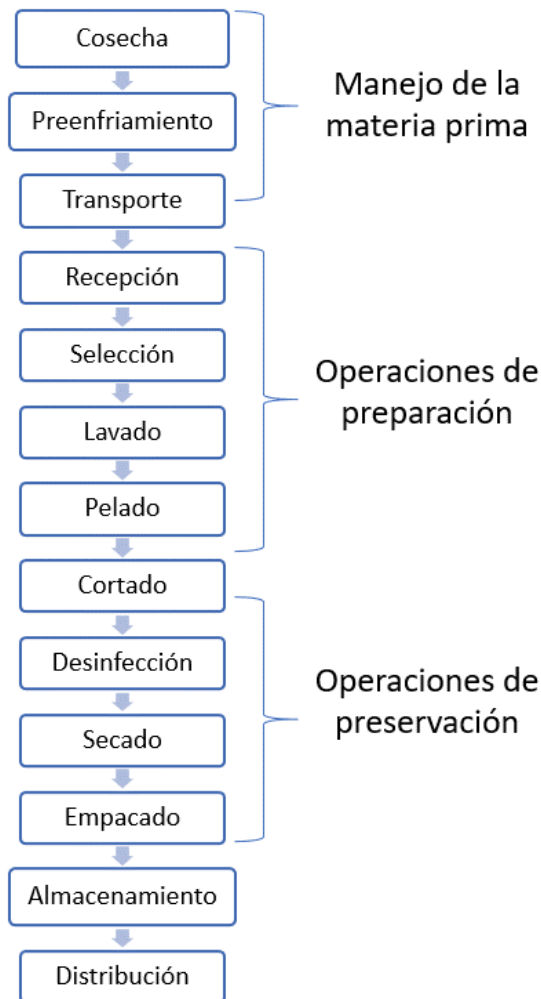


Figura 7. Proceso de elaboración de un producto mínimamente procesado. (Artés & Allende, 2014; Parzanese, 2012; Yildiz, 2017).



El procesamiento de los productos mínimamente procesados comienza con el manejo de la materia prima desde el campo, posteriormente son transportados a la planta procesadora donde se llevan a cabo todas las operaciones de preparación y de preservación que incluyen las operaciones unitarias mencionadas en la definición y la aplicación de tecnologías para mantener su frescura, calidad nutricional y asegurar su inocuidad para obtener el producto en su forma final para finalmente ser distribuido para su comercialización. A continuación, se describen las principales operaciones unitarias de los productos mínimamente procesados (Parzanese, 2012):

- ✓ Cosecha: se puede realizar de manera manual o mecánica según la naturaleza de las materias primas, se debe llevar a cabo en el estado de madurez adecuado y durante la noche o la mañana para tener una baja temperatura ambiental.
- ✓ Preenfriamiento: se realiza para retirar el calor de campo y de respiración mediante aire, agua, la combinación de ambos o con vacío. Se puede realizar en el campo o en la empacadora.
- ✓ Transporte: se debe realizar buscando la menor manipulación para evitar daños mecánicos en el producto, además se deben controlar la temperatura, humedad relativa y tipo de contenedores.
- ✓ Recepción: es necesario tener especial cuidado para no perder la calidad de los productos, como se rompe la cadena de frío el material debe moverse rápido y tener distancias cortas del área de llegada al interior de la planta.
- ✓ Selección: consiste en inspeccionar y seleccionar a los productos para verificar que cumplan con las características deseadas y separar a los que no las cumplan o estén sobremaduros o defectuosos.
- ✓ Lavado: consiste en eliminar la suciedad, restos de tierra, contaminantes físicos y en reducir la carga microbiana del producto entero mediante la utilización de agua preferentemente a 4°C para mantener frío el producto.



- ✓ Pelado: se trata de separar la corteza o piel del producto vegetal, se puede realizar manualmente, al vapor o por abrasión.
- ✓ Cortado: se hace para dar forma y tamaño definido a las frutas y hortalizas. Ayuda a mejorar el sabor, digestibilidad y manejo.
- ✓ Desinfección: es una etapa crítica del proceso, ya que su influye directamente en la inocuidad y vida útil del producto final. La aplicación de cloro hasta 200 ppm es el tratamiento más común, sin embargo, se hoy en día se prefiere el uso de tecnologías como presión hidrostática, luz UV pulsada y ozonificación que son más sostenibles y no dejan residuos tóxicos.
- ✓ Secado: se realiza para eliminar la humedad excedente del producto y evitar que se genere un acelerado deterioro de este por acción microbiana. "Puede realizarse un secado centrífugo, o un secado convectivo por aire frío seco
- ✓ Empacado: el objetivo es proteger el producto terminado de daños físicos, químicos o microbiológicos durante su almacenamiento, distribución y comercialización.
- ✓ Almacenamiento: se requiere un espacio con condiciones óptimas de limpieza e higiene y contar con un sistema que evite el deterioro del producto.
- ✓ Distribución: debe garantizar la integridad de la cadena de frío. Si esto no se cumple el producto perderá calidad y tendrá menor vida útil.

4.3 Cambios en los productos mínimamente procesados.

Durante el procesamiento los tejidos vegetales experimentan estrés que tiene como consecuencia diversas reacciones que llevan al acelerado deterioro de los productos. Se incrementa la producción de etileno como mecanismo de defensa en respuesta a los cortes, aumenta la tasa de respiración lo que causa la aceleración de la senescencia y el deterioro de los tejidos vegetales, se liberan productos intracelulares como fitoquímicos y enzimas, la más importante es la polifenol oxidasa, que causa el oscurecimiento, otra enzima importante es la lipoxidasa, que cataliza la peroxidación responsable de la formación de aldehídos y cetonas con



mal olor (Laurila & Ahvenainen, 2002), de igual manera se tiene una pérdida de la firmeza por la liberación de enzimas pectinolíticas y proteolíticas y su difusión en los tejidos vegetales (Varoquaux & Wiley, 2017).

Con las operaciones de pelado, cortado y troceado la superficie de los productos queda expuesta, ya que se pierde la protección natural que proporciona la cáscara, dejándolos vulnerables al ataque de patógenos y a la pérdida de agua. Cuando los tejidos vegetales son heridos por las operaciones anteriormente mencionadas liberan nutrimentos que atraen y promueven el crecimiento de microorganismos como las bacterias mesófilas, coliformes, mohos y levaduras (Arts & Allende, 2014).

Las operaciones involucradas en el mínimo procesamiento son necesarias para obtener el producto final, sin embargo, afectan negativamente a su calidad y reducen la aceptabilidad de los consumidores por provocar el deterioro fisiológico, cambios bioquímicos y descomposición por el desarrollo de actividad microbiana. En la Figura 8 se muestran los factores que afectan la vida de anaquel de los productos procesamiento mínimo.

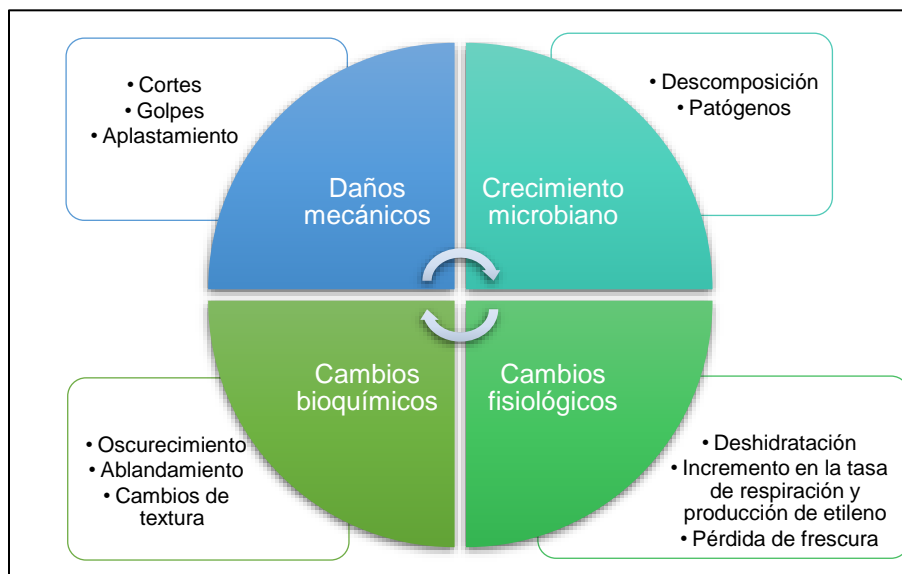


Figura 8. Factores que afectan la vida de anaquel de los productos mínimamente procesados (Arts & Allende, 2014).



4.4 Equipo

En el caso de los productos mínimamente procesados las operaciones de pelado y cortado a nivel industrial normalmente se realizan de forma mecánica, químicamente o en peladoras de vapor a alta presión. Sin embargo, para minimizar los daños que ocasionan la pérdida de calidad de los productos estas operaciones deben ser lo más suave posible por lo que el método ideal sera pelar a mano con un cuchillo bien afilado (Laurila & Ahvenainen, 2002).

El lavado se puede realizar simplemente rociando a los productos con agua potable, pero se prefiere el uso de equipos de inmersión con inyección de aire o algún tipo de sistema que mantenga al agua y a los productos en movimiento (Laurila & Ahvenainen, 2002). Los sistemas para remover el agua del lavado (Figura 9) incluyen dispositivos de drenaje, remoción suave con estopilla, secadores giratorios centrífugos, rejillas vibratorias, transportadores giratorios, hidrotamices, aire forzado y túneles de secado sin centrifugado (Artés & Allende, 2014).



Figura 9. Ejemplos de equipo de proceso de los productos mínimamente procesados (Artés & Allende, 2014; Laurila & Ahvenainen, 2002).

4.5 Normatividad

En México no existe legislación acerca de los productos mínimamente procesados de origen vegetal o animal, por lo que se toma como referencia la legislación del Codex Alimentarius y la Comisión de Regulación Europea.



El Reglamento (CE) n o 2073/2005 de la Comisión Europea establece los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios e indica que las Frutas y hortalizas troceadas listas para el consumo deben:

- Estar exentos de *Salmonella* en 25 g para considerarse satisfactorios.
- Presentar menos de 100 ufc/g de *E. coli* para considerarse satisfactorios.
- Presentar entre 100 ufc/g y 1 000 ufc/g de *E. coli* para considerarse aceptables.

Por otra parte, dentro del Codex se encuentran dos códigos estandarizados referentes a las frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas.

- "Código de prácticas de higiene para frutas y vegetales frescos (CAC/RCP 53-2003)"

En el Anexo I se incluyen recomendaciones respecto a las prácticas de higiene para el procesamiento de las frutas y vegetales frescos listos para consumo y precortados.

- Código Internacional de Prácticas de envasado y transporte de frutas y vegetales frescos (CAC/RCP 44-1995, Amd. 1-2004)

Aunque se enfoca en los productos frescos menciona aspectos y recomendaciones importantes aplicables a los productos mínimamente procesados como el preenfriamiento y consideraciones de las condiciones de transporte y almacenamiento.

De igual manera es importante destacar la importancia de contar con herramientas de prevención para tener un monitoreo efectivo de los riesgos y así evitar la contaminación cruzada de los productos, para lograr esto en el CODEX se recomienda contar con programas como las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES).



CAPÍTULO 5. PÁGINA WEB Y APRENDIZAJE

El sitio web es una herramienta por medio de la cual se apoyan los procesos de enseñanza-aprendizaje, esta permite brindar información relevante y plantear actividades que se desarrollan combinando la enseñanza presencial con la tecnología no presencial (Dávila *et al.*, 2014).

Actualmente, uno de los mejores materiales multimedia para la aplicación de programas formativos es Internet, pues se adecua perfectamente a la educación, aprovechando las posibilidades educativas que dispone. Debido a la importancia que presentan las nuevas tecnologías en la enseñanza, siendo las páginas Web uno de los recursos más importantes, es necesario identificar las características que estas deben de tener (Torres, 2005). En la Figura 10 se ilustran los tres principales elementos de las páginas web educativas.

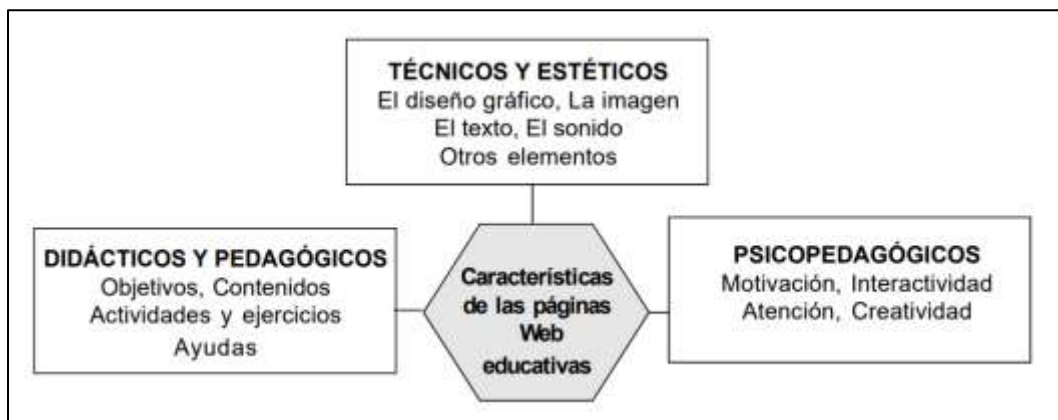


Figura 10. Características que deben presentar las páginas web educativas (Torres, 2005).

Los sitios web que podemos consultar en internet tienen las siguientes funciones en lo que respecta al ámbito educativo (Marqués, 1999):

- Proporcionar información de todo tipo (textual, gráfica, auditiva, visual, etc.) y sobre cualquier temática (ciencia, música, actividades ciudadanas, etc.).
- Facilitar la obtención de materiales educativos y la realización de aprendizajes.



- Entretener y motivar, además de la satisfacción que proporciona el hallazgo de información sobre temas que sean de nuestro interés y la motivación que ello despierta.

5.1 Aprendizaje combinado

El aprendizaje combinado (AC) se define como la integración eficaz de dos componentes: la enseñanza presencial y la tecnología no presencial (Contreras *et al.*, 2006). Con este modelo se combinan diversos métodos, como software, recursos en web y prácticas tradicionales como sesiones presenciales (cara a cara) y el aprendizaje a ritmo individual (Solano, 2010). Otros términos que se utilizan para referirse a este modelo son “enseñanza semipresencial”, “blended learning” o “híbrido”.

El AC tiene como beneficios incrementar la investigación y optimizar los costos y tiempos, siempre que las herramientas tecnológicas sean las óptimas y proporcionen al estudiante avanzar y obtener una experiencia autodidacta satisfactoria. Además ofrece las siguientes ventajas (Flores *et al.*, 2020):

- Fomenta la colaboración para el aprendizaje.
- Entrega feedback de forma rápida y proporcionar diversas opciones de medios de comunicación entre estudiantes e instructores.
- Respeta distintas maneras y ritmos de aprendizaje en el marco de la variedad de fuentes, aumentando la confianza y la competencia de los estudiantes.
- Facilitar el aprendizaje activo guiado y el manejo de los tiempos de manera individual en las instancias de estudio autodidacta.
- Fomenta el desarrollo o perfeccionamiento de nuevas estrategias de aprendizaje.
- Mejora la autonomía de los estudiantes y su motivación, favoreciendo la autogestión.



5.2 Estructura y organización

Una parte fundamental en el diseño de las páginas web es la estructuración y organización de los contenidos, antes de comenzar se debe definir la extensión de los temas, el número de pantallas que se requerirán y la jerarquía conceptual entre todos los temas y conceptos que se desean abordar. Esto se realiza con el fin de evitar que los usuarios que visiten la página se sientan perdidos, y, por el contrario, les permita identificar claramente los principales temas que se traten en la página así como la relación que existe entre todos ellos, que les sea fácil navegar por los contenidos, volver hacia la página de inicio, hacia cada apartado y buscar la información que necesita. Las características que deben considerarse para tener una organización y estructura adecuadas son las siguientes (Roig, 2008):

- Dividir la información.
- Definir las relaciones entre las páginas web.
- Definir los enlaces, nodos o hipervínculos que establecerán los recorridos potenciales del usuario por el medio.
- La estructura final debe ser clara. Hay que evitar que los usuarios se sientan perdidos o desorientados.
- Asimismo, la unidad debe ser consistente, evitando que alguno de los temas quede aislado o desconectado del resto, y permitiendo distintos recorridos, para que cada alumno pueda adaptarla a su propio ritmo de aprendizaje.
- En el diseño de materiales didácticos es forzoso pensar en la evaluación, tanto del material como del proceso de aprendizaje de los alumnos.

5.3 Aspectos técnicos y estéticos

La página principal será la base por la que fluirá la información, por ello, debe presentarse de forma ordenada. En ella tendrá que aparecer la estructura de contenidos o apartados que se desarrollen a través de los hipervínculos establecido con las páginas que complementen la información inicial (Torres, 2005). En el Cuadro 11 se presentan recomendaciones sobre los principales aspectos de diseño



de las páginas web, estos deben de seguirse con el fin de que la página tenga un aspecto agradable y lograr que los usuarios tengan una experiencia óptima.

Cuadro 11. Recomendaciones sobre el diseño de las páginas web (Torres, 2005).

Aspecto	Recomendaciones
Diseño gráfico	<ul style="list-style-type: none">• Se debe ceñir a una paleta de colores limitada.• Las páginas se deben fragmentar en diferentes secciones, o usar índices de ancla para evitar que sean demasiado largas.• Es conveniente titular todas las páginas para que el usuario está situado en cada momento, así como para que los buscadores las registren una a una.
Imágenes	<ul style="list-style-type: none">• Deben complementar la información que aporta el texto.• Para aligerar la carga de los gráficos y evitar distraer al lector se debe de prescindir de las animaciones.• No es conveniente cambiar las imágenes con demasiada frecuencia, para mantener la identidad de la página y acelera el proceso de navegación.
Texto	<ul style="list-style-type: none">• Se pueden utilizar títulos, epígrafes o ladillos para marcar bloques de contenido.• Las sangrías, los saltos de línea y los interlineados, utilizados con consistencia, ayudan al lector a orientarse.• Utilizar distintos colores y tipos de letras para diferenciar los títulos de otros tipos de enunciados o distinguir los menús de navegación del texto de las páginas.• Se recomienda que no presente una excesiva variedad de letras, de alineaciones y de colores en una misma página, pues estos recursos hacen que la lectura sea más complicada.



5.4 Criterios pedagógicos

Al momento de diseñar material didáctico en forma de sitios web es común caer en el error de solamente transcribir la información desde libros o documentos escritos en papel, resultando en un recurso que no es apropiado para que los alumnos aprendan. Por lo que las páginas web deben de elaborarse con base en características que permitan el desarrollo de los procesos de aprendizaje. Las características básicas que deben de cumplir los sitios web desde el punto de vista pedagógico son las siguientes (Area, 2003):

- a) Deben ser interactivos. Solicitan al alumno que realice algún tipo de actividad o tarea y reaccionan, en la medida de lo posible, ante la respuesta del mismo.
- b) Deben responder a un modelo o proceso constructivista del conocimiento. El alumno aprende a través de su experiencia y debe, en función de esta, elaborar dicho conocimiento.
- c) Deben poseer una interface atractiva y fácil de usar. Los materiales deben cuidar su diseño gráfico, deben resultar atractivos para el alumno, y su utilización debe ser intuitiva.
- d) Deben ser multimedia e hipertextuales. Deben diseñarse incorporando distintas formas de representación simbólica (textual, gráfica, audiovisual, icónica, etc.) y de organización de la información en formato hipertexto.
- e) Deben adecuarse a las características de sus potenciales usuarios. La selección del contenido y de las formas de presentarlo deben partir y tener en cuenta los conocimientos, capacidades y habilidades previas que poseen los alumnos a los que se destina
- f) Deben integrarse y responder a las necesidades de desarrollo del curriculum escolar. Todo material educativo es un recurso o instrumento que responde a las exigencias curriculares de una materia y nivel educativo. Éstas deben ser tenidas en cuenta en su elaboración.



IV. RESULTADOS

Diseño de la página web

Una vez analizados los puntos a considerar para el diseño de una página web de carácter educativo se procedió al diseño de esta, a continuación, se describe paso a paso el proceso de elaboración de la página “Papaloquelite | Un cultivo olvidado” la cual se encuentra disponible en el siguiente enlace:

<https://sites.google.com/view/papaloqueliteuncultivolvidado/inicio>

1. Primero se realizó una investigación con ayuda de bases de datos como scopus y ScienceDirect, así se obtuvieron las fuentes de información más recientes.
2. Se recopilaron artículos científicos en los que se estudian diferentes propiedades de las hojas de pápalo, el extracto que se obtiene de ellas y las tecnologías emergentes para obtenerlo.
3. La información obtenida se analizó, sintetizó y organizó para elaborar un mapa tecnológico en donde se exponen el uso tradicional, las propiedades químicas y aspectos tecnológicos del pápalo. En la Figura 11 se muestra el esquema del mapa tecnológico.

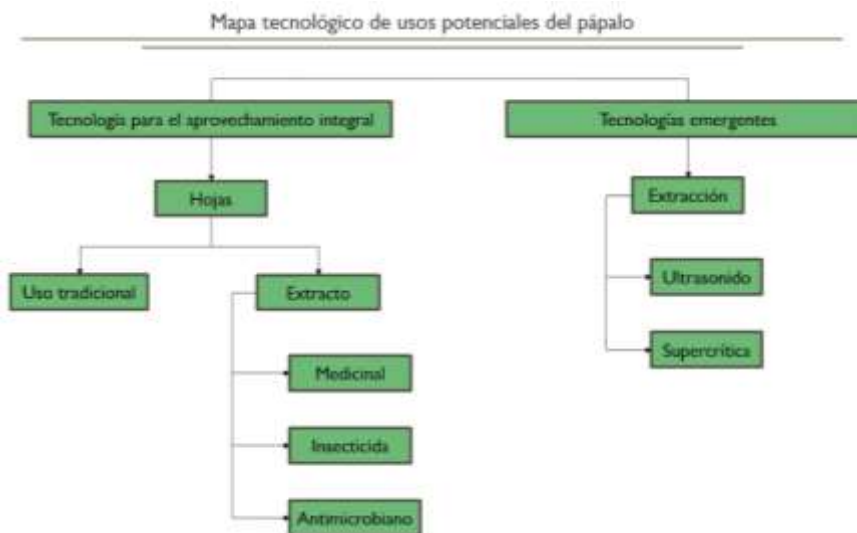


Figura 11. Mapa tecnológico de usos potenciales del pápalo.



4. Con base en la organización del mapa tecnológico se estructuraron los contenidos de la página web. De igual manera se eligió la aplicación **CANVA** para el diseño de imágenes e infografías, esta es una página gratuita que puede encontrarse en https://www.canva.com/es_mx/.
5. También se incluyeron como subtemas los aspectos generales de los quelites, del pápalo y de los productos mínimamente procesados. Estos se determinaron y organizaron de acuerdo con el resumen del trabajo escrito.
6. Se seleccionó la aplicación **Google Sites** para el diseño de la página web, ya que esta es gratuita, fácil de usar y en automático adapta el contenido de la página web en formato de computadora, celular o Tablet según el dispositivo donde se consulte.
7. Se comenzó creando los apartados de la página de acuerdo con la estructura del mapa tecnológico y el resumen del trabajo escrito, en cada uno se colocó la información correspondiente, incluyendo citas bibliográficas, imágenes y material multimedia.
8. Al terminar todo el diseño se revisó en vista previa para verificar la visualización de la página al ser publicada y asegurarse que no hubiera problemas.
9. Después se publicó la página y se compartió con estudiantes y profesores de la carrera de Ingeniería en Alimentos. Posteriormente se les pidió que respondieran una encuesta para conocer su opinión sobre el diseño, contenido y uso de la información de la página.
10. Finalmente se realizaron algunas modificaciones en la página tomando en cuenta los comentarios tanto de profesores y alumnos. En la Figura 12 se muestra la página de inicio del sitio web.



Figura 12. Página de inicio del sitio web.

Encuestas de impacto de alumnos

La encuesta se aplicó a estudiantes desde cuarto a noveno semestre y egresados de ingeniería en alimentos. En la Figura 13 se puede observar que el 54% de los encuestados consideran que la página web es muy buena, el 44.4% considera que es buena y sólo el 1.6% la considera regular.



Figura 13. Porcentaje de evaluación de la página web.



De igual manera como se observa en la Figura 14 el 98% de los encuestados opinan que la página web es un material adecuado para dar a conocer información sobre el pápalo y los quelites. Las páginas web son un recurso de gran importancia en tecnología educativa, al ofrecer información las 24 horas al día en cualquier lugar del planeta (Rueda, 2006), al ser un recurso de fácil consulta y disponible todo el tiempo resultan adecuadas para dar a conocer información sobre diversos temas.

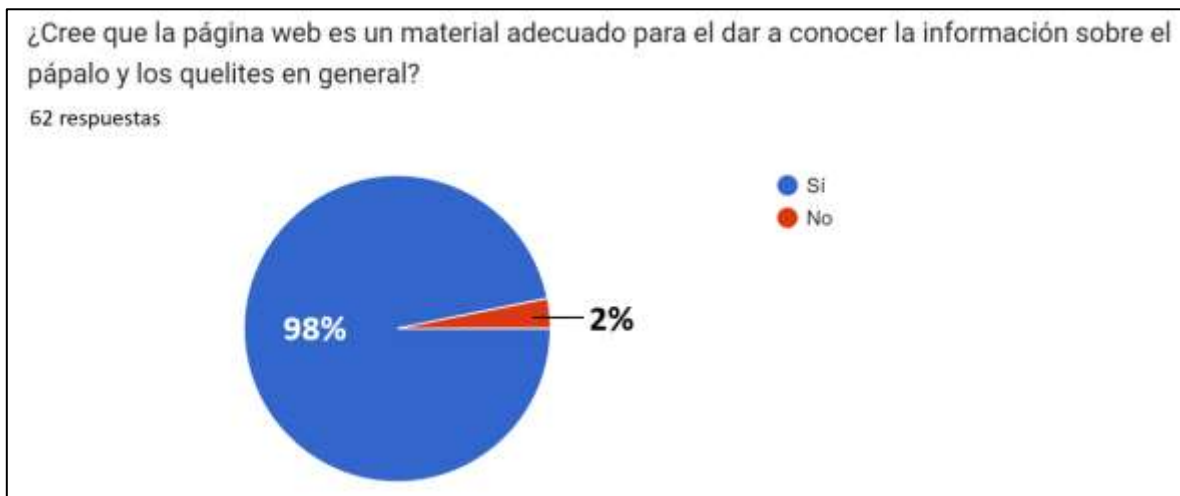


Figura 14. Porcentaje de utilidad de difusión de la información.

El 93.7% de los encuestados consideran que el modo en que la información está organizada en la página web es adecuado y de fácil consulta (Figura 15). La información se organizó en cinco secciones diferentes, cada una tiene por título el tema principal y posteriormente se desarrolla la información complementada por recursos como imágenes, videos o infografías. A demás, las secciones de los artículos científicos se ordenaron según las propiedades estudiadas, incluyen un resumen del trabajo y un botón con acceso directo al material completo.

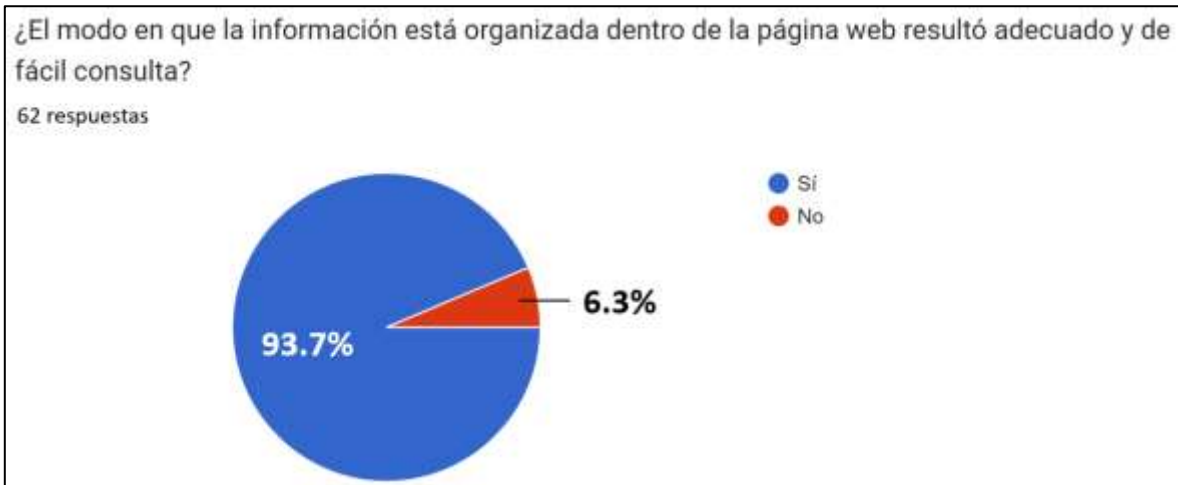


Figura 15. Porcentaje de organización de la página

Respecto a la información contenida en la página el 95.2% de los encuestados opinaron que ésta es actual, de alta calidad y confiable; este mismo porcentaje considera que la información es útil e interesante (Figura 16). La información que se muestra en la página web fue obtenida de bases de datos y se encuentra debidamente referenciada para que los usuarios puedan acceder las fuentes consultadas.



Figura 16. Porcentaje de calidad y utilidad de la información

El 100% comenta que conocieron datos o temas nuevos con la información consultada (Figura 17). Esto se atribuye a la pérdida del conocimiento y consumo de quelites que se ha vivido en el país desde la época de la Conquista (Santillán, 2018a).



Figura 17. Porcentaje de aporte de nuevos conocimientos.

Con respecto al uso de la información el 96.8% de los encuestados consideran que esta puede servir como herramienta para el desarrollo de proyectos de investigación (Figura 18). Al aumentar la visibilidad de la información científica, a través de los recursos web, se genera un impacto considerable en la lectura y utilización de dicha información (Morales, 2021). Es decir que se puede despertar el interés y curiosidad de las personas para continuar investigando sobre los temas consultados.

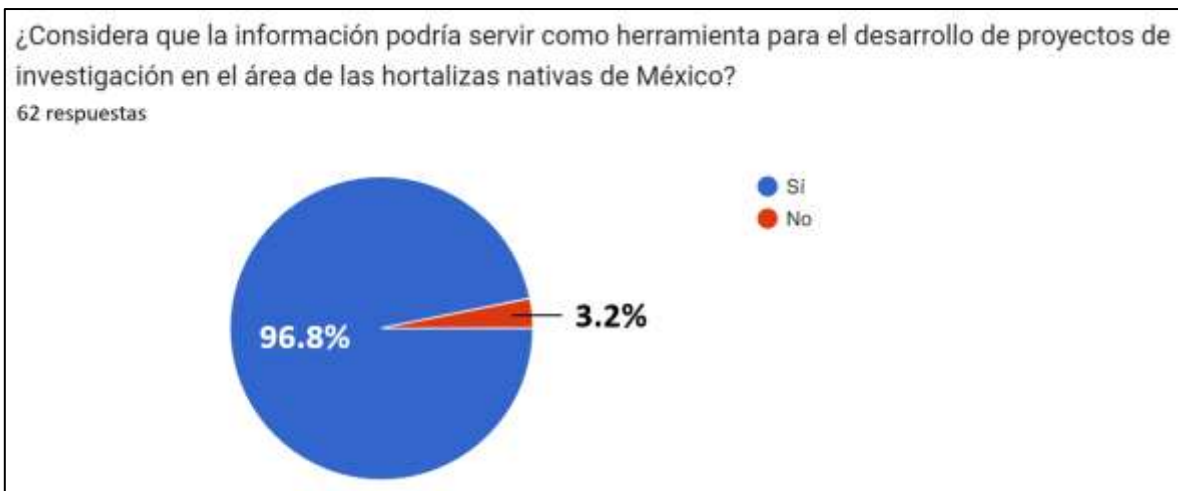


Figura 18. Porcentaje de utilidad de la información para el desarrollo de nuevos proyectos.

También el 95.2% consideran que los materiales presentados junto con la información pueden contribuir a revalorizar y promover el aprovechamiento de los



quelites (Figura 19). Las páginas web deben de resultar motivadoras para los estudiantes a fin de potenciar los aprendizajes (Torres, 2005), en este sentido deben despertar y mantener la curiosidad y el interés de los usuarios hacia la temática de su contenido para que este sea aprovechado al máximo.

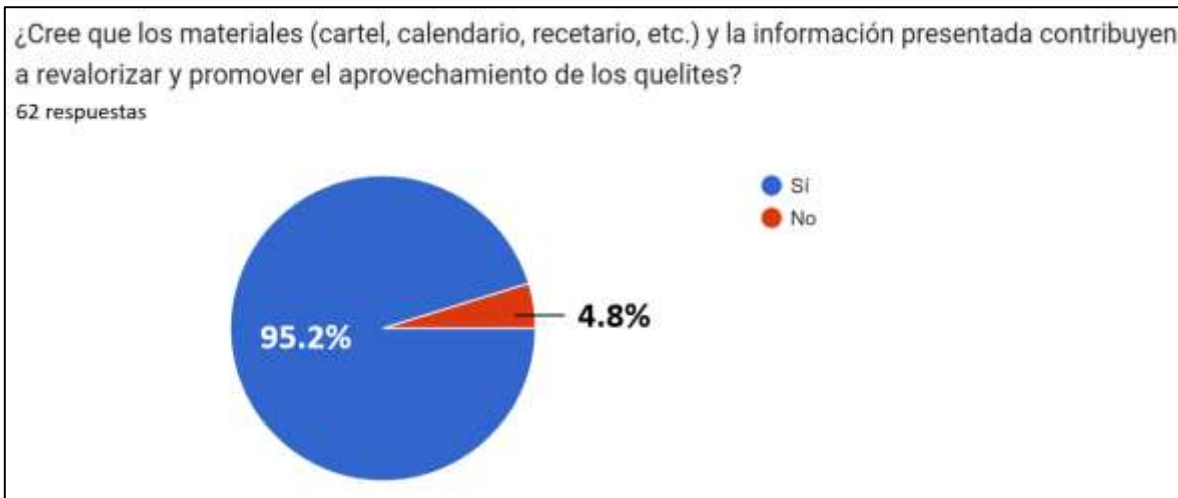


Figura 19. Porcentaje de utilidad de los materiales para revalorizar y promover el aprovechamiento de los quelites.

Los comentarios al respecto de la página web fueron 53.97% opiniones positivas, 12.7% comentarios de mejora sobre aspectos del diseño como el formato de los textos, añadir subtítulos para identificar los subtemas y la distribución de la información, el 6.35% y el 4.76% comentaron incluir menos texto y más colores, respectivamente, y finalmente el 4.76% sugirió continuar actualizando el contenido de la página (Figura 20). De acuerdo con Torres (2015) es importante considerar aspectos de diseño como el uso de imágenes, colores y la cantidad y distribución de texto para que los contenidos de la página web resulten más llamativos y se facilite la consulta de la información.

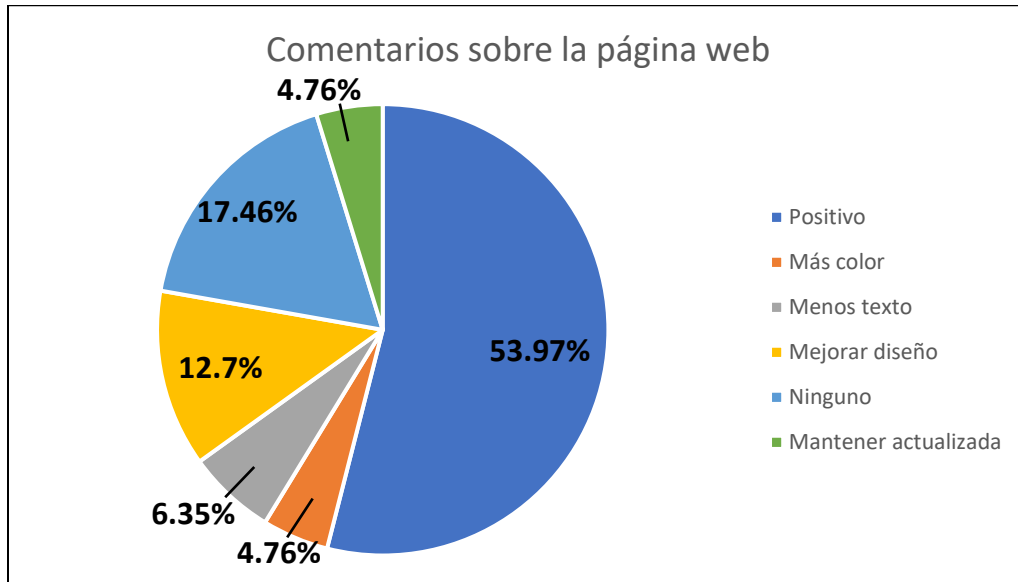


Figura 20. Porcentaje de los comentarios sobre la página web.

Sobre el uso que darán a la información consultada en la página web (Figura 21) el 65.08% dijo que la tomarían como fuente de consulta para investigación y para enriquecer sus conocimientos, el 25.4% dijo que complementarían su dieta con más quelites, buscaría recetas que los incluyan o tratarían de darle un uso diferente al alimenticio y el 9.52% dijo que compartiría la página con sus compañeros y con otras personas que desconocen del tema de los quelites.

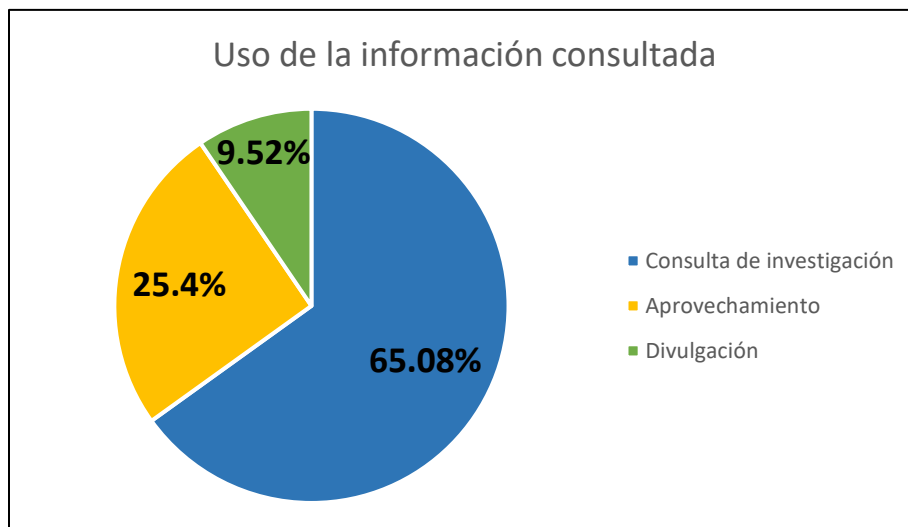


Figura 21. Porcentaje del uso de la información consultada.



Encuestas de impacto profesores

La encuesta se aplicó a profesores de la carrera de ingeniería en alimentos que imparten materias teóricas (análisis de alimentos y legislación, procesos biotecnológicos, química de alimentos, evaluación sensorial, transferencia de materia, procesos del manejo mecánico de sólidos, mecánica y desarrollo de productos alimenticios) y prácticas (LEM I, II, IV, V, TMIA de biotecnología y TMIA de procesos tecnológicos de frutos y hortalizas). En la Figura 22 podemos observar que el 70.4% de los profesores encuestados considera que los objetivos y la coherencia didáctica de la página web son muy adecuados.



Figura 22. Porcentaje de coherencia didáctica de los objetivos de la página web.

Al preguntar a los profesores si consideran que el uso de la página web diseñada puede generar reflexión, crítica e innovación en los estudiantes el 92.6% respondió que sí (Figura 23). Los recursos educativos didácticos son diseñados respondiendo a los requerimientos, motivando y despertando el interés de los estudiantes para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje, permitiendo la articulación de los contenidos teóricos de las materias con las clases prácticas (Vargas, 2017).

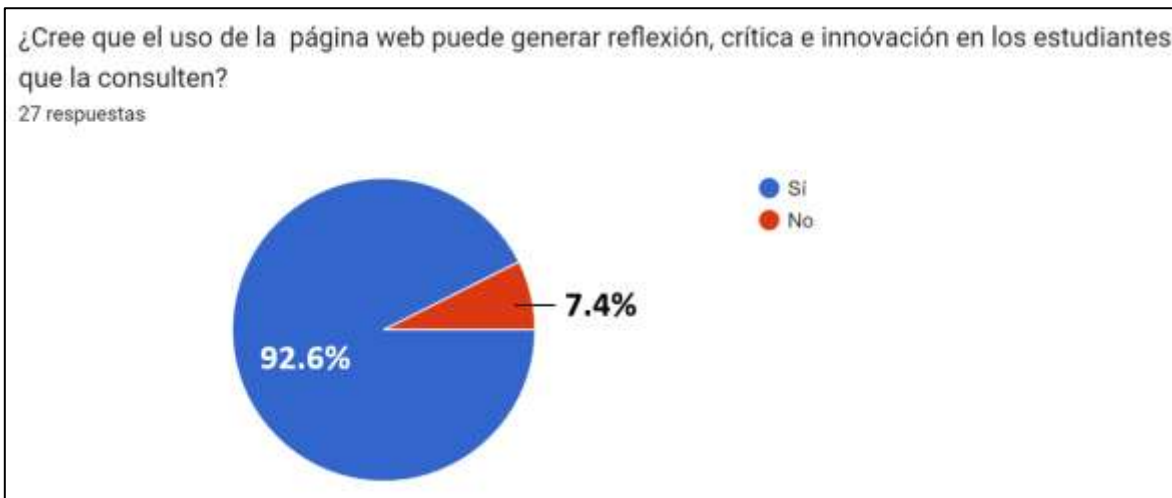


Figura 23. Porcentaje de generación de reflexión, crítica e innovación en los estudiantes.

Se debe de destacar que el 100% de los profesores opinan que el diseño, estructura y organización de la página web son adecuados (Figura 24). Con este resultado se puede decir que se cumple con las características citadas por Torres, 2005 las cuales incluyen aspectos didácticos, pedagógicos, técnicos, estéticos y psicopedagógicos.

De igual manera el 100% de los profesores considera que la accesibilidad y navegación en la página web son adecuados (Figura 24). Una de las ventajas que ofrece **Google Sites** es permite la creación de páginas web que se adaptan dinámicamente al dispositivo en donde se visiona: PC, móvil o tablet, sin que se tenga que hacer nada. Esto facilita la navegación y visualización de los contenidos.



Figura 24. Porcentaje de adecuación del diseño de la página web.



En la Figura 25 podemos observar que el 100% de los profesores encuestados consideran que la información publicada en la página es actual, de alta calidad y confiable. Para la búsqueda de la información que contendría la página web se utilizaron bases de datos y buscadores académicos con el fin de asegurar que fuera científica, técnica, revisada y sistemática.

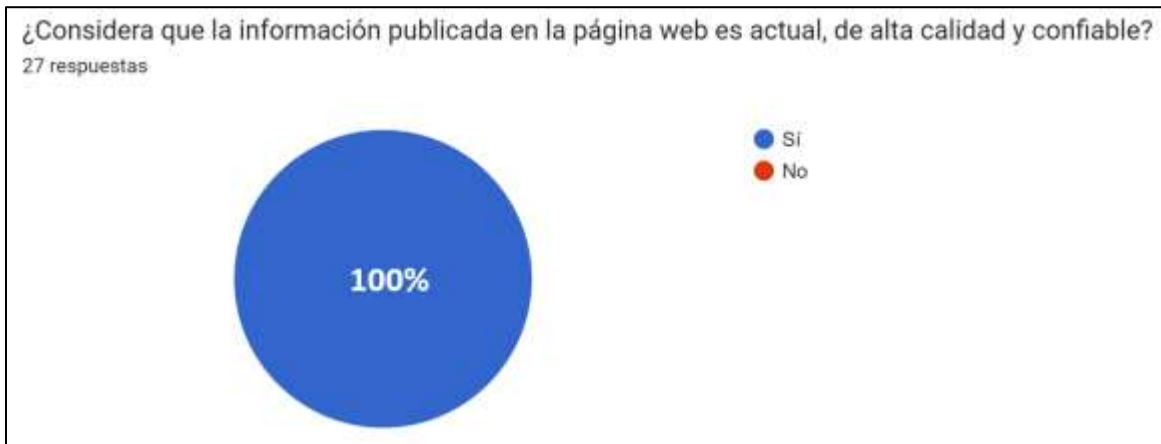


Figura 25. Porcentaje de calidad de la información

El 96.3% de los profesores consideran que la información presentada puede servir para el desarrollo de futuros proyectos de investigación (Figura 26). Actualmente existen muy pocos estudios sobre el pápalo y los quelites en general, por lo que hay una gran variedad de posibles temas de investigación que pueden desarrollarse para enriquecer los conocimientos científicos, nutricionales y culturales.

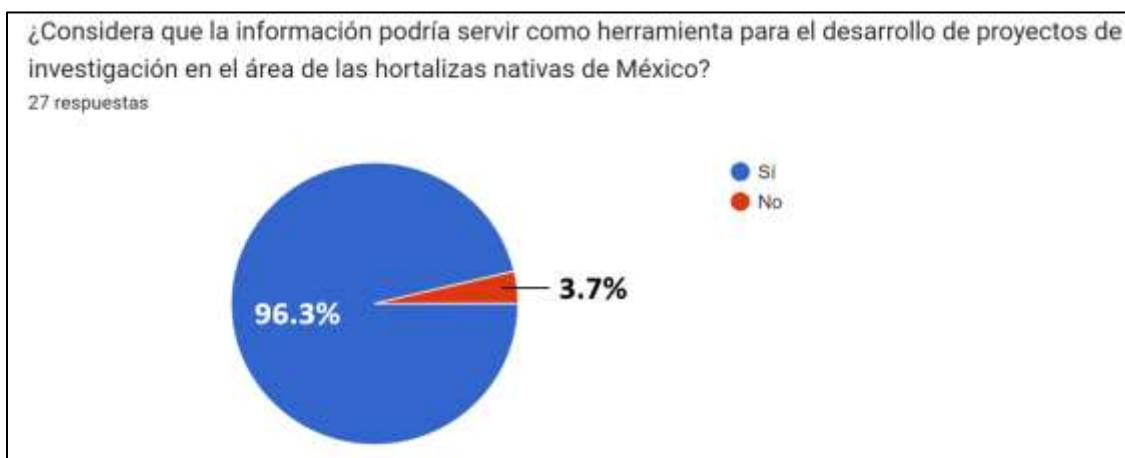


Figura 26. Porcentaje de la utilidad de la página web para el desarrollo de proyectos de investigación.



El 96.3% de los profesores creen que los materiales de divulgación junto con la información presentada contribuyen a revalorizar y promover el aprovechamiento de los quelites (Figura 27). Presentar la información de esta manera la hace más atractiva y fácil de entender para el público general, también se sugieren alternativas de consumo para incorporar a los quelites en la dieta.

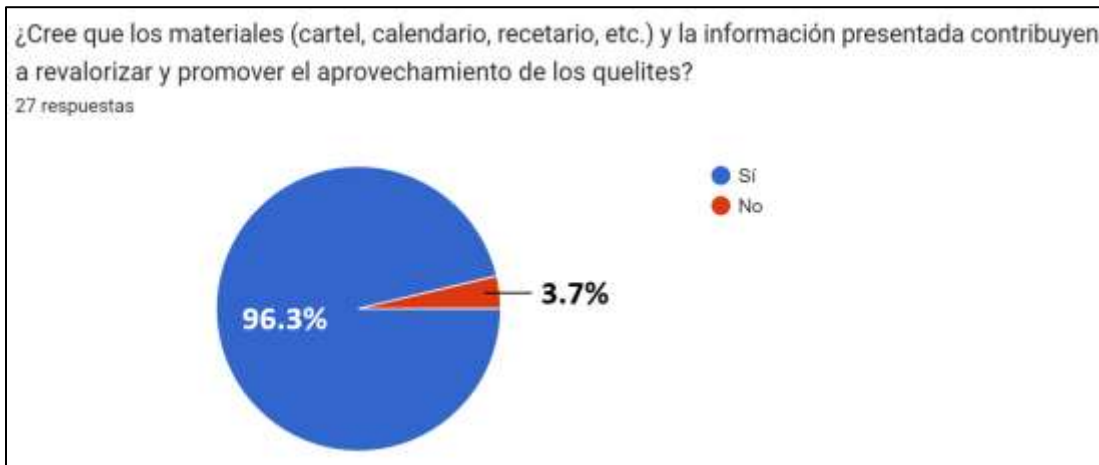


Figura 27. Porcentaje de la viabilidad de los materiales para promover el aprovechamiento de los quelites.

En la Figura 28 se puede observar que el 96.3% de los profesores utilizaría el material generado como apoyo de sus clases. La implementación de las TIC como fortalecimiento de proyectos escolares enriquece el aprendizaje de los estudiantes, se convierte en una herramienta útil y motivadora en el educando, y alcanzando logros más significativos en su proceso de aprendizaje (Dávila *et al.*, 2014).

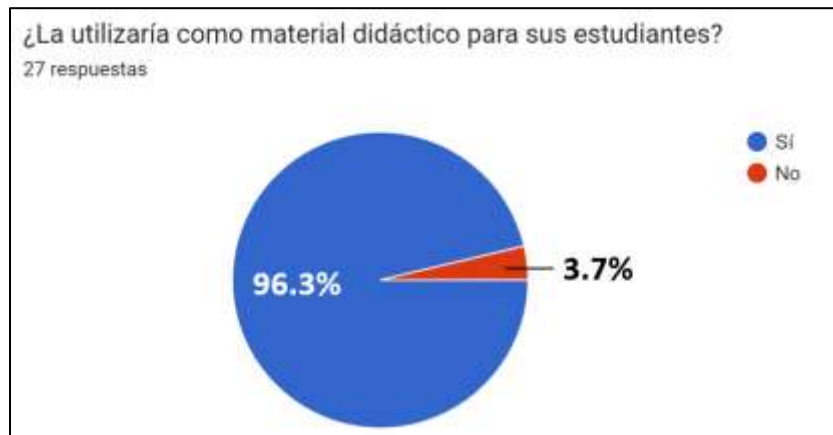


Figura 28. Porcentaje de uso de la página web como material didáctico.



En la Figura 29 se observan los resultados de preguntar qué aspectos mejoraran en la página web el 13.48% de los profesores dijeron que la información, organización y diseño en general les parecían adecuados por lo que no cambiaran nada, el 8.3% sugirió mejoras en el diseño para que la página sea más llamativa como incluir más videos, imágenes y organizar la información en textos más cortos y finalmente el 6.22% sugirió ampliar la información sobre las características químicas y nutricionales, las formas de aprovechamiento, proceso, tecnologías, producción y datos económicos con el fin de generar más curiosidad en las personas que consulten la página.

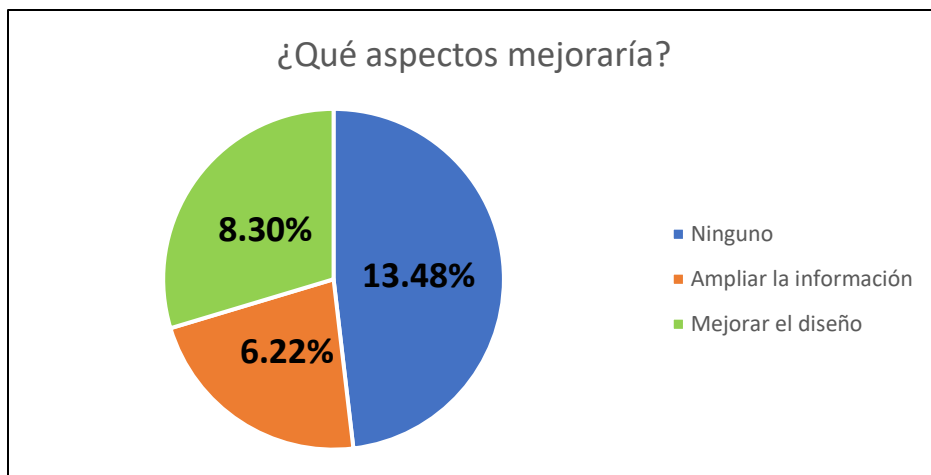


Figura 29. Porcentaje de mejoras a la página web.



V. CONCLUSIONES

Con lo anterior se puede concluir que se cumple con los objetivos planteados ya que el material generado tuvo una respuesta positiva tanto en los alumnos como en los profesores de la carrera de Ingeniería en Alimentos. Los resultados de las encuestas mostraron que ellos consideran que la página web es un recurso adecuado para dar a conocer la información, ya que es de fácil acceso y navegación; a través de ella conocieron temas nuevos, la información presentada es actual, interesante y con el potencial de generar crítica, innovación y reflexión por lo que podría servir como herramienta para el desarrollo de proyectos de investigación y por la parte de los profesores, ellos la utilizarían como material didáctico en sus clases. Además, se destaca que los estudiantes dijeron que usarían la información como fuente de consulta en sus proyectos de investigación, intentarían incorporar en su dieta al pápalo y otros quelites y compartirían la página con sus compañeros.

La página web es un material didáctico confiable ya que la información que contiene se obtuvo de fuentes de calidad, a las cuales se puede acceder directamente para leer los artículos científicos completos, además se planeó la estructura, diseño, presentación y organización de los temas para facilitar su consulta. Como resultado se obtuvo una página original ya que son pocos los estudios que se tienen sobre el papaloquelite y las alternativas de aprovechamiento que se le pueden dar de acuerdo con sus propiedades. Puede ser consultada por los alumnos de la carrera de Ingeniería en Alimentos y por cualquier persona interesada en el tema, puede funcionar como punto de partida para el desarrollo de nuevos proyectos de investigación sobre el pápalo u otros quelites.



VI. RECOMENDACIONES

- Continuar buscando en bases de datos para que la página web contenga los estudios e información más actuales.
- Agregar videos sobre los temas para visualizar los contenidos de manera más dinámica.
- Aplicar nuevamente encuestas para evaluar si la página web ha sido de apoyo en el desarrollo de nuevos proyectos.
- Encontrar un sitio web con mayor visibilidad para tener un mayor alcance y accesibilidad.

VII. IMPACTO EN LA DOCENCIA

Este trabajo beneficiará a los alumnos de las carreras de: Ingeniería en Alimentos, Ingeniería Agrícola, Química en Alimentos, Nutrición y otras áreas afines. La información contenida en la página web es científica, tecnológica, de calidad y sistematizada por lo que podrá servir como fuente de consulta, guía y referencia, en especial para aquellos interesados en desarrollar estudios que se tienen sobre los quelites. De igual manera puede servir como el punto de partida para los proyectos de investigación de materias como el TMIA de Procesos Tecnológicos de Frutos y Hortalizas, Laboratorio de Ciencia Básica III y Química de Alimentos, ya que incluye enlaces directos a estudios en lo que detallan antecedentes, métodos, materiales y resultados de las propiedades evaluadas, a partir de las cuales se pueden desarrollar usos potenciales del pápalo.



VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud En Tabasco*, 11(1–2), 333–338.
- Alves, D. (1996). *Estudo fitoquímico e efeitos analgésicos de Porophyllum Ruderale*. Tesis de doctorado. Universidad Estadual de Campinas.
- Alves, D. S., Oliveira, D. F., Carvalho, G. A., Souza, L. P., & Lasmar, O. (2013). Selection of active plant extracts against the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 15(3), 352–362.
- Area, M. (2003). De las webs educativas al material didáctico web. *Comunicación y pedagogía* 188, 32-38.
- Artés, F., & Allende, A. (2014). Minimal Processing of Fresh Fruit, Vegetables, and Juices. In *Emerging Technologies for Food Processing* (pp. 583–597). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-411479-1.00031-0>
- Balcázar-Quiñones, A., White-Olascoaga, L., Chávez-Mejía, C., & Zepeda-Gómez, C. (2020). Los quelites: riqueza de especies y conocimiento tradicional en la comunidad otomí de san pedro arriba, temoaya, estado de México. *Polibotánica*, 48, 219–242. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.14>
- Basurto, F. (2021). Cultivo de quelites en los valles centrales de Oaxaca, México. *Revista Etnobiología*, 19(3), 89–102. <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/479/417>
- Bussmann, R. W., Glenn, A., Sharon, D., Meyer, K., Rothrock, A., Townesmith, A., Guardado, G., Aguirre, C., Chan, R., Chait, G., Díaz, D., Pourmand, K., Jonat, B., Somogy, S., & Research, A. T. (2011). Proving that Traditional Knowledge Works: The antibacterial activity of Northern Peruvian medicinal plants. *Ethnobotany Research & Applications*, 9, 67–96. www.ethnobotanyjournal.org/vol9/i1547-3465-09-067.pdf
- Camacho, J. (2005). *Plantas comestibles silvestres; especies de mayor uso*. Coordinación General del Programa IMSS-Oportunidades.
- Castro, D. (2000). *Etnobotánica y papel económico de cuatro especies de quelites en Tuxtla, Zapotitlán de Méndez, Puebla, Méx.* [UNAM]. <http://132.248.9.195/pd2000/278436/278436.pdf>
- Castro, D., Basurto, F., Mera, L. M., & Bye, R. (2011a). *Los quelites, tradición milenaria en México*. Universidad Autónoma de Chapingo.



- Castro, D., Bye, R., & Mera, L. M. (2011b). *Diagnóstico del pápaloquelite en México Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass. var. macrocephalum (DC.) Cronq.* Universidad Autónoma de Chapingo.
- CONABIO. (2020a). *México megadiverso*.
<https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.html>
- CONABIO. (2020b). *Quelites*.
<https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/quelites>
- Conde-Hernández, L. A., Espinosa-Victoria, J. R., & Guerrero-Beltrán, J. (2017). Supercritical extraction of essential oils of Piper auritum and Porophyllum ruderale. *Journal of Supercritical Fluids*, 127, 97–102.
<https://doi.org/10.1016/j.supflu.2017.03.026>
- Conde-Hernández, L. A., & Guerrero-Beltrán, J. Á. (2014). Total phenolics and antioxidant activity of Piper Auritum and Porophyllum Ruderale. *Food Chemistry*, 142, 455–460. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.078>
- Contreras, R.S., Alpiste, F. & Eguia, J.L. (2006). Tendencias en la educación: aprendizaje combinado. *Theoria*, 15(1), 111-117.
- Dávila, D., Galvis, A. C., & Vivas, R. (2014). Sitio web como estrategia de enseñanza en la educación para la sostenibilidad. *Praxis & Saber*, 6(11), 115–138.
- Flores, G., Hadermann, C., & Osorio, M. (2020). ¿Qué constituye el aprendizaje combinado? Principios y desafíos para el desarrollo de un modelo de aprendizaje-enseñanza con integración de tecnología (TI). *Trilogía (Santiago)*, 32(43), 22–34. <https://doi.org/10.1108/14684520710764186/FULL/HTML>
- Guillet, G., Bélanger, A., & Arnason, J. (1998). Volatile monoterpenes in porophyllum gracile and p. Ruderale (asteraceae): identification, localization, and insecticidal synergism with a-terthienyl. *Phytochemistry*, 49(2), 423–429.
- Hernández, M. (2014). *Estudio del papaloquelite (Porophyllum ruderale) como alimento funcional* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Laurila, E., & Ahvenainen, R. (2002). Minimal processing in practice. In *Minimal Processing Technologies in the Food Industries* (pp. 219–244). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781855736795.219>
- Leyva, D. A., & Pérez, A. (2015). Pérdida de las raíces culinarias por la transformación en la cultura alimentaria. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 867–881.



- Lima, G. M., Bonfim, R. R., Silva, M. R., Thomazzi, S. M., Santos, M. R. V., Quintans, L. J., Bonjardim, L. R., & Araújo, A. A. S. (2011). Assessment of antinociceptive and anti-inflammatory activities of *Porophyllum ruderale* aqueous extract. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21(3), 486–490. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2011005000051>
- Linares, E., & Bye, R. (2015). Las especies subutilizadas de la milpa. *Revista Digital Universitaria*, 16(5), 1–22.
- Marqués, P. (1999). Criterios para la clasificación y evaluación de espacios web de interés educativo. *Educar*, 25, 95–111.
- Mendoza, E. (2014). *Cuadros de uso práctico de los alimentos de mayor consumo* (3ra ed.). McGraw Hill.
- Morales, R. E. (2021). La divulgación de la ciencia en el siglo XXI. *Emerging Trends in Education*, 4(7). <https://doi.org/10.19136/ETIE.A4N7.4457>
- Orozco, M. E., García, B., Álvarez, G., & Mireles, P. (2017). Tendencias del sector agrícola, Estado de México. *Quivera*, 19(1), 99–121.
- Paniagua-Zambrana, N. Y., Bussmann, R. W., & Romero, C. (2020). *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. *Asteraceae* (pp. 1509–1513). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28933-1_240
- Parzanese, M. (2012). Vegetales mínimamente procesados. *Alimentos Argentinos*, 55, 30-39.
- Pefaur, J. (2014). *IV Gama, una industria alimentaria en crecimiento*. <https://www.odepa.gob.cl/wpcontent/uploads/2014/12/AgroindustrialVGamma.pdf>
- Rueda, M. (2006). Desarrollo de páginas web como recurso para facilitar el aprendizaje. *REDHECS: Revista Electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación*, 1(1), 26–35.
- Roig, R. (2008). Diseño de páginas web desde una perspectiva didáctica. En *Investigación e innovación en el conocimiento educativo actual* (pp.389-402). Editorial Marfil. España.
- Rondón, M., Delgado, J., Velasco, J., Rojas, J., Rojas, L., Morales, A., & Carmona, J. (2008). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil from aerial parts of *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. collected in Venezuela. *Ciencia (Maracaibo)*, 16(1), 5–9.



- Santiago-Saenz, Y. O., Hernández-Fuentes, A. D., López-Palestina, C. U., Garrido-Cauich, J. H., Alatorre-Cruz, J. M., & Monroy-Torres, R. (2019). Importancia nutricional y actividad biológica de los compuestos bioactivos de quelites consumidos en México. *Revista Chilena de Nutrición*, 46(5), 593–605. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182019000500593>
- Santillán, M. L. (2018a). *Especial Quelites: plantas valiosas para la agricultura y la alimentación mexicana*. <http://ciencia.unam.mx/leer/736/especial-quelites-plantas-valiosas-para-la-agricultura-y-la-alimentacion-mexicana>
- Santillán, M. L. (2018b). *Especial Quelites: su efecto contra enfermedades estomacales*. <http://ciencia.unam.mx/leer/737/especial-quelites-consumirlos-beneficia-la-salud->
- Santos, V., Sussa, F., Gonçalves, E., Silva, P., & Felicio, J. (2016). Comparative study of the essential oil effects on the aspergillus flavus growth. In *Essential Oils: Historical Significance, Chemical Composition and Medicinal Uses and Benefits* (pp. 139–152). NOVA.
- SIAP. (2018). *Pápalo: la “mariposa” Azteca*. <https://www.gob.mx/siap/articulos/papalo-la-mariposa-azteca?idiom=es>
- SIAP. (2023). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SNICS. (2017). *Quelites (117 géneros)*. <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/quelites-117-generos>
- Solano, O. (2010). *Las posibilidades que brinda el Aprendizaje Combinado (modalidad presencial y no presencial apoyado por el uso de Internet) para el desarrollo de las destrezas de comunicación escrita*. Congreso Iberoamericano de Educación. Buenos Aires, Argentina.
- Souza, M., Siani, A., Ramos, M. F. S., Menezes-De-Lima, O., & Henriques, M. (2003). Evaluation of anti-inflammatory activity of essential oils from two Asteraceae species. *Pharmazie*, 58, 583–586. <https://www.researchgate.net/publication/10573918>
- Torres, L. (2005). Elementos que deben contener las páginas web educativas elements that must contain the educative pages web. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 25, 75–83.
- Vargas, G. (2017). Recursos educativos didácticos en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Cuadernos*, 58(1), 68–74.



- Varoquaux, P., & Wiley, R. C. (2017). Biological and Biochemical Changes in Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables. In *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7018-6_5
- Villareal, J. (2003). Compositae tribu tageteae. In *Flora del bajo y de regiones adyacentes: Vol. Fascículo 113*. Instituto de Ecología A.C.
- Yildiz, F. (2017). Initial Preparation, Handling, and Distribution of Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables. In *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7018-6_3