



Universidad Nacional Autónoma
de México

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Aplicación de un extracto con antioxidantes
provenientes de la pulpa de yaca (*Artocarpus
Heterophyllus Lam.*) en un emulgel

T e s i s

Para obtener el título de:

Licenciada en Farmacia

P r e s e n t a :

Barreto Saldivar Astrid Jhoana

Reyes Nery Daniela

Asesores:

Dr. David Quintanar Guerrero

Dra. María de la Luz Zambrano Zaragoza

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 2024



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 ORTIZ

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: **Tesis y Examen Profesional.**

Aplicación de un extracto con antioxidantes provenientes de la pulpa de yaca (*Artocarpus Heterophyllus Lam*) en un emulgel.

Que presenta la pasante: **Astrid Jhoana Barreto Saldivar**

Con número de cuenta: **418070602** para obtener el título de: **Licenciada en Farmacia**

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 05 de Diciembre de 2023.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. David Quintanar Guerrero	
VOCAL	Q.F.B. Brígida del Carmen Camacho Enríquez	
SECRETARIO	Dr. Ricardo Moisés González Reza	
1er. SUPLENTE	Dr. Luis Eduardo Serrano Mora	
2do. SUPLENTE	Dr. Gustavo Vidal Romero	

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

MCVB/cga*



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



UNAM
CUAUTITLÁN
DEPARTAMENTO
DE TITULACIÓN

ATN: DRA. MARIA DEL CARMEN VALDERRAMA BRAVO
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: **Tesis y Examen Profesional.**

Aplicación de un extracto con antioxidantes provenientes de la pulpa de yaca (*Artocarpus Heterophyllus Lam*) en un emulgel.

Que presenta la pasante: **Daniela Reyes Nery**

Con número de cuenta: **315013713** para obtener el título de: **Licenciada en Farmacia**

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 05 de Diciembre de 2023.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. David Quintanar Guerrero	
VOCAL	Q.F.B. Brígida del Carmen Camacho Enríquez	
SECRETARIO	Dr. Ricardo Moisés González Reza	
1er. SUPLENTE	Dr. Luis Eduardo Serrano Mora	
2do. SUPLENTE	Dr. Gustavo Vidal Romero	

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

MCVB/cga*

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mis padres, *Ana María Saldivar Rodríguez* y *Fernando Barreto Soto*, por amarme, aceptarme y apoyarme en cada día de mi vida. También se lo dedico a mis hermanas, *Vianiyi Fernanda Barreto Saldivar* y *Wendy Estefanía Barreto Saldivar*, por ser las mejores hermanas, amigas y cómplices que la vida me pudo dar.

Astrid Jhoana Barreto Saldivar

Dedico este trabajo a mis padres, *Juana Nery Islas* y *Miguel Faustino Reyes Flores*, por apoyarme y acompañarme en este largo camino. También se lo dedico a mis hermanos *Viridiana Reyes Nery* y *Miguel Reyes Nery* por ayudarme a lograr a este objetivo.

Daniela Reyes Nery

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater, la *Universidad Nacional Autónoma de México*, gracias por haberme abierto las puertas, por brindarme la formación académica que me permitirá ser una buena profesional, por haber tenido la oportunidad y fortuna de conocer a grandes compañeros y amigos que se han convertido en una segunda familia, por todas esas risas y momentos de alegría que viví en mi querida Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 1

A mis padres, **Ana María Saldivar Rodríguez** y **Fernando Barreto Soto**, por su guía y enseñanza he logrado ser una persona de bien, gracias a su apoyo cada día me siento más fuerte para seguir adelante, por depositar su confianza en mí y darme la esperanza de que por más difícil que luzca el panorama, con dedicación y perseverancia los sueños se cumplen, por esas interminables horas en vela gracias. Por eso quiero que sepan que hoy este logro no sería posible sin ustedes, este logro es tan suyo como mío. Son los mejores padres, los amo.

A mis hermanas, **Vianiyi Fernanda Barreto Saldivar** y **Wendy Estefanía Barreto Saldivar**, por amarme y estar incondicionalmente para mí, por volver mis sueños parte de los suyos y cuidar de ellos de manera incondicional. Gracias hermanas por nunca dejarme sola, por cuidarme y apoyarme, por el cariño y paciencia que siempre me han mostrado, por su confianza, amor, complicidad y amistad. Porque gracias a cada palabra de aliento este y muchos sueños, son y serán posibles de lograr, las amo con toda mi alma.

A mi asesor el **Dr. David Quintanar Guerrero**, así como a mi co-asesora la **Dra. Luz Zambrano Zaragoza** y al **Dr. Eduardo Serrano Mora**, por hacerme parte de este proyecto, por ayudarme y compartir sus valiosos conocimientos conmigo, gracias por toda su paciencia y dedicación, sin su ayuda no habría sido posible este proyecto.

Astrid Jhoana Barreto Saldivar

AGRADECIMIENTOS

A mis padres **Juana Nery Islas** y **Miguel Faustino Reyes Flores**, por sus consejos y apoyo durante toda la carrera y a largo del camino que nos ha tocado andar, por su amor y confianza en mi para terminar este proyecto. Gracias por todo su esfuerzo para que yo pudiera tener la oportunidad de estudiar y ser mejor cada día.

A mi hermana **Viridiana Reyes Nery**, por su apoyo para lograr tener las imágenes de este trabajo en buena calidad, por apoyarme en la toma de fotografías durante el estudio *in vivo*, pero sobretodo por ser una gran compañera y amiga. Por ayudarme a no rendirme en la elaboración de este trabajo.

A mi hermano **Miguel Reyes Nery**, por su apoyo para terminar este proyecto y su compañía en momentos difíciles.

A mis jefes el ingeniero **Salvador Macías Hernández** y la contadora **María Isabel Vela**, por todo su apoyo, enseñanzas y comprensión para la elaboración de este trabajo, sin ustedes esto no hubiera sido posible muchas gracias.

A mi compañera y amiga **Diana Saray Cecilio Sandoval** por su apoyo durante la elaboración de este trabajo, sus consejos y enseñanzas, muchas gracias por tu paciencia y no abandonarme en Guadalajara.

A mis asesores el **Dr. David Quintanar Guerrero** y la **Dra. Luz Zambrano Zaragoza**, por permitirme ser parte de este proyecto, por su apoyo y asesoramiento en la elaboración de este trabajo.

Daniela Reyes Nery

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Yaca (<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.).....	6
1.1.1 Características del fruto yaca.....	7
1.1.2 Taxonomía.....	8
1.1.3 Distribución de la yaca en México.....	9
1.2 Antioxidantes.....	10
1.2.1 Envejecimiento humano.....	11
1.2.2 Clasificación de los antioxidantes.....	12
1.3 Compuestos fenólicos.....	14
1.3.1 Flavonoides.....	14
1.3.2 Ácidos fenólicos.....	15
1.3.3 Antocianinas.....	15
1.3.4 Taninos.....	16
1.3.5 Capacidad antioxidante.....	16
1.3.6 Mecanismo de acción de los antioxidantes.....	17
1.3.7 Radicales libres.....	17
1.3.8 Actividad antioxidante DPPH.....	18
1.3.9 Actividad antioxidante FRAP.....	19
1.3.10 Método para determinación de polifenoles totales.....	20
1.4 Emulgel.....	21
1.4.1 Formulación de un emulgel.....	22
1.4.2 Preparación de un emulgel.....	23
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	24
2.1 Objetivos.....	24
2.1.1 Objetivo general.....	24
2.1.2 Objetivos específicos.....	24

2.2 Planteamiento del problema y delimitación.....	24
2.3 Justificación.....	26
2.4 Materiales y Reactivos.....	26
2.4.1 Equipo e instrumentos.....	26
2.4.2 Reactivos, materias primas y material de envase.....	27
2.5 Determinación del contenido de agua.....	28
2.6 Obtención del extracto.....	29
2.7 Compuestos fenólicos totales.....	30
2.8 Actividad antioxidante.....	31
2.8.1. Actividad captadora de radicales libres DPPH.....	31
2.8.2 Evaluación de la actividad antioxidante FRAP.....	31
2.9 Elaboración del emulgel.....	32
2.9.1 Evaluación fisicoquímica del emulgel.....	33
2.9.2 Evaluación visual de la pigmentación, firmeza y elasticidad de la piel.....	35
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	37
3.1 Obtención del extracto de yaca.....	37
3.2 Contenido de polifenoles totales en el extracto.....	39
3.3 Capacidad antioxidante.....	40
3.4 Caracterización del emulgel.....	44
3.5 Evaluación visual de la pigmentación, firmeza y elasticidad de la piel.....	46
CONCLUSIONES.....	50
PERSPECTIVAS PARA FUTUROS TRABAJOS.....	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS.....	62

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del árbol (Esquivel & Macías, 2020).....	9
Tabla 2: Resultados de la interpolación de la absorbancia del extracto de yaca en la curva de calibración (todos los resultados son promedio).....	40
Tabla 3: Capacidad antioxidante del extracto de yaca ante el radical DPPH (todos los datos son promedio).....	41
Tabla 4: Capacidad antioxidante del extracto de yaca ante el reactivo de FRAP (todos los resultados son promedio).....	43
Tabla 5: Función de los ingredientes del emulgel en la formulación (Rowe et al.,2009).....	44
Tabla 6: Características fisicoquímicas del emulgel.....	45
Tabla 7: Características fisicoquímicas del emulgel después de estar en la cámara de estabilidad ambiental.....	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Hojas de yaca.....	8
Figura 2: Ocurrencias de la especie <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam en México al año 2023.....	9
Figura 3: Vías de peroxidación lipídica.....	12
Figura 4: Estructuras correspondientes a los antioxidantes secundarios de los mecanismos de defensa en el organismo humano.....	13
Figura 5: Diseño de experimentos para la obtención del extracto con yaca.....	29
Figura 6: Diagrama para la determinación de la cantidad total de polifenoles.....	30
Figura 7: Diagrama para determinar la capacidad antioxidante.....	32
Figura 8: Diagrama para la elaboración del emulgel.....	33
Figura 9: Pruebas realizadas al producto final.....	34
Figura 10: Diagrama para evaluar visualmente cambios en la pigmentación, firmeza o elasticidad en la piel.....	35
Figura 11: Diagrama de pareto efecto del baño, concentración y tipo de disolvente a las 3 horas de extracción.....	37
Figura 12: Diagrama de pareto efecto del baño, concentración y tipo de disolvente a las 48 horas de extracción.....	38
Figura 13: Gráfica de optimización para una concentración de etanol al 90 %.....	38
Figura 14: Curva patrón con ácido gálico.....	39
Figura 15: Estructura del DPPH antes y después de reaccionar con un antioxidante.....	40
Figura 16: Curva de calibración DPPH.....	41
Figura 17: Porcentaje de inhibición del radical DPPH.....	42
Figura 18: Estructura del reactivo de FRAP antes y después de reaccionar con un antioxidante.....	42
Figura 19: Curva de calibración del reactivo de FRAP.....	43
Figura 20: Comparación de los cambios visuales a través de las fotografías tomadas antes y después del uso del emulgel con extracto acuoso de yaca.....	47

Figura 21: Resumen de la respuesta abierta en la encuesta. (A) Después del uso del emulgel sin antioxidante, (B) Después del uso del emulgel con antioxidante.....48

RESUMEN

La yaca (*Artocarpus heterophyllus Lam*) es un fruto exótico proveniente de la India y Malasia, teniendo su mayor producción en México en el estado de Nayarit. Es rico en diferentes compuestos bioactivos incluyendo polifenoles. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de un emulgel enriquecido con antioxidantes extraídos de la pulpa de la yaca. Este fue aplicado en la piel del rostro en mujeres con edades de 30 a 60 años para observar cambios evidentes en la pigmentación, firmeza y elasticidad. Se obtuvo un extracto de la fruta de yaca con un contenido de polifenoles totales de 0.95 mg EAG/ g muestra seca determinados por el método de Folin-Ciocalteau. Posteriormente, se evaluó su capacidad antioxidante usando el método de actividad antirradical, obteniéndose una actividad de 0.02 ± 0.001 mg ET/ g de muestra seca para el radical DPPH y 9.39 ± 0.14 mg ET/ g muestra seca para el poder antioxidante-reductor del hierro (FRAP). El extracto se agregó a la formulación del emulgel en un 1 %p/p. Finalmente, se seleccionaron 28 mujeres voluntarias, quienes aplicaron el producto por las mañanas durante 15 días después de limpiar el rostro y en cantidad del tamaño de una almendra. Al evaluar las diferentes fotografías no se logró ver cambios aparentes en la pigmentación, firmeza y elasticidad de la piel; sin embargo, se reportó una mejoría en su humectación, por lo que con un uso más prolongado se podrían ver mejores resultados.

INTRODUCCIÓN

La yaca (*Artocarpus heterophyllus Lam.*) también conocida por los ingleses como *Jackfruit* o yaca en Latinoamérica, es un árbol de la familia de las morceas (Moraceae), proviene de los Ghats occidentales en la India y Malasia; también se le puede encontrar en África central y oriental, el sudeste asiático, Australia, Florida, el Caribe, Puerto Rico, Brasil y muchas islas del Pacífico (Guamán et al., 2021). La yaca es un fruto exótico, prácticamente desconocido por la sociedad mexicana, esta falta de conocimiento provoca que su comercialización sea menor en el territorio nacional en comparación con el mercado internacional. Para el ciudadano común, ajeno a las regiones en donde se cultiva el fruto, resulta extraño ver una fruta de dimensiones extraordinarias, con un aspecto deslucido, con un olor muy fuerte y particular (Cervantes, 2018). En México el cultivo de yaca (*Artocarpus heterophyllus Lam*) es altamente rentable debido a que la mayoría de la producción es exportada a Estados Unidos de América, el principal estado productor es Nayarit donde se concentra hasta el 93 % de la producción nacional con 22,315 t distribuidas en el año 2018 (Barros et. al.,2021).

La yaca es un pedúnculo carnoso agrandado y con numerosos carpelos fusionados, se caracteriza por tener una cubierta compuesta por una cáscara gruesa, motivo por el cual es conocido como un fruto múltiple. Tiene una pulpa jugosa y el pericarpio que rodea a las semillas grandes es la parte comestible. Tiene un periodo de maduración de aproximadamente ocho meses después de la floración y generalmente se le encuentra en todos los estados de desarrollo todavía asentada en los árboles (Cervantes, 2018).

La proporción del fruto en madurez fisiológica es de aproximadamente 59 % de pulpa, 37 % de cáscara y 4 % de semillas, aunque el número de semillas varía significativamente de frutos de una planta a otra (Cervantes, 2018). El 46 % de esta fruta es considerado un desecho al tratarse de la cáscara y semillas ya que no se consideran útiles para la extracción de compuestos volátiles o de antioxidantes y

flavonoides, los cuales son extraídos principalmente de la pulpa de la fruta, dejando a la cáscara y semillas como desperdicio o fertilizante (Zhang et. al, 2017).

Existen antioxidantes naturales en prácticamente cada ser vivo del planeta, sobre todo en los organismos aerobios como plantas y hongos, incluso se pueden encontrar en tejidos animales; esto se debe a que en la naturaleza las especies oxidantes se presentan tanto en forma endógena como exógena y los mecanismos naturales de los individuos se encargan de frenar la acción oxidativa de los radicales libres. Los antioxidantes engloban un grupo específico de sustancias poseedoras de mecanismos y estructuras químicas de acción extremadamente variados y que trabajan en el retraso o inhibición de la oxidación por los métodos: secuestro de radicales libres o por mecanismos no asociados al secuestro de radicales libres de esta manera los antioxidantes pueden ser clasificados como primarios o secundarios respectivamente (Meriño, 2019).

La capacidad antioxidante de las frutas está relacionada con su contenido de fenoles, polifenoles, flavonoides, carotenoides. Los compuestos fenólicos (especialmente los flavonoides) muestran una gran capacidad para captar radicales libres causantes del estrés oxidativo. El daño oxidativo se relaciona con el origen y desarrollo de ciertas enfermedades multifactoriales de carácter crónico, como la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL, del inglés Low Density Lipoproteins), la enfermedad cardiovascular, el daño oxidativo al ADN, el cáncer, la oxidación de las proteínas de las lentes oculares y la formación de la visión (Chaparro et.al, 2015).

Artocarpus heterophylus Lam. más conocido como *jackfruit*, nanjea o jaca, posee diversos metabolitos secundarios y los más abundantes son los compuestos fenólicos, que tienen un importante efecto antioxidante debido a sus propiedades de óxido reducción (Redox) y su capacidad de secuestrar radicales libres, quelar iones metálicos o descomponer peróxidos. Es notable la presencia de flavonoides en un valor aproximado de 23 mg cada 100g. Según el estudio de Jagtap Waghmare, Lokhande, Suprasanna y Bapat (2011), *jackfruit (Artocarpus heterophylus Lam.)* es una fuente rica de fitoquímicos que incluyen compuestos fenólicos y ofrece

oportunidades para el desarrollo de productos de valor agregado de jackfruit en la industria farmacéutica y aplicaciones alimenticias en beneficio de la salud humana (Meriño, 2019).

Existen diversos métodos para evaluar la actividad antioxidante. Una de las estrategias más aplicadas en las medidas *in vitro* de la capacidad antioxidante total de un alimento, consiste en determinar la actividad del antioxidante frente a sustancias cromógenas de naturaleza radical. La pérdida de color ocurre de forma proporcional con la concentración estas determinaciones dan tan sólo una idea de lo que ocurre en situaciones complejas *in vivo*, donde el microambiente en que se encuentra el alimento y la interacción de sus compuestos puede producir efectos sinérgicos o inhibitorios (Chaparro, 2015).

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

El principal objetivo de la investigación se centra en los compuestos fenólicos presentes en la yaca (*Artocarpus heterophyllus Lam.*), las condiciones empleadas para su obtención y su capacidad antioxidante. Así como, determinar su factibilidad como ingrediente activo en la formulación de un emulgel y sus posibles beneficios en el cuidado de la piel.

Actualmente se pueden encontrar diversos trabajos que centran sus objetivos en investigar la presencia y actividad de polifenoles. En el trabajo de Cheng et. al. (2023) “Comparación de métodos de extracción con disolventes asistidos por microondas, ultrasonido y ultrasonido-microondas sobre el perfil fenólico y la actividad antioxidante de extractos de pulpa de yaca (*Artocarpus heterophyllus Lam.*)”. Reportaron diferentes compuestos fenólicos presentes después de la extracción sólido-líquido con disolvente convencional. La pulpa utilizada provenía de Malasia y se separó la pulpa que fue liofilizada para después realizar reducción de tamaño hasta atravesar malla 100. La caracterización del extracto mostró la presencia de 1) aldehído cafeico, 2) N-cumaroildopamina, 3) 4-(4-butilfenil) fenol, 4) homoveratrato de metilo, 5) ácido 3-O-cafeoil shikímico, 6) ácido 5-p-cumaroilquínico, 7) clorogenato de metilo y 8) ácido 3-galoilquínico después de su análisis en modo de iones positivos por UPLC-ESI-QTOF-MS/MS.

El contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante de extractos etanólicos de yaca, han sido también analizados encontrando un contenido de polifenoles totales de 0.29 % y una capacidad antioxidante de 88.79 mg/ml (CI₅₀) con el radical 2,2-difenil-1-picril hidracilo (DPPH); se utilizaron 200 g de muestra, la cual se cubrió completamente con etanol y se dejó macerar durante 8 días (Ortiz & Acuña, 2021).

Además, se han estudiado los beneficios de los compuestos polifenólicos en diferentes compuestos de origen vegetal, por ejemplo, los polifenoles del aceite de aguacate sobre la piel que pueden reducir los efectos perjudiciales por los radicales libres, favoreciendo la renovación celular, proporcionando más vitalidad y salud a los

tejidos cutáneos. Otro ejemplo, el aceite de granada, presente en varios cosméticos por su composición rica en antioxidantes (polifenoles, taninos, antocianinas, flavonoides, etc.), aportando hidratación a las pieles grasas y nutrición a las secas, coadyuvante en la regeneración celular, mejorando la elasticidad de la piel siendo utilizado en pieles jóvenes para evitar el envejecimiento prematuro. La planta conocida como Amla (*Phyllanthus emblica L.*) rica en compuestos fenólicos, flavonoides, alcaloides, saponinas, taninos y fitoesteroles tiene efectos *anti-edad* además, permite mejorar el tono de piel, trata las imperfecciones e hidrata (Figuerola, 2019). Por lo que el efecto de los polifenoles presentes en la pulpa yaca es viable a estudiar en una formulación cosmética.

1.1 Yaca (*Artocarpus heterophyllus Lam.*)

Como alimento, las frutas realizan aportes a la dieta que son de suma importancia para la salud humana. En general son ricas en vitaminas, minerales y antioxidantes, pero también desde tiempos inmemoriales y en todas las culturas del mundo, las plantas y sus frutos además de ser utilizadas como alimento, se les ha atribuido propiedades que permiten su uso con carácter medicinal, empleándoseles con fines curativos y proporcionando una rica fuente de energía (Herrera, 2015).

La yaca (*Artocarpus heterophyllus Lam.*) una especie perteneciente a la familia de las moráceas originaria de la India y probablemente del este de la península de Malasia, incluyendo Las Antillas y América. La especie es conocida por varios nombres comunes tales como pan del pobre, pan de palo, fruta de pan, yaca, entre otros. La característica distintiva de esta planta es el enorme fruto que cuelga de sus troncos, el cual posee diversos beneficios y propiedades (Herrera, 2015). Los frutos pueden alcanzar pesos superiores a los 25 kg y son altamente apreciados por su valor nutricional, además de que se puede consumir como fruta fresca, curtido y cocinado en distintas formas como dulces, paletas y nieves. El fruto fue introducido en Nayarit, México en la década de 1960 y actualmente se cultiva en alrededor de 800 ha, cuya producción se destina principalmente a Estados Unidos (EUA) (Luna et al., 2013).

De los árboles de esta especie se aprovecha prácticamente todo; del tronco y las ramas se obtiene madera; las hojas se usan como forraje de ganado y para cocinar; las semillas secas se utilizan en dulces o hervidas como aperitivo; los frutos se consumen en fresco, cocinados o procesados en jugo, helados o rodajas fritas. También se reportan beneficios nutracéuticos, toda vez que las hojas y la corteza se utilizan para tratar anemia, asma, dermatosis, diarrea, catarro y como expectorante. Los frutos tienen diversos compuestos como carotenoides, flavonoides, taninos, esteroides, entre otros que le confieren propiedades anticancerígenas, además de aliviar úlceras e indigestión (Luna et al., 2013).

1.1.1 Características del fruto yaca

Los frutos nacen de las ramas principales y laterales del árbol. Tiene un tallo recto, rugoso y una corteza verde o negra que tiene un grosor de alrededor de 1.25 cm, exudando látex lechoso. Las hojas son anchas, elípticas, de color verde oscuro y alternas. A menudo son profundamente lobuladas cuando son juveniles en los brotes jóvenes (figura 1). Puede crecer en semisombra (bosque claro) o sin sombra y prefiere suelos húmedos (Chávez & Párraga, 2022).

Estos frutos compuestos dicotiledóneos de forma cilíndrica oblonga, longitudes de entre 22-90 cm y diámetros de 13-50 cm, llegan a pesar individualmente entre 2 y 20 kg, aunque se han registrado frutos de hasta 50 kg (Chávez & Párraga, 2022).

La yaca tiene una corteza exterior de color verde a marrón amarillento que se compone de ápices de carpelo hexagonales, cónicos y romos que cubren una pared gruesa, gomosa y blanquecina a amarillenta. Es un fruto de agregados múltiples que se forma por la fusión de múltiples flores en una inflorescencia. Aproximadamente el 30 % del peso de la fruta está ocupado por la pulpa. Hay una gran cantidad de bulbos en el interior de la fruta que tienen un alto valor nutricional (Chávez & Párraga, 2022).

En el fruto pueden distinguirse tres regiones primarias:

- a) Eje o centro del fruto, con presencia de células laticíferas (no comestible).
- b) Perianto, mayor porcentaje comestible del fruto y región media fusionada (formando el anillo del sin carpo) y la región externa córnea no comestible de color verde y amarillo al madurar.
- c) Fruto verdadero (semillas) que se desarrolla desde el carpelo del ovario (Luna et al., 2013).



Figura 1: Hojas de yaca.

Nota: Figura obtenida de Portillo, G (2021).

1.1.2 Taxonomía

La taxonomía del fruto se clasifica de acuerdo con su reino, clase, subclase, orden, familia y género, así como su sinonimia, nombre común y científico (Gómez, 2022).

La taxonomía del fruto se muestra en la tabla 1 y en la figura 2 se observa la distribución taxonómica de ocurrencias en México en el 2023 de acuerdo con el sistema global de información sobre biodiversidad (GBIF), reportándose 82 ocurrencias para la especie *Artocarpus heterophyllus lam* (GBIF,2023) entre principios del año 1000 y finales de 2023.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del árbol (Esquivel & Macías, 2020).

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Rosales</i>
Familia	<i>Moraceae</i>
Tribu	<i>Artocarpeae</i>
Género	<i>Artocarpus</i>
Especie o Nombre científico	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam
Nombre popular o vulgar	yaca o jaca
Nombre en inglés	Breadfruit, jackfruit.

DISTRIBUCIÓN TAXONÓMICA DE OCURENCIAS.



Figura 2: Ocurrencias de la especie *Artocarpus heterophyllus* Lam en México al año 2023.

Nota Figura obtenida de GBIF(2023).

1.1.3 Distribución de la yaca en México

En México los estados de Nayarit, Veracruz, Jalisco, Colima, Michoacán e Hidalgo se dedican al cultivo de yaca, su introducción en Nayarit fue en la década de 1960 y su producción se destina principalmente a Estados Unidos. De acuerdo con el Servicio

de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP,2017) se produjeron 18,611 toneladas en 2016. De los 21 municipios que reportan yaca, San Blas y Compostela en Nayarit, son los principales productores a nivel nacional, seguidos por Martínez de la Torre, Veracruz, obteniendo en promedio entre estos tres municipios 15.41 toneladas por hectárea. En 2016 México exportó 16 mil 798 toneladas de yaca principalmente a Estados Unidos, lo que representó 90.3 % de la producción nacional (Gómez, 2022).

1.2 Antioxidantes

Todos los seres vivos que utilizan el oxígeno para obtener energía liberan radicales libres, lo cual es incompatible con la vida a menos que existan mecanismos celulares de defensa que los neutralicen. A estas defensas se les denomina antioxidantes (Zorrilla, 2002).

Un antioxidante es cualquier sustancia que retrasa o previene la oxidación de un sustrato oxidable a pesar de estar presente en concentraciones más bajas que el sustrato (Mariaca, et al., 2016), estabilizando así la regeneración de los radicales libres y antioxidantes generados, reduciendo el daño oxidativo al cuerpo humano (Viteri & Zambrano,2021).

Igualmente, la piel está equipada con una red de antioxidantes protectores enzimáticos, que son los más importantes y son la primera barrera contra los radicales libres como la glutatión peroxidasa, la superóxido dismutasa y la catalasa; también, con antioxidantes de bajo peso molecular no enzimáticos como la vitamina E, la vitamina C, el glutatión, el ácido úrico y los carotenoides. En general, la epidermis contiene mayor concentración de antioxidantes que la dermis, por lo que su capacidad antioxidante es mayor (Mariaca, 2016). Cuando la defensa antioxidante es insuficiente para proteger al organismo del efecto dañino de los radicales libres puede conducirlo al estrés oxidativo, condición que está estrechamente vinculado a una gran diversidad de patologías como la psoriasis, cáncer, diabetes *mellitus*, aterosclerosis, cataratas e hipertensión arterial (Guija et al., 2015).

Existe un gran número de estudios epidemiológicos que vinculan la ingesta de una dieta rica en frutas y verduras con un disminuido riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, cáncer, aterosclerosis, artritis, etc., y ello debido a que dichos alimentos tienen un elevado contenido de polifenoles, flavonoides, antocianinas, vitamina C, vitamina E, β -caroteno, licopeno (Mariaca, 2016).

1.2.1 Envejecimiento humano

Con el transcurso de los años, el individuo comienza a envejecer y esto supone la aparición de cambios irreversibles que afectan a células, tejidos y órganos o a la totalidad del individuo (Zorrilla, 2002).

En la vida de los organismos aeróbicos quienes usan oxígeno como medio para ganar energía, existe el peligro de que sus defensas antioxidantes se vean excedidas por las fuerzas oxidantes. Harman desde 1954 planteaba que la expectativa de vida aumentaba disminuyendo el grado de fenómenos oxidativos y esto se lograría mejorando los hábitos higiénicos dietéticos y aumentando las defensas antioxidantes (Viteri & Zambrano, 2021).

Las teorías del envejecimiento señalan, por una parte, la programación genética con una respuesta predeterminada de cada organismo y por otra un proceso no genético que incluye a los radicales libres o el estrés oxidativo (Coronado et al., 2015).

Las especies reactivas del oxígeno, entre otros, los radicales libres, pueden alterar la membrana interna o el ADN mitocondrial lo que conlleva más producción de ERO (Especies Reactivas de Oxígeno), en consecuencia, más daño y aumento del estrés oxidativo al producirse más oxidantes y perderse el equilibrio requerido por la célula. Se señala que el genoma mitocondrial es susceptible al ataque de los radicales libres que la misma mitocondria produce. En este marco la participación mitocondrial y la presencia de estrés oxidativo podrían asociarse con la patología que conduce a la destrucción celular propia del envejecimiento (Coronado et al., 2015).

Desde el punto de vista molecular, los radicales libres actúan como potentes agentes oxidantes y son causa de envejecimiento al combinarse con moléculas esenciales,

como el ADN y proteínas, a las cuales desactivan. Los aldehídos, también un producto oxidativo, producen anclajes en el colágeno y otras macromoléculas, y determinan una pérdida de la flexibilidad de los tejidos. Dado que el colágeno desempeña un papel decisivo en el transporte e intercambio de elementos entre las células, las modificaciones de su estructura física deterioran profundamente las funciones fisiológicas en el organismo (Zorrilla, 2002).

1.2.2 Clasificación de los antioxidantes

Los antioxidantes se pueden clasificar de acuerdo con su naturaleza:

- **Antioxidantes primarios:** Estos previenen la formación de nuevas ERO (Tovar del Río, 2013). Son moléculas que rompen la cadena al reaccionar con los radicales libres de lípidos y los convierten en productos más estables (figura 3).

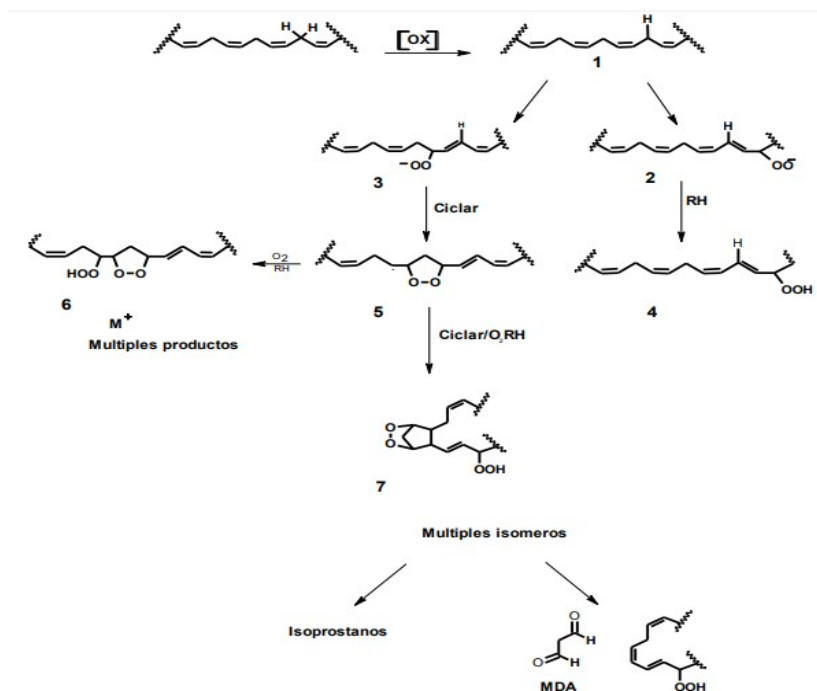


Figura 3: Vías de peroxidación lipídica.

Nota: Figura obtenida de Tovar del Río, J (2013).

En su estructura, principalmente son fenólicos: minerales antioxidantes, vitaminas y fitoquímicos (flavonoides, catequinas, carotenoides, β -caroteno, licopeno, diterpeno) (Viteri & Zambrano, 2021). Se han descrito un grupo de enzimas especializadas en inactivar por diferentes mecanismos a las ERO, como es el caso del superóxido dismutasa (SOD), la catalasa (CAT) y el glutatión peroxidasa (GSH-Px) (Hicks, et al., 2006).

- **Antioxidantes secundarios:** Son compuestos fenólicos que tienen la función de capturar radicales libres y detener las reacciones en cadena debido a que actúan como cofactores de las enzimas antioxidantes (Hicks, et al., 2006). Los compuestos incluyen: butilhidroxianisol (BHA), butilhidroxitolueno (BHT) y galato de propilo (PG) y sustancias endógenas con capacidad antioxidante (véase figura 4) (Viteri y Zambrano, 2021).

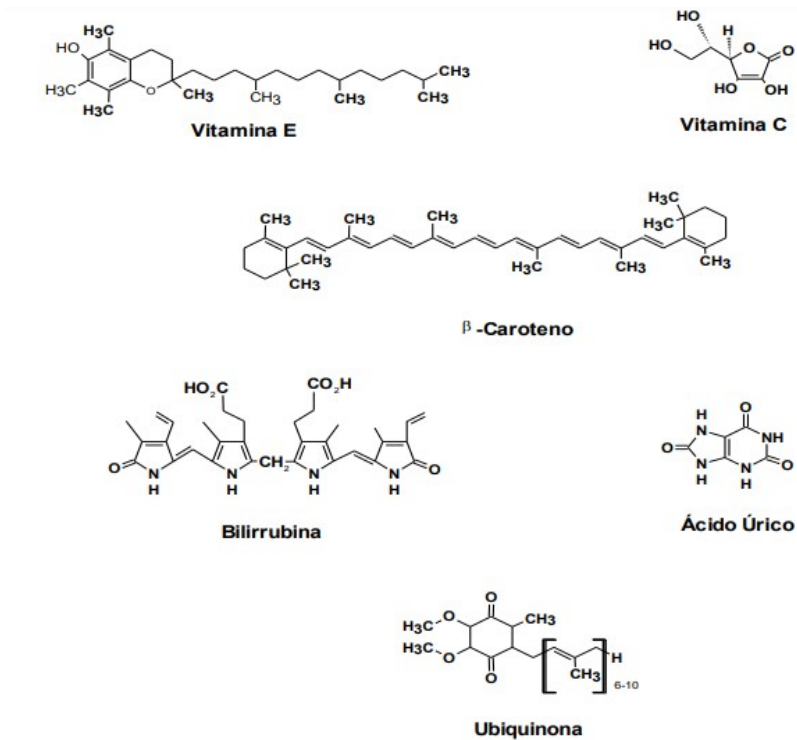


Figura 4: Estructuras correspondientes a los antioxidantes secundarios de los mecanismos de defensa en el organismo humano.

Nota: Figura obtenida de Tovar del Río, J (2013).

- **Antioxidantes terciarios:** Reparar las biomoléculas dañadas por los radicales libres principalmente el ocasionado al ADN y sulfóxido reductasa. (Ortiz y Acuña, 2021). En un reciente estudio publicado por Ogawa se explica el descubrimiento, en la epidermis humana, de una reductasa que elimina el grupo sulfóxido formado en la metionina durante su proceso oxidativo. Sus autores demuestran que es el agua oxigenada la responsable del proceso oxidativo que afecta tanto a la metionina como a la cisteína, sostienen que la metionina-S-sulfóxido reductasa A (MsrA) no sólo intercepta este proceso oxidativo, sino que consigue su eficaz reparación (Pons, 2006).

1.3 Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas, son responsables de la pigmentación y astringencia y están compuestos por una unidad de hidroxibenceno (fenol) que se encuentra unido a estructuras aromáticas o alifáticas. Estos tienen diferentes funciones e influyen en la calidad, aceptabilidad y estabilidad de alimentos. Actualmente existe un gran interés en estas sustancias debido a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, anticáncerígenas, etc (Albuquerque et al., 2022). En las plantas presentan una serie de funciones metabólicas en el crecimiento, reproducción, protección contra patógenos externos y el estrés, así como contra la radiación ultravioleta y los depredadores (Rosas, 2021).

Los compuestos fenólicos se encuentran presentes en vegetales, legumbres y frutas, éstos dan características sensoriales a productos como té, café, vino, entre otros. Los principales compuestos fenólicos son lignanos, taninos, ácidos fenólicos y flavonoides (Alara et al., 2021).

1.3.1 Flavonoides

Los flavonoides son compuestos fenólicos presentes en los vegetales que tienen estructuras variables y se encuentran en diferentes partes de las plantas como son: hojas, tallos, frutas, semillas, raíces, flores, entre otras (Panche et al., 2016). Protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes como los rayos

ultravioletas, la polución ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, etc. (Martínez et. al., 2002). Además de sus conocidos efectos antioxidantes, los flavonoides presentan otras propiedades antimutagénicas, anticancerígenas y tienen capacidad para la modulación de la actividad de diferentes enzimas de detoxificación tales como las monooxigenasas dependientes de citocromo P-450, entre otras (Panche et al., 2016).

1.3.2 Ácidos fenólicos

La actividad antioxidante de los ácidos fenólicos y sus ésteres depende tanto del número de grupos hidroxilos en la molécula, la posición de éstos en la estructura del anillo bencénico en relación con el grupo carboxílico y la extensión de la estructura del grupo carboxílico (Surco Laos et al., 2016). Los ácidos fenólicos son clasificados en ácidos hidroxicinámicos e hidroxibenzoicos; su principal función en la célula vegetal es actuar como metabolito secundario en el crecimiento, reproducción y como agente protector contra algunos patógenos. Estos compuestos abarcan desde moléculas simples como el ácido fenólico hasta compuestos más complejos como taninos y flavonoides. Estos compuestos también son responsables del color en las plantas (Arriaga, 2021).

1.3.3 Antocianinas

Representan los principales pigmentos solubles en agua visibles al ojo humano. Pertenecen al grupo de los flavonoides y su estructura básica es el ion flavilio o 2-fenilbenzopirilio, el cual consta de dos anillos aromáticos unidos por una unidad de tres carbonos. El nivel de hidroxilación y metilación en el anillo "B" de la molécula determina el tipo de antocianidina, que es la aglicona de la antocianina. Aunque se han descrito doce diferentes antocianidinas, las más comunes en plantas son: pelargonidina, cianidina, delfinidina, peonidina, petunidina y malvidina. El azúcar presente en la molécula les confiere una gran solubilidad y estabilidad (Ortíz et. al., 2011). El interés por los pigmentos antociánicos en investigaciones científicas se han incrementado en los últimos años debido no sólo al color que confieren a los

productos que las contienen sino en la reducción de las enfermedades coronarias, cáncer, diabetes, efectos antiinflamatorios, mejoramiento de la agudeza visual y comportamiento cognitivo; estos efectos terapéuticos positivos están principalmente asociados con sus propiedades antioxidantes (Heras et al., 2013).

1.3.4 Taninos

Los taninos que resultan ser el subgrupo de compuestos polifenólicos de mayor tamaño, químicamente se definen como: “Metabolitos secundarios derivados de plantas que pueden ser ésteres de ácido gálico o sus derivados unidos a una amplia variedad de polioles, catequina o núcleos triterpenoides, o bien oligómeros o polímeros de proantocianidinas que pueden poseer diferente acoplamiento interflavonil u otros patrones de sustitución (Taninos Condensados)”. Sin embargo, por convención, diversos autores clasifican a los taninos en cuatro grupos: los condensados (TC, origen flavonoide), los hidrolizables (TH, origen no flavonoide) 2,8, los florotaninos (FT, derivados de algas café) y los taninos complejos (Olivas et al., 2015).

Aunque algunos taninos son comunes en el reino vegetal, unos son característicos de alguna fruta y otros de algún vegetal en específico. Los vegetales y frutos tienen la capacidad de acumular taninos en la totalidad de la planta de la que provienen: semillas, frutos, madera, raíz, hojas. En condiciones normales, los taninos vegetales representan del 2 al 7% del peso fresco de la planta. Esta cantidad representa la suma de todos los tipos de taninos presentes en el vegetal. No obstante, las concentraciones pueden aumentar debido al estrés producido por el ataque de patógenos (Vázquez, 2012).

1.3.5 Capacidad antioxidante

Los métodos de determinación de la actividad antioxidante total se basan en comprobar cómo un agente oxidante induce daño oxidativo a un sustrato oxidable; daño que es inhibido o reducido en presencia de un antioxidante. Esta inhibición es proporcional a la actividad antioxidante del compuesto o de la muestra. Por otra

parte, hay ensayos que se basan en la cuantificación de los productos formados tras el proceso oxidativo. Los distintos métodos difieren en el agente oxidante, en el sustrato empleado, en el tiempo de evaluación, en la técnica instrumental utilizada, la sensibilidad y en las interacciones de la muestra con el medio de reacción (Quintanar & Calderón, 2009).

Se han descrito diversas técnicas para evaluar la capacidad antioxidante de alimentos y plantas medicinales, pero aquella que ha recibido una preferencial atención es la técnica que utiliza el radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo conocido por las siglas DPPH (Guija et al., 2015).

1.3.6 Mecanismo de acción de los antioxidantes

- Previene la formación Especies Reactivas de Oxígeno (ERO).
- Intercepta el ataque de ERO.
- Secuestra los metabolitos reactivos convirtiéndolos en moléculas menos reactivas.
- Facilita la reparación del daño causado por ERO.
- Mantiene un ambiente favorable para la actuación de otros antioxidantes.
- Amplifica la resistencia de las dianas biológicas sensibles al ataque de ERO (Ortiz & Acuña, 2021)

1.3.7 Radicales libres

Los radicales libres son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado, por lo que son muy reactivos, ya que tienden a captar un electrón de otros átomos con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica. El término “radical libre” enfatiza una reactividad más alta comparada con moléculas cuyos átomos están ligados a otros por covalencia (enlace por compartición de electrones). Una vez que el radical libre ha conseguido sustraer el electrón (reducción) que necesita, la molécula estable que lo pierde (oxidación) se convierte a su vez en un radical libre

por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una reacción en cadena (Méndez et al., 2010).

Los radicales libres se liberan durante el metabolismo humano y también se producen por contaminantes ambientales, (atmosféricos, acuáticos, de suelos), radiaciones (ultravioleta, gamma, hertziana), entre otros. Se pueden relacionar con el consumo o uso de tóxicos como el alcohol, tabaco y drogas o debido a una alimentación no adecuada, exposición a fertilizantes o pesticidas. Se incluye además el metabolismo de algunos químicos y elevado estrés físico o psíquico (Coronado et al., 2015).

La toxicidad de cada radical o especie reactiva de oxígeno viene determinada, desde el punto de vista químico, por cuatro características básicas: I) reactividad, II) especificidad, III) selectividad y IV) difusibilidad. Los tres componentes con mayor capacidad de difusión son: $O^{\cdot -} < H_2O_2 < OH$. Capaces de reaccionar con moléculas que se encuentran alejadas del lugar de origen incluso con capacidad de atravesar membranas celulares (San Miguel & Martín, 2009). Se sabe que los radicales libres desempeñan un doble papel, es decir, pueden ser perjudiciales o beneficiosos para los sistemas vivos. En concentraciones bajas a moderadas serán beneficiosos, mientras que a concentraciones altas serán perjudiciales (Méndez et al., 2010).

1.3.8 Actividad antioxidante DPPH

Para evaluar actividad antioxidante se recurre a diferentes métodos, siendo uno de los más importantes el método DPPH. Este método fue desarrollado por Blois con el objetivo de determinar la actividad antioxidante de manera similar usando un radical libre estable α,α -difeníl- β -picrilhidrazilo (DPPH; $C_{18}H_{12}N_5O_6$, $M = 394.33$), el cual determina actividades de captura de material radicalario, este radical libre es susceptible de reaccionar con compuestos antioxidantes a través de un proceso caracterizado por la cesión de un átomo de hidrógeno proporcionado por el agente antioxidante (Kedare y Singh, 2011; Guija et al., 2015), midiendo el potencial de inactivación de dicho radical en medio acuoso (Jiménez et al., 2012).

Este radical estable presenta en disolución un color violeta oscuro. Una vez mezclado radical y sustancia antioxidante, a mayor captación del radical libre por parte del antioxidante, habrá una mayor disminución de la absorbancia inicial del radical DPPH, lo que conlleva una decoloración del color violeta inicial. Esta diferencia de absorbancia nos indicará la capacidad antioxidante del alimento o extracto en estudio (Jiménez et al., 2012).

La reacción es seguida midiendo la disminución de la absorbancia a 517 nm. Los resultados se pueden expresar como IC50, % de inhibición, % de actividad antirradicalaria o equivalentes a trolox o a vitamina C (Castro,2008). Los antioxidantes en los alimentos pueden ser solubles en agua, solubles en grasa, insolubles y estar unidos a las paredes celulares, por lo tanto, pueden no reaccionar libremente con DPPH, por lo que reaccionan a diferentes velocidades y siguen cinéticas diferentes y la reacción a menudo no se completará en un tiempo razonable (tiempo de ensayo). Por lo tanto, el tamaño de la muestra que puede reducir la absorbancia inicial de la solución de DPPH en un 50 % se ha elegido punto final para medir la actividad antioxidante (Kedare & Singh, 2011).

1.3.9 Actividad antioxidante FRAP

El método que mide la capacidad de reducción del hierro (FRAP, del inglés Ferric Reducing Antioxidant Power) ante un antioxidante por transferencia de un electrón (es decir el paso de Fe^{3+} a Fe^{2+} en el complejo $[Fe(III)(TPTZ)_2]^{3+}$) (Cuellar et al., 2013). El compuesto Fe^{2+} -TPTZ produce una coloración azul intensa que tiene una absorción máxima de 593 nm. Los resultados del ensayo FRAP, se ha visto que correlacionan con los antioxidantes presentes en plantas o frutos (Benítez, 2020).

De esta manera, se observa que un antioxidante puede reducir efectivamente a un pro-oxidante, pero puede ser incapaz de reducir eficientemente al Fe^{3+} . Asimismo, se puede observar que todos los antioxidantes son agentes reductores, pero no todos los agentes reductores son antioxidantes (Batalla et al., 2019).

Los distintos métodos utilizados para medir la capacidad antioxidante se deben a la alta capacidad que tienen los polifenoles como antioxidantes, donde cada método de medida es sensible a las distintas características redox del compuesto polifenólico. El método DPPH actúa sobre polifenoles donadores de átomos de hidrógeno a radicales oxidantes, estabilizándolos y disminuyendo así su poder oxidante; el método FRAP actúa sobre los polifenoles capaces de donar electrones reduciendo intermediarios oxidados (Cuellar et al., 2013).

1.3.10 Método para determinación de polifenoles totales

Los polifenoles son compuestos bioactivos presentes en los alimentos de origen vegetal. El estudio de los compuestos fenólicos en alimentos constituye una de las ramas de mayor desarrollo en los últimos años, por su importancia en la protección de la salud (Anticono et al., 2016), por sus efectos anticancerígenos, cardioprotector, antidiabético, neuroprotector, antialérgico, antiaterogénico, antiinflamatorio, antimicrobiano, anticancerígena, antitrombótica, y efectos vasodilatadores, así como, la capacidad para neutralizar las especies reactivas de oxígeno (ERO) y especies reactivas de nitrógeno (RNS). La combinación de la acción de diversos polifenoles, actúan como antioxidantes (Gómez et al., 2018).

Este ensayo de análisis de los polifenoles totales se utiliza con frecuencia en el estudio de las propiedades antioxidantes de alimentos vegetales como zumos de fruta, al tratarse de un parámetro que generalmente muestra una estrecha correlación con los diferentes métodos de medición de la actividad antioxidante (García et al., 2015).

El mecanismo de reacción es una reacción redox, por lo que además puede considerarse también como un método de medida de la actividad antioxidante total. La oxidación de los polifenoles presentes en la muestra causa la aparición de una coloración azulada que presenta un máximo de absorción a 765 nm, y que se cuantifica por espectrofotometría con base en una recta patrón de ácido gálico. Se trata de un método preciso y sensible que puede padecer numerosas variaciones,

fundamentalmente en lo relativo a los volúmenes utilizados de la muestra a analizar, concentración de reactivos y tiempo de reacción (Ortiz & Acuña, 2021).

Este reactivo contiene una mezcla de wolframato y molibdato sódico en ácido fosfórico y reacciona con los compuestos fenólicos presentes en la muestra. El ácido fosfomolibdotúngstico (formado por las dos sales en el medio ácido) de color amarillo, al ser reducido por los grupos fenólicos da lugar a un complejo de color azul intenso, cuya intensidad es la que medimos para evaluar el contenido en polifenoles (García et al., 2023).

1.4 Emulgel

Los emulgeles son emulsiones ya sean O/W o W/O, de consistencia semisólida por la adición con un agente gelificante y de una apariencia opaca por tratarse de un sistema de dos fases. De hecho, la presencia de un agente gelificante cambia una emulsión convencional en un emulgel en la fase acuosa (Nava, 2017). Así, un emulgel tendrá propiedades de un gel y tiene la ventaja de ser aceptable, tener buena apariencia, efecto emoliente, control de viscosidad y buena estabilidad, desde el punto de vista funcional incrementa la penetración de los compuestos activos en la piel, son menos grasos y se remueven con facilidad, tienen la capacidad de incorporar compuestos hidrófobos en medios acuosos (Tasneem et al., 2022). Un emulgel tiene como principal función potenciar el efecto de la sustancia activa utilizada como hidratante; en este sentido, el vehículo cumple la función de depositar eficiente y uniformemente el agente activo, además, de que es posible que éste llegue al sitio de acción, permitiendo mantener la concentración de activo por tiempo suficiente para lograr el efecto deseado (Tanaji, 2018).

Para una formulación tópica, el mayor desafío es lograr una forma cosmética efectiva que garantice la permeación del activo a través de la piel sin presentar efectos secundarios. Por lo tanto, en el diseño de un emulgel es indispensable seleccionar los excipientes que presente características sensoriales y reológicas idóneas para una administración tópica por ejemplo, extensibilidad y textura apropiadas. Además,

es importante que la preparación sea estéticamente aceptable para el paciente y fácil de usar (Conde et al., 2021).

Los emulgeles de uso cosmético tienen como propiedad importante el presentar un comportamiento reológico tixotrópico que da la sensación de no tener grasa, se desvanecen y absorben con facilidad, son emolientes y cuentan con gran vida útil (Vanpariya, 2019).

1.4.1 Formulación de un emulgel

A continuación, se describe cada una de las fases que conforman la formulación de un emulgel:

- **Fase acuosa:** Fase que permite la hidratación del agente gelificante. Si el principio activo es hidrofílico se puede colocar en esta fase, además de permitir la disolución de otros componentes en la formulación comúnmente los agentes usados son el agua y alcoholes (García et al., 2018).
- **Fase oleosa:** Estos forman la fase oleosa de la emulsión. Para emulsiones aplicadas externamente los aceites minerales, ya sean solos o combinados con parafinas blandas o duras, son ampliamente empleados como vehículos del fármaco y para las características sensoriales (Nava, 2017).
- **Emulsionantes:** Se utilizan tanto para promover la emulsificación en el momento de la fabricación como para controlar la estabilidad al evitar la coalescencia de la fase dispersa en la formulación logrando una vida útil que puede variar desde días, meses o años (Benítez, 2020). Algunos ejemplos son: Span 80, Tween 80, ácido esteárico y estearato de sodio (Nava, 2017).
- **Agentes gelificantes:** Agentes usados para aumentar la consistencia y también se pueden usar como agentes espesantes ya que estos compuestos son capaces de formar estructuras tridimensionales en un medio líquido, lo que permite el aumento en la viscosidad (Benítez, 2020). Algunos ejemplos son: carbómeros, metilcelulosa y gomas.

- **Potenciadores de la penetración:** Interrumpen temporalmente la barrera de la piel, fluidifican los canales de lípidos entre los corneocitos, alteran la partición del fármaco en las estructuras de la piel o mejoran la administración en la piel (Nandgude, 2018). Algunos ejemplos son: ácido oleico, mentol, urea, entre otros.

1.4.2 Preparación de un emulgel

Otras preparaciones transdérmicas son comparativamente menos estables que los emulgeles (Nava, 2017). Los emulgeles suelen prepararse en 3 pasos:

- a) Se elabora la formulación de la emulsión ya sea O/W o W/O mediante la formación de pequeñas gotas y la disminución de la fuerza interfacial con ayuda de movimiento mecánico.
- b) Se lleva a cabo la hidratación de la base del gel.
- c) Incorporación de la emulsión a la base del gel con agitación continua (Silva, 2021).

A este procedimiento general se le pueden realizar modificaciones, así como agregar el gel a la fase acuosa de la emulsión antes de incorporarle a la fase oleosa (Trenado, 2018).

Los emulgeles han demostrado ser el sistema de administración más conveniente y efectivo. Debido a su propiedad no grasosa similar a un gel, proporciona una mejor liberación de fármacos en comparación con otros sistemas de administración de fármacos tópicos. La incorporación de la emulsión en el gel lo convierte en un sistema de liberación de control dual, pueden resolverse problemas tales como la separación de fases, la formación de crema asociada con la emulsión y mejora su estabilidad (Khan, 2022).

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

Evaluar la eficiencia cosmética de un emulgel con un 1 % p/p de extracto de pulpa de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) rico en antioxidantes, mediante su aplicación *in vivo* en mujeres voluntarias para su posible uso en el cuidado de la piel.

2.1.2 Objetivos específicos

- Estandarizar la obtención de un extracto de la pulpa de yaca en función del contenido de polifenoles y su empleo como agente bioactivo en la formulación de un emulgel facial.
- Determinar la capacidad antioxidante del extracto de pulpa de yaca, mediante los ensayos de FRAP y DPPH y establecer la concentración inhibitoria del 50% de radicales.
- Preparar y caracterizar un emulgel con un 1% p/p de extracto de la pulpa de yaca, realizando pruebas fisicoquímicas que determinen su viscosidad, pH y gravedad específica para determinar la estabilidad acelerada de dicho emulgel.
- Evaluar la eficiencia cosmética *in vivo* del emulgel formulado mediante su aplicación a voluntarias sanas y observar si existen cambios aparentes en la elasticidad, firmeza o pigmentación de la piel en el sitio de aplicación.

2.2 Planteamiento del problema y delimitación

La industria cosmética convencional ha tenido un crecimiento constante con un valor aproximado a los 154,000 millones de pesos en México, entre los principales productos destacan las lociones corporales, productos faciales hidratantes y

productos antienvjecimiento con un crecimiento del 11 % anual en Latinoamérica (Martínez, 2019).

Sin embargo, los consumidores de hoy en día buscan nuevos ingredientes naturales y evidencia científica de su eficacia, por lo que ha surgido una segmentación en el mercado de los productos cosméticos dando lugar a los cosméticos naturales; en los últimos estudios de mercado la tendencia de estos productos muestra un crecimiento a futuro próximo, pasando de un 5 % a un 15 % en los próximos años (Fernández, 2021). Para que éstos puedan ser considerados como cosméticos naturales, un mínimo del 95 % del total de los ingredientes en su elaboración (incluyendo el agua) es de origen natural y como máximo el 5 % restante pueden ser ingredientes sintéticos, que forman parte de una corta lista restrictiva que incluye algunos conservadores y sustancias auxiliares (Leydi, 2022).

Para la población en general un producto natural u orgánico genera confianza al estar relacionado con la ausencia de componentes sintéticos. Los consumidores explican que: “lo orgánico, lo natural es más sano”; “funciona mejor”; “por alguna razón es utilizado desde hace siglos”; “va de la mano con el medio ambiente”; y “son productos biodegradables” (Mosquera, 2015). Por lo que, actualmente es importante poder demostrar dicha seguridad y eficacia en los ingredientes de origen natural que se incorporan a este tipo de formulaciones, sin dejar de lado las buenas prácticas de manufactura, desde la obtención de nuevos ingredientes de origen natural hasta el producto final.

En la yaca (*Artocarpus heterophyllus Lam.*) existen diferentes compuestos que pueden ser usados como ingrediente de origen natural como lo son algunos polipéptidos, aminoácidos (Salvador, 2022) y antioxidantes a los cuales quedará delimitado este trabajo. Recalcando que se busca evidenciar la capacidad antioxidante y su efecto benéfico sobre la piel incorporándolo a una formulación, que si bien no cuenta con un 95 % de ingredientes de origen natural, se busca demostrar la eficacia de estos antioxidantes para poder ser empleados en el futuro en

formulaciones de cosmética natural. Todo esto siguiendo los lineamientos de las buenas prácticas de manufactura.

2.3 Justificación

Las frutas tropicales son altamente susceptibles al deterioro, generando un desecho orgánico y que en ocasiones son grandes fuentes alternativas para la obtención de agentes bioactivos presentes en estos frutos. Estos compuestos pueden llegar a presentar una buena capacidad antioxidante debido a su composición química natural, lo que ha llamado la atención en la industria química-cosmética debido a la innovación industrial de formular diferentes formas cosméticas naturales. Entonces, sí la yaca es un fruto producido en nuestro país y que debido a su tamaño y características de madurez es susceptible a que gran parte de su pulpa se pierda, será una fuente importante de obtención de agentes bioactivos con capacidad antioxidante con el beneficio implícito de provenir de una fuente natural, no tóxica y de fácil acceso. Así, al trabajar con ésta es posible tener avances en la generación de productos innovadores provenientes de recursos naturales, de tal manera que estos extractos se presenten como una alternativa para la industria química cosmética.

2.4 Materiales y Reactivos

2.4.1 Equipo e instrumentos

- **Equipos**
 - Baño María con agitación (American Optical cat.2156).
 - Rotavapor (Heidolph-laborota 4000).
 - Ultracentrífuga (Beckman optima TM LE-80K).
 - Picnómetro metálico 83.205ml (US Standard, Stainless Steel 300).
 - Cámara de estabilidad ambiental (Caron,6010).

- **Instrumentos**

- Termobalanza (Equipar S.A de C.V Ohaus®, MB45).
- Balanza analítica (Ohaus® pionner™).
- Espectrofotómetro UV-Vis (Cary 50) y (Thermo Scientific, Genesys™ 10S).
- Termómetro (Hanna®, Checktemp®1).
- Potenciómetro (Oakton®, PC 700 Benchtop pH/Conductivity Meter).
- Agitador digital de cabezal elevado (Science Med OS20-Pro).
- Reómetro (Brookfield DV3T).

2.4.2 Reactivos, materias primas y material de envase

- **Reactivos**

- Metanol grado HPLC (Fermont).
- Etanol absoluto (Fermont).
- Agua destilada grado analítico.
- Ácido gálico (Química Meyer®).
- Carbonato de sodio (Baker).
- Reactivo de fenoles Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich).
- Trolox (Sigma-Aldrich).
- DPPH (Sigma-Aldrich).
- Acetato de sodio trihidratado (Fermont).
- Ácido acético glacial (Química Meyer®).
- Ácido clorhídrico (J.T. Baker).
- TPTZ (Sigma-Aldrich).
- Cloruro férrico hexahidratado (Química Meyer®).

- **Materias primas**
- Extracto hidroalcohólico de yaca.
- Cera ceresina 136 (Droguería Cosmopolita).
- Alcohol cetílico 95 (Droguería Cosmopolita).
- Parafina líquida (Droguería Cosmopolita).
- Ácido esteárico USP (Droguería Cosmopolita).
- Propilparabeno (Droguería Cosmopolita).
- Glicerina USP (Química Meyer®).
- Metilparabeno (Droguería Cosmopolita).
- Carbopol®ultrez 10 (Droguería Cosmopolita).
- Trietanolamina USP (J.T. Baker)
- Dimeticona 200/350 (Droguería Cosmopolita).
- **Material de envase**
- Tarros de vidrio color ámbar de 30 mL.

2.5 Determinación del contenido de agua

Los frutos de yaca se obtuvieron de un cultivo en el municipio de San Blas, en el estado de Nayarit, México. Los frutos de yaca se colectaron maduros y listos para su consumo y procesada. Se separaron la cascara, semillas y pulpa; se llevaron a congelación para su posterior utilización. Se pesaron 5 gramos de pulpa de yaca descongelada en una balanza analítica (Ohaus® pionner™), se cortó finamente la pulpa llevándose a la termobalanza (Equipar S.A de C.V Ohaus®, MB45) a 50 °C durante 10 minutos para determinar el porcentaje de humedad (figura 5), realizándose por triplicado la determinación.

2.6 Obtención del extracto

Para la obtención del extracto, se planteó un diseño de experimentos de dos niveles y 3 factores (tipo de solvente, concentración y baño con agitación) como se muestra en la figura 5, esto con el fin de conocer las condiciones óptimas de extracción. Se tomaron muestras a las 1, 2, 3, 24 y 48 horas de comenzar la extracción. Se pesaron alrededor de 19.40 g de pulpa de yaca descongelada, que se trituraron con 100 mL de la solución a probar por 5 minutos, teniendo una proporción de 1:20 p/v (1 g de muestra seca, 20 mL de disolvente) las muestras se colocaron en recipientes ámbar y en baño maría (40 °C) bajo agitación (American optical cat.2156).

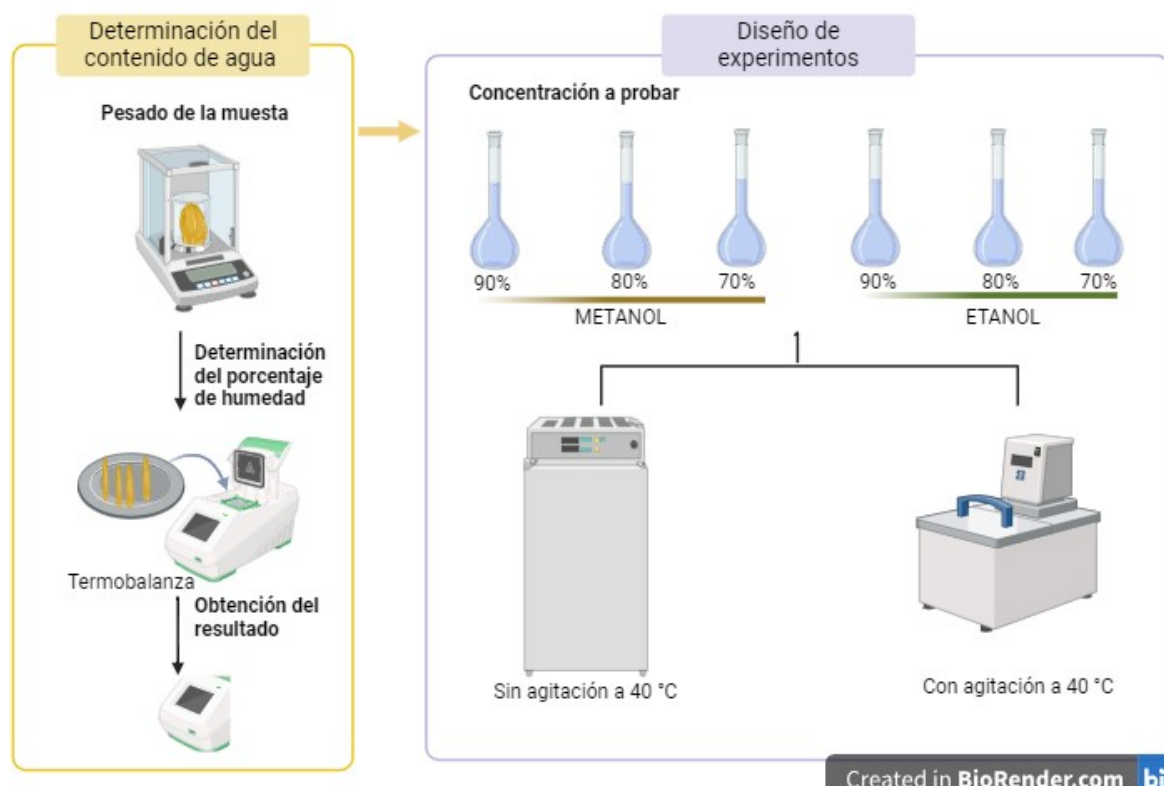


Figura 5: Diseño de experimentos para la obtención del extracto con yaca.

Nota: Figura creada con BioRender.com.

Se midió la cantidad de polifenoles en las muestras como se describe en la sección 2.7, se seleccionó un disolvente y tiempo de extracción de acuerdo a los resultados del diseño de experimentos. Posteriormente se realizó la extracción de polifenoles

con 595.2 g de yaca se filtro a vacío el extracto para retirar las partículas de pulpa y el contenido obtenido se colocó en un rotavapor (Heidolph-laborota 4000) a una velocidad de 150 rpm y 20 °C por 2 horas; después se incrementó la velocidad a 210 rpm y la temperatura a 40 °C, durante 1 h, para evaporar de esta manera el exceso de disolvente. El extracto final se almacenó para su posterior análisis en un recipiente de vidrio color ámbar bajo condiciones de congelación.

2.7 Compuestos fenólicos totales

La concentración de fenoles totales presentes en el extracto se determinó por espectrofotometría visible (Espectrofotómetro UV-Vis, Cary 50), basándose en una reacción colorimétrica de óxido-reducción, donde el agente oxidante fue el reactivo de Folin-Ciocalteu (Folin-Dení's reagent Sigma-aldrich chemistry)(figura 6).



Figura 6: Diagrama para la determinación de la cantidad total de polifenoles.

Nota: Figura creada con BioRender.com.

El fundamento de este método consiste en detectar la concentración de polifenoles mediante la formación de sales de molibdeno de color azul, cuantificables por

espectrofotometría visible a 765 nm (Singleton,1965). Se preparó una curva calibración, los sistemas empleados fueron preparados a una concentración de entre 7 y 35 mg de ácido gálico/ L con 5 ml de solución de carbonato de sodio saturada (figura 6). Para la determinación se realizó el ensayo por triplicado empleando 1 mL del extracto, 1 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu y 1 mL de solución de carbonato de sodio saturada, llevando a un volumen final de 10 mL con agua destilada en un matraz volumétrico. Los resultados fueron expresados en miligramos equivalentes de Ácido Gálico por litro de extracto (mg EAG/ L).

2.8 Actividad antioxidante

2.8.1. Actividad captadora de radicales libres DPPH

La evaluación se realizó utilizando 2,2-difenil-1-picril hidrazilo (DPPH), las determinaciones se realizaron en un espectrofotómetro UV-Vis (Thermo Scientific, Genesys™10S) y las determinaciones fueron medidas a 517 nm al cabo de los 30 minutos de incubar las muestras en oscuridad (Brand-Williams W. et al., 1995). Se preparó una curva de calibración (como se muestra en la figura 7) a las concentraciones de entre 0 y 0.9 mg/ L de Trolox (Ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico, Sigma-aldrich chemistry) y una solución de DPPH 0.2 mg/ L (Sigma-aldrich chemistry). El ensayo se realizó por triplicado con 0.01 mL del extracto acuoso, se adicionaron 0.14 mL de la solución de DPPH y se incubaron en la oscuridad durante 30 minutos. Los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de trolox por litro de extracto (mg ET/ L).

2.8.2 Evaluación de la actividad antioxidante FRAP

Se determinó de acuerdo con el ensayo de poder antioxidante de reducción férrica por espectrofotometría midiendo el complejo cromógeno formado por TPTZ (Huet, 2017; Ortiz & Acuña,2021). Se preparó una curva de calibración (figura 7) a las concentraciones de entre 0 y 1 mmol / L de Trolox, se le añadió el reactivo de FRAP (2,4,6-tripiridil-s-triazina, Sigma-aldrichchemistry) el cual fue preparado en una proporción 10:1:1 (Buffer acetato: TPTZ: Cloruro férrico). El ensayo se realizó por

triplicado con 0.01 mL del extracto acuoso de yaca y se adicionaron 0.14 mL del reactivo de FRAP. Las muestras se incubaron por 7 minutos en oscuridad y se leyeron a 593 nm (Fejér, 2022). Los resultados se expresaron como milimoles equivalentes de trolox por litro de extracto (mmoL ET/ L).

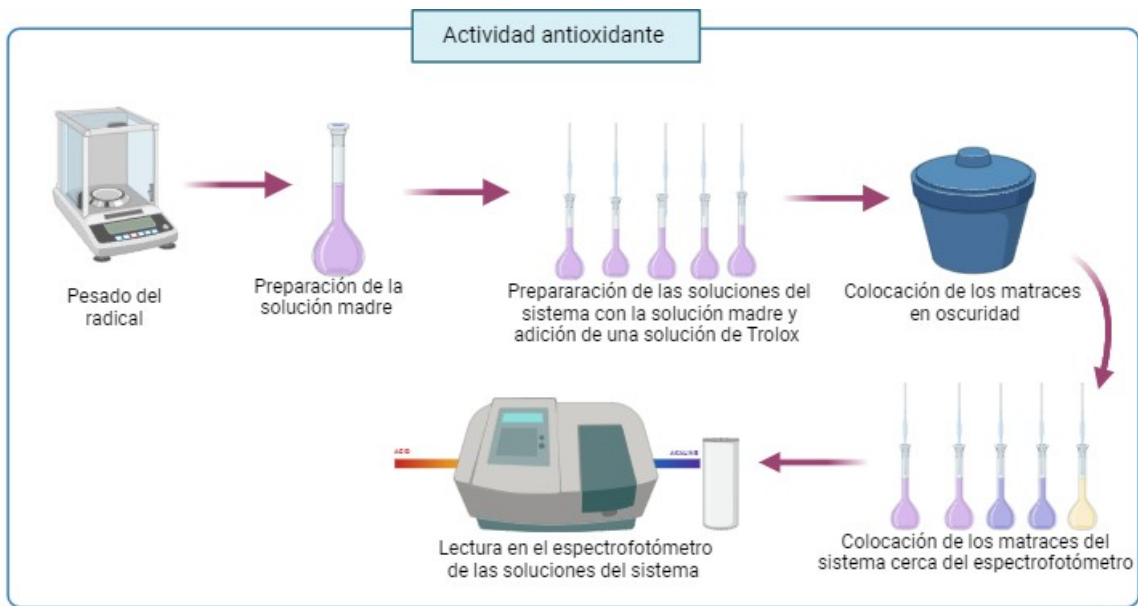


Figura 7: Diagrama para determinar la capacidad antioxidante.

Nota: Figura creada con BioRender.com.

2.9 Elaboración del emulgel

Se pesó el Carbopol®ultrez 10 y se hidrató con agua destilada. Posteriormente, se colocó en agitación moderada por un lapso de 20 minutos. El emulgel se realizó en dos fases:

FASE A: Se pesó cera ceresina, alcohol cetílico, parafina líquida, ácido esteárico y propilparabeno, dicha mezcla se colocó en la parrilla hasta que alcanzó una temperatura de 70 °C y se agitó con varilla de vidrio.

FASE B: Se pesó glicerina, metilparabeno y agua destilada, se colocaron en una parrilla hasta que alcanzó una temperatura de 70 °C. Posteriormente se pesó Trietanolamina y se disolvió en agua destilada y se añadió a la Fase B.

Cuando ambas fases se encontraban a 70 °C se colocó la fase B en agitación máxima constante con propela. Posteriormente se agregó la fase A de manera lenta y constante y se mantuvo en agitación esta mezcla por 20 minutos; se retiró de agitación y se dejó enfriar hasta los 40 °C ya que llegó a esta temperatura se añadió el Carbopol®ultrez 10 previamente hidratado con agitación constante por 10 minutos y se dejó enfriar el emulgel hasta los 30 °C; se añadió la dimeticona y el extracto acuoso de yaca y en una proporción del 1 % p/p sin dejar de agitar. Finalmente, se envasó el emulgel cuando alcanzó la temperatura ambiente. La elaboración del emulgel sin extracto de yaca y con extracto se resumen en la figura 8.

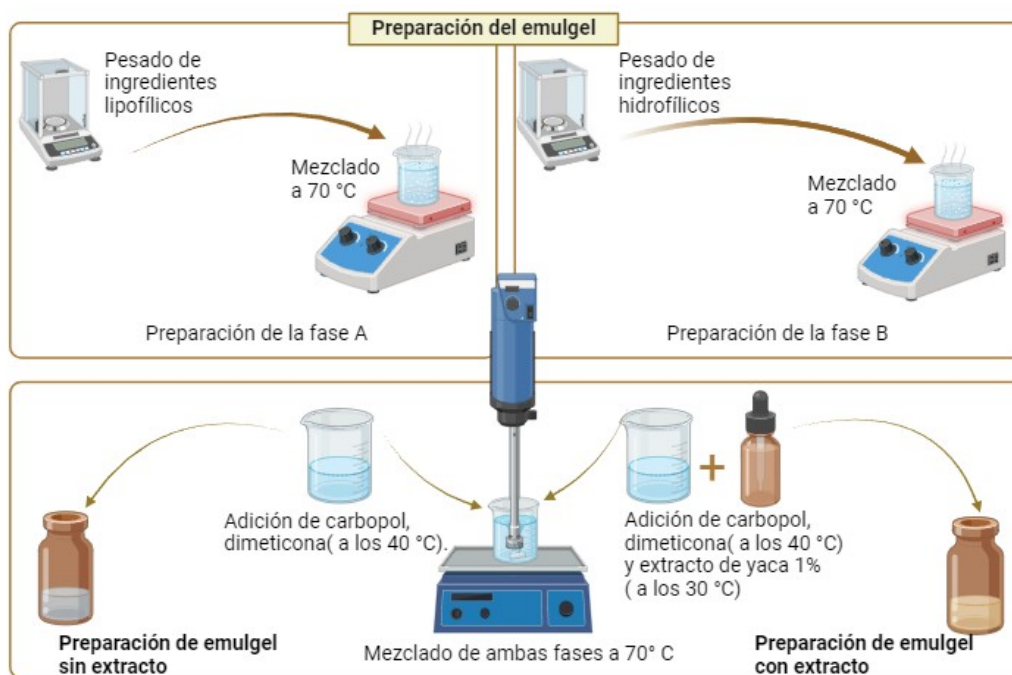


Figura 8: Diagrama para la elaboración del emulgel.

Nota: Figura creada con BioRender.com.

2.9.1 Evaluación fisicoquímica del emulgel

Se llevaron a cabo diferentes pruebas por triplicado para evaluar la estabilidad fisicoquímica del emulgel con extracto de yaca y sin extracto, las cuales se muestran en la figura 9. Entre las pruebas fisicoquímicas se anotaron el olor, color y apariencia

de dichas formulaciones. Posteriormente, se midió la gravedad específica con un picnómetro metálico (US Standard 300), el pH se determinó con un potenciómetro (Oakton Pc,700 Benchtop pH) con una solución que tiene de cada emulgel un 10%; la viscosidad se midió con un reómetro (Brookfield DV3T) con la aguja HA05 a una velocidad de 12 rpm para el emulgel sin extracto de yaca y 60 rpm para el emulgel con yaca a temperatura ambiente 25 °C; la separación de las fases se evaluó con ayuda de una ultracentrifuga (Beckman optima TM LE-80K) a 5000 rpm por 5 minutos (Díaz et al., 2018).



Figura 9: Pruebas realizadas al producto final.

Nota: Figura creada con BioRender.com.

Por último, se llevaron a la cámara de estabilidad ambiental (Caron, 6010) frascos de vidrio ámbar con el producto terminado de ambas formulaciones y se quedaron durante un período de 30 días a 40 ± 2 °C y 75 ± 5 % HR con el fin de determinar la estabilidad en el tiempo de uso de la formulación y se visualizó que no existiera separación de las fases ni cambios fisicoquímicos (Díaz et al., 2018).

2.9.2 Evaluación visual de la pigmentación, firmeza y elasticidad de la piel

Se realizó una prueba sensorial no invasiva en piel humana sana a través de un diseño de investigación abierto simple ciego el cual se llevó a cabo de acuerdo con la figura 10. Esta investigación fue diseñada y realizada de acuerdo con las pautas que nos indica la Guideline for the Evaluation of the Efficacy of Cosmetic Products de European Cosmetics Association (2008). Se seleccionaron a 28 mujeres que presentaban un cierto grado de envejecimiento en la piel.

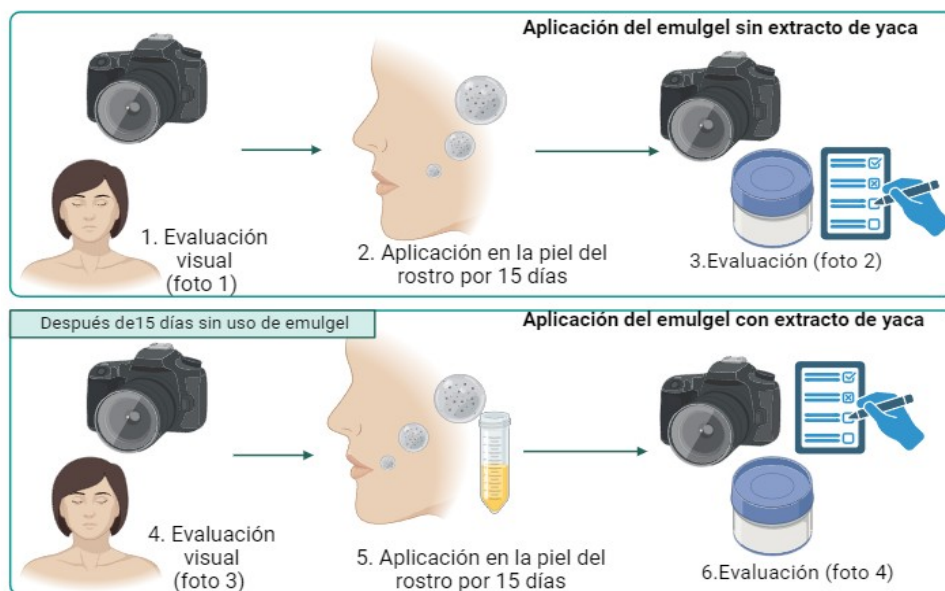


Figura 10: Diagrama para evaluar visualmente cambios en la pigmentación, firmeza o elasticidad en la piel.

Nota: Figura creada con BioRender.com.

La edad de las voluntarias estaba en un rango de entre los 30 y 60 años. Cada voluntaria leyó, entendió y firmó el formulario de aceptación y uso de imagen para este estudio, además, completó el formulario de la breve historia clínica (anexos). Fueron excluidas de la investigación las mujeres que hayan sido sometidas a algún trasplante de órgano que requiere el uso de medicamentos inmunosupresores, que presentaran enfermedades crónicas como diabetes, asma o alergia respiratoria, se hayan practicado mastectomía bilateral; con afecciones dermatológicas, tales como

psoriasis, eczema, dermatitis atópica o foliculitis; con antecedentes históricos de reacciones adversas cutáneas a la aplicación de productos cosméticos; se encontraban embarazadas, amamantando o con cualquier tipo de tratamiento cutáneo. Se proporcionó un instructivo de uso a cada voluntaria que establece el horario a aplicar la formulación (anexos), lo cual se realizó por las mañanas después de la limpieza del rostro, la cantidad a aplicar (del tamaño de una almendra) y la manera de aplicar el producto. Posteriormente se procedió con el estudio con una duración total de 45 días, primero se tomó una fotografía inicial (foto 1) con una cámara fotográfica profesional (Canon, EOS M 50 Mark II) se usó la formulación sin extracto de yaca proporcionada en un frasco de vidrio ámbar y se usó de acuerdo con el instructivo en los primeros 15 días; finalizado ese tiempo se tomó otra fotografía (foto 2) y se proporcionó un cuestionario donde las voluntarias puntúan cambios en la elasticidad, firmeza y pigmentación en la piel de acuerdo con la siguiente escala: 1= Desmejora visible, 2= Desmejora no visible, 3= Sin desmejora ni mejora, 4= Mejora no visible, 5= Mejora visible y una pregunta abierta “¿Notó algún otro cambio?”. En los siguientes 15 días las voluntarias siguieron su rutina habitual. Terminado este período se tomó una tercera fotografía (foto 3) y se entregó la formulación con extracto de yaca en un frasco de vidrio ámbar igual al de la primera formulación y se aplicó, de acuerdo con instructivo en los siguientes 15 días del estudio. Pasado este tiempo se tomó una última fotografía (foto 4) y se entregó otro cuestionario igual al primero. Finalmente, se compararon visualmente las fotografías 1 y 2, las fotografías 3 y 4, las fotografías 2 y 4 donde se evaluaron visualmente los cambios en la firmeza, elasticidad y pigmentación en la piel bajo la siguiente escala: 1= Ausente, 2= Leve, 3= Moderado, 4= severo y 5= Extremo.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Obtención del extracto de yaca

El diseño de experimentos permitió conocer las condiciones de extracción adecuadas para obtener un extracto rico en polifenoles utilizando como disolvente etanol, dado que el uso del metanol está prohibido en la elaboración de productos cosméticos como lo indica el Acuerdo por el que se determinan las sustancias prohibidas y restringidas en la elaboración de productos de perfumería y belleza del 2010.

Se encontró la mayor cantidad de polifenoles a las 3 y 48 horas de comenzar la extracción. Al hacer el análisis de varianza se determinó que no existía diferencia significativa por el tiempo de extracción en la cantidad de polifenoles totales como se observa en las figuras 11 y 12. Los factores significativos en la extracción fueron la cantidad de etanol y el uso del baño con agitación como se muestra en la figura 13, teniendo los mejores resultados con una concentración del 90 % de etanol y el uso del baño con agitación a una temperatura de 40 °C.

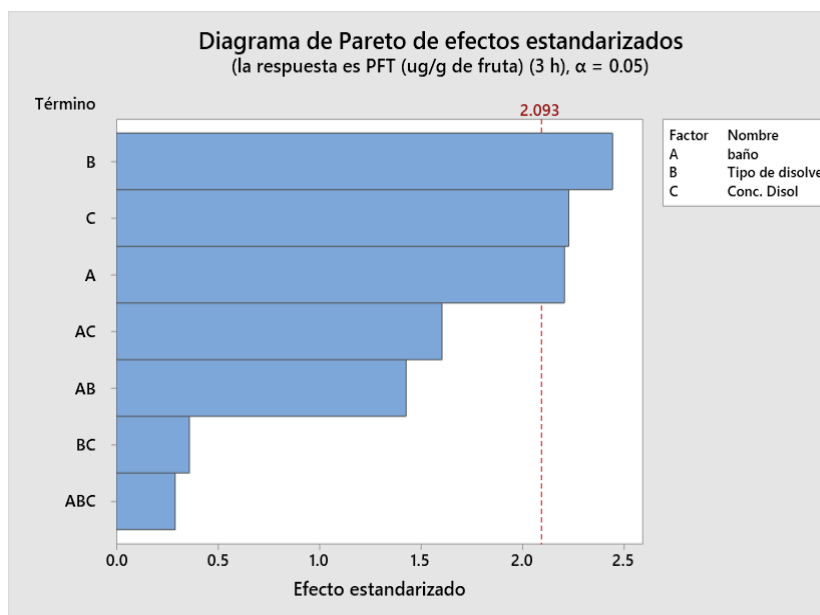


Figura 11: Diagrama de Pareto efecto del baño, concentración y tipo de disolvente a las 3 horas de extracción.

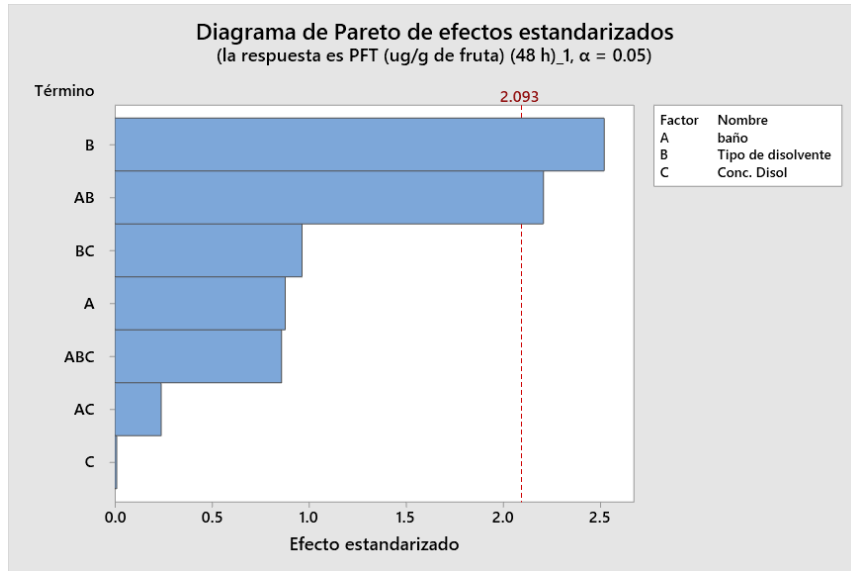


Figura 12: Diagrama de Pareto efecto del baño, concentración y tipo de disolvente a las 48 horas de extracción.

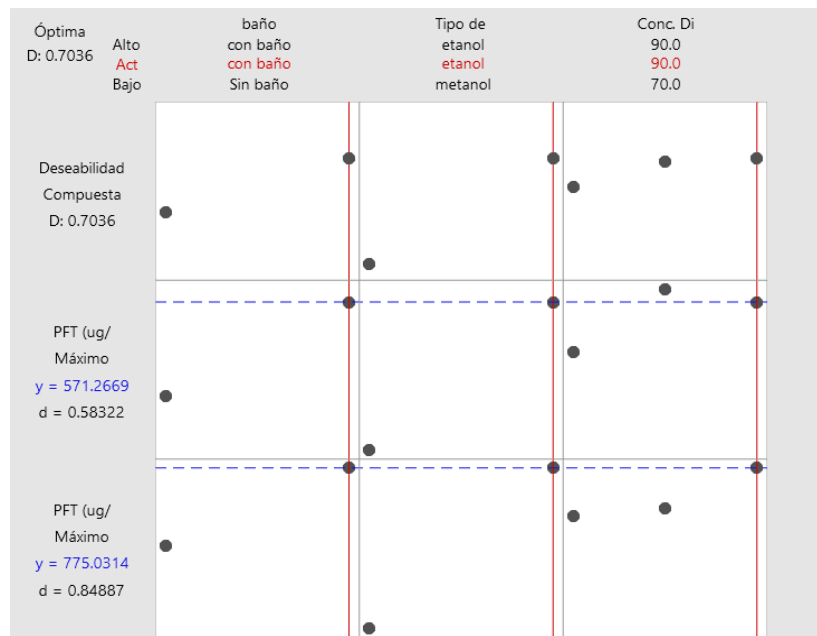


Figura 13: Gráfica de optimización para una concentración de etanol al 90 %.

El extracto obtenido se llevó al rotavapor para evaporar la mayor cantidad de etanol posible, se eligió el uso de este para evitar el contacto prolongado del extracto al

oxígeno. Las temperaturas que se manejaron (2 horas a 20 °C y una hora a 40 °C) conservaron la mayor cantidad posible de los compuestos presentes en la pulpa del fruto como lo son carotenoides, flavonoides, taninos y esteroides (Arteaga, 2023) ya que algunos compuestos polifenólicos presentan una cinética de degradación de primer orden cuando se aumenta la temperatura recomendándose su almacenamiento en temperaturas de 6 a 18 °C (Flores-Aguilar, 2018). Por lo que el almacenamiento a temperaturas de congelación garantizó la conservación del extracto.

3.2 Contenido de polifenoles totales en el extracto

Para la determinación de polifenoles totales se empleó el método de Folin-Ciocalteu y mediante la curva de calibración del ácido gálico ($r^2=0.99$) y se cuantificó la cantidad de estos compuestos en el extracto de yaca (figura 14): encontrando una cantidad de polifenoles de 19.81 mg EAG por litro de extracto (tabla 2). Se determinó la humedad en la pulpa de la fruta teniendo un resultado del 73.92 ± 0.43 %, lo que permitió determinar la cantidad de polifenoles por cada gramo de muestra seca como se muestra en la tabla 2.

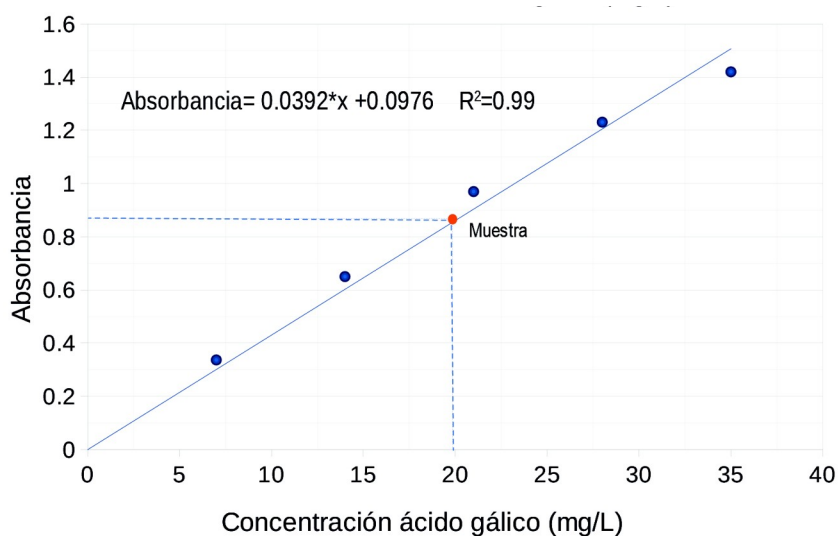


Figura 14: Curva patrón con ácido gálico.

Nota: Se muestra la interpolación de la absorbancia de la muestra (extracto de yaca).

Tabla 2: Resultados de la interpolación de la absorbancia del extracto de yaca en la curva de calibración (todos los resultados son promedio).

Absorbancia	0.87
Polifenoles en el extracto (mg EAG/L)	19.81
Polifenoles totales (mg EAG/g) peso seco	0.95

En otros extractos similares se ha reportado una cantidad de 0.12 mg EAG/g de yaca deshidratada (Chavez Santiago, 2021), teniendo en este extracto hasta un 98.77 % más de polifenoles. El contenido de polifenoles permite estimar la capacidad antioxidante, debido a que existe una relación entre éstos a mayor cantidad de polifenoles mayor es la capacidad antioxidante (Kim & Hong, 2021).

3.3 Capacidad antioxidante

Cuando la solución de DPPH reaccionó con el sustrato antioxidante que puede donar un átomo de hidrógeno como se muestra en la figura 15, el color violeta se desvaneció; el cambio de color fue monitoreado por espectrofotometría y utilizado para la determinar los parámetros de las propiedades antioxidantes (Tovar del Río, 2013).

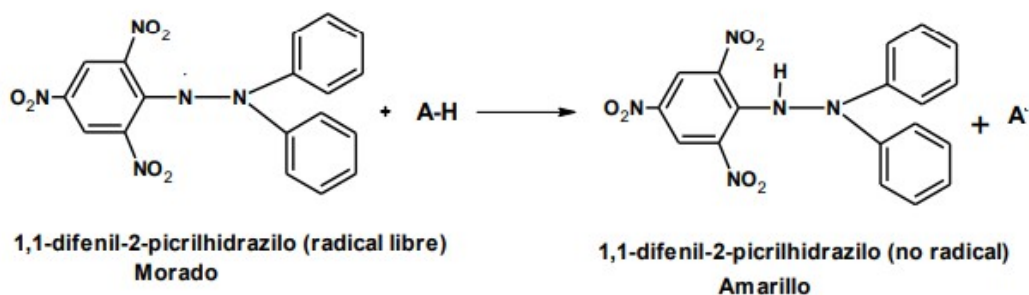


Figura 15: Estructura del DPPH antes y después de reaccionar con un antioxidante.

Nota: Figura obtenida de Tovar del Río, (2013).

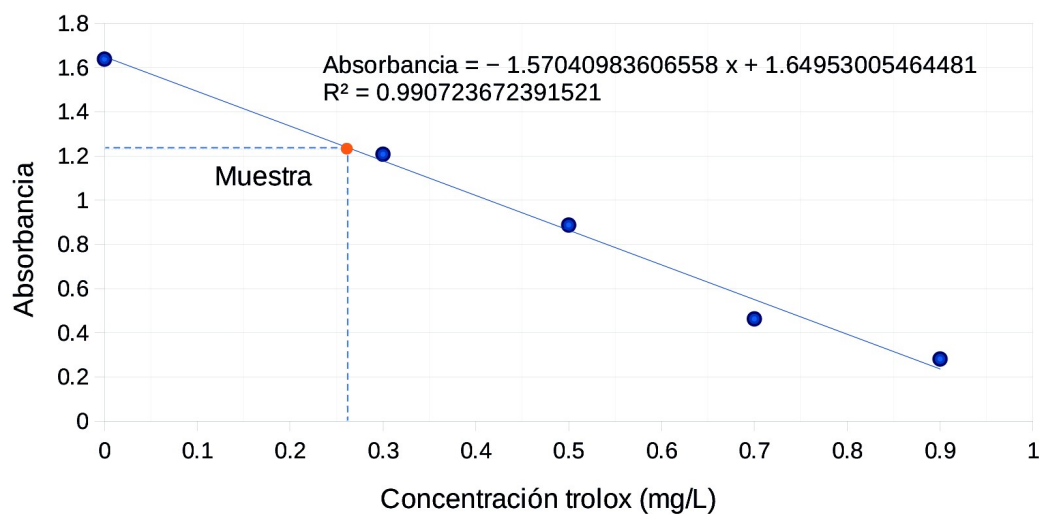


Figura 16: Curva de calibración DPPH.

En la figura 16 se muestran la curva de calibración obtenida para el ensayo de DPPH, se observa la interpolación de la absorbancia del extracto acuoso de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) y en la tabla 3 se muestra la cantidad de polifenoles por gramo de muestra seca.

Tabla 3: Capacidad antioxidante del extracto de yaca ante el radical DPPH (todos los datos son promedio).

Absorbancia	1.25
Capacidad antioxidante (mg ET/L)	0.25
Capacidad antioxidante (mg ET/g) peso seco	0.02
Desviación estándar	0.001

Con base en los resultados obtenidos se realizó la curva del porcentaje de inhibición del radical DPPH como se muestra en la figura 17, donde se interpoló la capacidad antioxidante de la muestra, encontrando que el extracto tuvo un porcentaje de inhibición del 23.53 ± 1.49 % p/v, para una capacidad antioxidante de 0.25 mg ET/L,

quedando por debajo de la concentración inhibitoria del 50 % p/v de radicales del 0.53 mg ET/L.

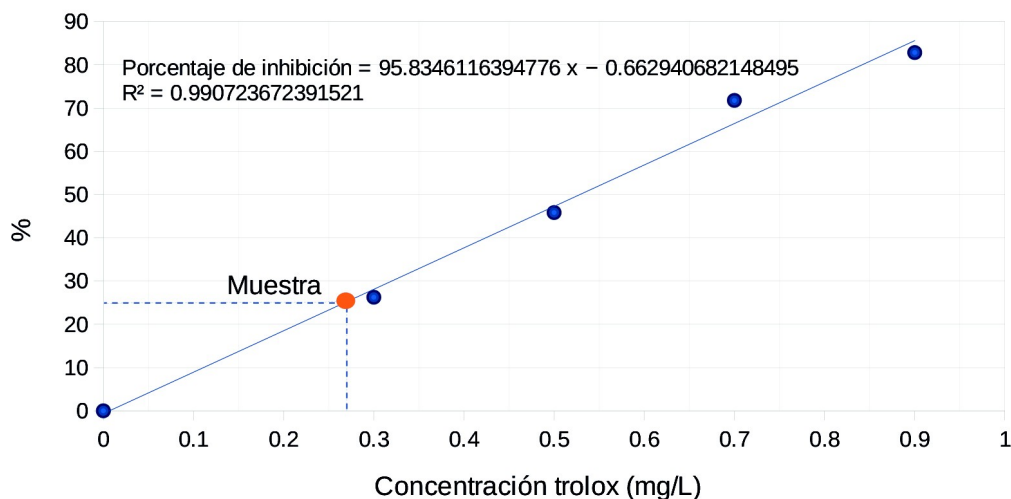


Figura 17: Porcentaje de inhibición del radical DPPH.

Por otro lado, el utilizar el ensayo con el reactivo de FRAP permitió determinar la capacidad del compuesto antioxidante para reducir el ion férrico a ferroso (figura 18); el poder reductor indicó que los compuestos en el extracto cuentan con una capacidad reductora que puede proteger las células en la piel del daño tisular por ERO (Mex-Álvarez, 2018).

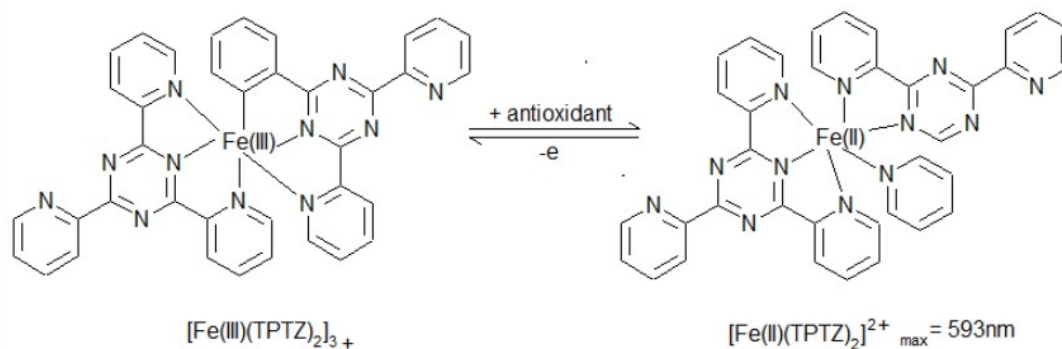


Figura 18: Estructura del reactivo de FRAP antes y después de reaccionar con un antioxidante.

Nota: Figura obtenida de Huet, (2017).

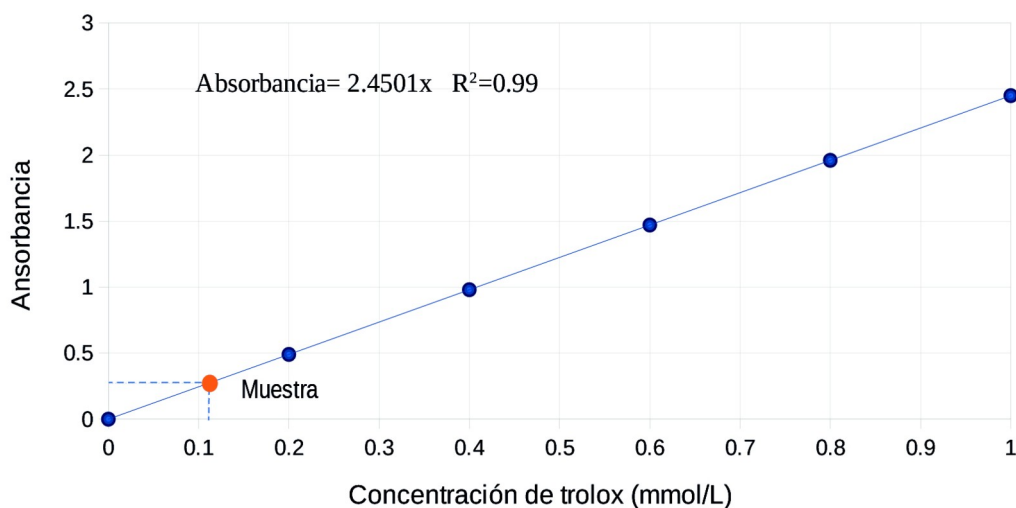


Figura 19: Curva de calibración del reactivo de FRAP.

En la figura 19 se muestra la curva de calibración con el reactivo de FRAP, se colocó la interpolación de la absorbancia de la muestra para determinar la capacidad antioxidante del extracto, la cual se observa en la tabla 4.

Tabla 4: Capacidad antioxidante del extracto de yaca ante el reactivo de FRAP (todos los resultados son promedio).

Absorbancia	0.31
Capacidad antioxidante (mmol ET/L)	0.12
Capacidad antioxidante (mg ET/g) peso seco	9.39
Desviación estándar	0.14

De acuerdo a lo anterior, los polifenoles presentes en el extracto de yaca se desempeñan como antioxidantes secundarios, ya que se tiene una capacidad antioxidante importante para lograr la reducción del ion férrico a ferroso, pero actúan menos como donadores de átomos de hidrógeno como se observa en los resultados de DPPH.

3.4 Caracterización del emulgel

En la Tabla 5 se observan los excipientes que conforman la formulación, así como sus respectivas funciones.

Tabla 5: Función de los ingredientes del emulgel en la formulación (Rowe et al., 2009).

Ingrediente	Función
Fase A	
Cera ceresina	Modificador de la viscosidad y emoliente.
Alcohol cetílico	Emulsionante débil del tipo agua en aceite y emoliente.
Ácido esteárico	Emulsionante y agente solubilizante.
Propilparabeno	Conservante antimicrobiano.
Dimeticona	Agente antiespumante y formador de películas repelentes al agua.
Parafina líquida	Emoliente y disolvente.
Fase B	
Glicerina	Humectante, emoliente y solvente.
Metilparabeno	Conservante antimicrobiano.
Trietanolamina	Agente emulsionante.
Carbopol® ultrez 10	Modificador reológico.
Agua	Disolvente.

Se determinaron las características fisicoquímicas de este emulgel (tabla 6), el cual proporcionaba una sensación agradable con una gravedad específica menor a 1, debido que se incorporaron ingredientes grasos en la formulación con densidad menor a la del agua, se obtuvo un pH ligeramente básico en un rango de 7.6 a 8.09. Este valor es atribuido a la trietanolamina en la formulación. En cuanto a la viscosidad esta fue de 2133399600 Pa para el emulgel sin extracto de yaca y de 341059800 Pa para la formulación con extracto. La posible causa de esta disminución en su viscosidad es un cambio en la hidratación del polímero y el parámetro de solubilidad inducidos por la adición de los polifenoles y carbohidratos

presentes en el extracto de yaca, ya que la gelificación del medio se logra mediante la formación de puentes de hidrógeno entre el agua y los grupos hidroxilo del agente gelificante (polímero cruzado de acrilatos /acrilato de alquilo C10-30) en este caso en un solvente pobre. La cadena polimérica estaría más o menos enrollada, prefiriendo las interacciones entre la misma cadena a la interacción con el solvente, por lo tanto, el grado de hidratación determinará el grado de formación de enlaces secundarios débiles entre las hebras de polímero (Fresno, 2002).

Tabla 6: Características fisicoquímicas del emulgel.

Temperatura de almacenamiento 25°C	Emulgel sin de extracto de yaca	Emulgel con de extracto de yaca
Viscosidad (Pa)	2133399600	341059800
pH	7.63	8.06
Gravedad específica	0.93	0.92
Separación de fases	No hay separación	No hay separación
Color	Blanca	Blanca
Olor	Inolora	Inolora
Apariencia	Brillante	Brillante
Todos los resultados son promedio, cada prueba se realizó por triplicado a los 5 días de la elaboración del emulgel.		

Se determinaron las características fisicoquímicas del emulgel después de estar en la cámara de estabilidad ambiental por 30 días (los resultados se muestran en la tabla 7). Se realizó una prueba t de muestras pareadas con un intervalo de confianza del 95 %, para cada uno de los parámetros: pH, viscosidad y gravedad específica con los resultados de la tabla 6 y 7, donde no se encontró una diferencia estadísticamente significativa, ya que el valor t del conjunto de datos fue menor al valor t reportado en la tabla distribución de *student* (Martínez, 2016), por lo que el emulgel fue estable y no existieron cambios significativos en los componentes de la formulación dados por las condiciones ambientales, esto permitió garantizar la estabilidad del emulgel en el período de evaluación por parte de las voluntarias del estudio.

Tabla 7: Características fisicoquímicas del emulgel después de estar en la cámara de estabilidad ambiental.

Temperatura de almacenamiento 40°C, 75 %HR	Emulgel extracto yaca	sin de	Emulgel extracto yaca	con de
Viscosidad (Pa)	1793400000		357339600	
pH	7.91		7.98	
Gravedad específica	0.95		0.92	
Separación de fases	No separación	hay	No separación	hay
Color	Blanca		Blanca	
Olor	Inolora		Inolora	
Apariencia	Brillante		Brillante	
Todos los resultados son promedio, cada prueba se realizó por triplicado después de 30 días en la cámara de estabilidad.				

3.5 Evaluación visual de la pigmentación, firmeza y elasticidad de la piel

El análisis visual de la pigmentación, firmeza y elasticidad de la piel se dio a comparar las diferentes fotografías registradas, como se muestra en la figura 20, (A) corresponde a la fotografía 1 antes de comenzar la aplicación de la formulación sin extracto de yaca, (B) se muestra la fotografía 2, fue tomada después de 15 días de uso de la formulación sin extracto, (C) fotografía 3 la cual fue tomada después de 15 días sin utilizar alguna de las formulaciones, (D) fotografía 4 correspondiente a 15 días de uso de la formulación con extracto de yaca. Al comparar las 4 fotografías se encontró que no existían diferencias visuales significativas en la piel de las diferentes voluntarias después del uso de la formulación con extracto de yaca.

Lo cual puede estar relacionado con la capacidad antioxidante del extracto y dado que el porcentaje de inhibición reportado en la figura 17, fue de tan solo del 23.53 % a comparación de la vitamina E; sería necesario un mayor porcentaje del extracto en la formulación ya que de acuerdo a la literatura, se requiere de un 1 % de vitamina E para tener un efecto restaurador ante el envejecimiento y si es combinado hasta en



Figura 20: Comparación de los cambios visuales a través de las fotografías tomadas antes y después del uso del emulgel con extracto acuoso de yuca.

un 15 % con vitamina C, se puede potenciar este efecto (Mariaca et al., 2016). En la formulación esta concentración no fue alcanzada, por lo que no se pudieron ver cambios aparentes en cuanto a la elasticidad, pigmentación y firmeza de la piel asociados al envejecimiento.

Al evaluar las encuestas realizadas, en la pregunta abierta de las 28 mujeres voluntarias un 82.12 % sintieron una mejora no visual después del uso del emulgel con antioxidantes provenientes de la yuca tal como se muestra en la figura 21, indicaron una mayor suavidad en la textura de la piel; un 7.14 % mencionaron no sentir o percibir cambios significativos después de usar la formulación por el tiempo establecido.

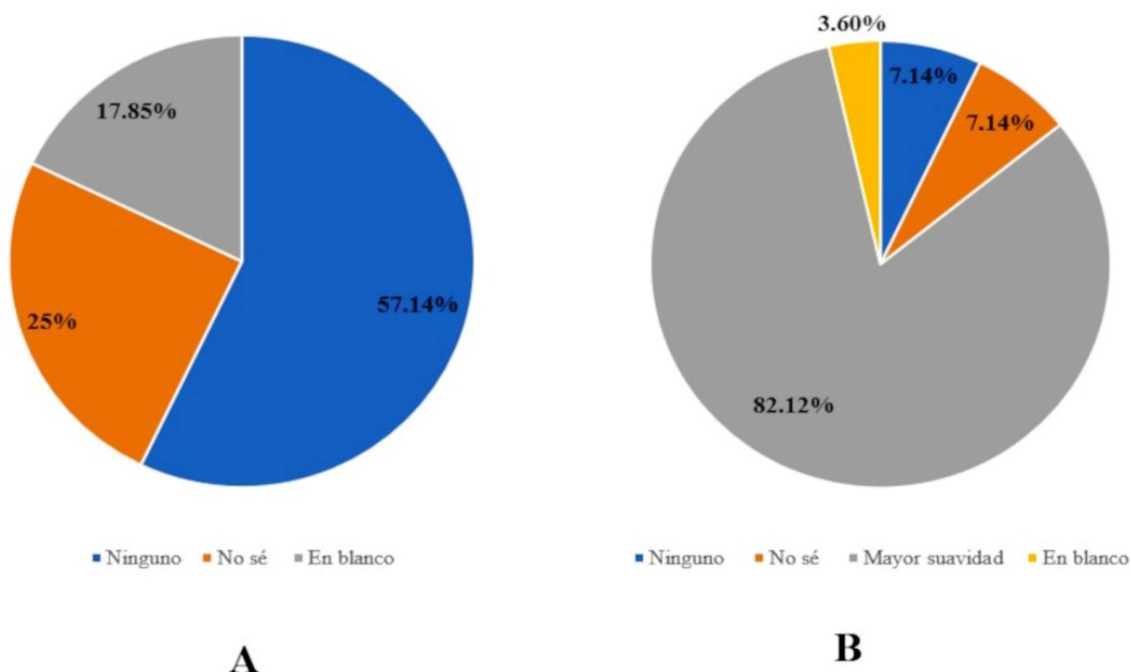


Figura 21: Resumen de la respuesta abierta en la encuesta. (A) Después del uso del emulgel sin antioxidante, (B) Después del uso del emulgel con antioxidante.

Los ingredientes hidratantes permiten la formación de una capa lipídica oclusiva que disminuye la pérdida de agua a través de la epidermis, lo que ayuda a flexibilizar y suavizar la piel (Fustero, 2006). Algunos antioxidantes como el licopeno, pueden secuestrar especies reactivas de oxígeno (ERO) e inhibir la peroxidación de lípidos, lo que inhibe la alteración de la barrera (Sohail et al., 2022). Los ingredientes de la formulación exhiben funciones emolientes y humectantes (tabla 5), por lo que el emulgel y los antioxidantes (polifenoles) provenientes de la yaca podrían estar ayudando a evitar la pérdida del agua transepidérmica.

La capacidad antioxidante del extracto muestra que éste tiene una mayor capacidad de reducir el ion férrico a ferroso, lo cual es muy importante, ya que la dermis de la piel se compone de fibras de colágeno y fibras de elastina las cuales requieren del ion ferroso como coenzima para su síntesis además del ácido hialurónico que mantiene la humedad de la piel adecuada para esta síntesis; cuando se pierde la humedad en la piel se disminuye la síntesis de colágeno a través de la hidroxilación de prolina y lisina, requiriendo antioxidantes que ayuden a reducir el ion férrico a

ferroso (Choi, 2022), por lo que los antioxidantes del extracto podrían estar contribuyendo a restaurar estas moléculas y con ello, a conservar la humedad de la piel al mantener las condiciones adecuadas para la síntesis de colágeno.

La característica fundamental de los humectantes es el poder de la hidratación al reducir la pérdida de agua de la superficie de la piel, llamada pérdida de agua transepidérmica que en consecuencia, puede reducir la aparición de arrugas (Albuquerque et al., 2022), por lo que a la larga el uso frecuente de antioxidantes provenientes de la yaca mejoraría la apariencia de la piel, lo que lo vuelve un ingrediente anti-envejecimiento importante a seguir estudiando.

CONCLUSIONES

Con base en los objetivos planteados se puede concluir lo siguiente:

- Se evaluó la eficiencia cosmética de un emulgel con un 1 % p/p de extracto de pulpa de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) rico en antioxidantes mediante su aplicación *in vivo* en mujeres voluntarias, determinando su posible uso en el cuidado de la piel.
- Se estandarizó la obtención de un extracto de la pulpa de yaca en función del contenido de polifenoles y se empleó como agente bioactivo en la formulación de un emulgel facial.
- Se determinó la capacidad antioxidante del extracto de pulpa de yaca mediante los ensayos de FRAP y DPPH, con lo que se estableció la concentración inhibitoria del 50 % de radicales.
- Se preparó y caracterizó un emulgel con un 1 %p/p de extracto de la pulpa de yaca, mediante las pruebas fisicoquímicas se determinó su viscosidad, pH y gravedad específica y con ello se evaluó la estabilidad acelerada de dicho emulgel.
- Se evaluó la eficiencia cosmética *in vivo* del emulgel formulado mediante su aplicación a voluntarias sanas y se observó que no existen cambios aparentes en la elasticidad, firmeza o pigmentación de la piel en el sitio de aplicación.

PERSPECTIVAS PARA FUTUROS TRABAJOS

- Adicionar a la formulación una mayor cantidad del extracto, de acuerdo a la capacidad antioxidante hasta igualar la correspondiente al 1 % de vitamina E.
- Adicionar agentes que mejoren la permeabilidad de los polifenoles en la piel como lo son algunos ingredientes humectantes por ejemplo: el propilenglicol, la glicerina, el sorbitol en solución al 70 % o polietilenglicoles de bajo peso molecular en concentraciones del 10 %, los glicoles polioxietilenados y los azúcares polioxietilenados entre los que destaca la acetamida (Muñoz, 2008), para permitir el acceso de los polifenoles a capas más profundas de la piel.
- Modificar la formulación a una micro emulsión. Ya que al tener un tamaño de glóbulo pequeño (10-50 nm) se ve potenciada la absorción percutánea por la actividad que desarrollan las diferentes moléculas emulgentes sobre las estructuras lamelares del estrato córneo (Garrote & Bonet, 2001).
- Utilizar equipos que ayuden a determinar el contenido de agua en la piel y la elasticidad como el corneómetro y el cutómetro (SEBAMED, 2023).

REFERENCIAS

- Alara, O. R., Abdurahman, N. H., & Ukaegbu, C. I. (2021). Extraction of phenolic compounds: A review. *Current Research in Food Science*, 4, 200–214. <https://doi.org/10.1016/J.CRFS.2021.03.011>.
- Albuquerque, P. B. S., de Oliveira, W. F., dos Santos Silva, P. M., dos Santos Correia, M. T., Kennedy, J. F., & Coelho, L. C. B. B. (2022). Skincare application of medicinal plant polysaccharides — A review. *Carbohydrate Polymers*, 277, 118824. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2021.118824>
- Antiocona, M. L., & Frígola, A. (2016). Determinación de polifenoles totales en arándanos y productos derivados. *Ucv-Scientia*, 8(1), 13-21.
- Arriaga I. (2021). *Evaluación del efecto anticancerígeno y antiinflamatorio de los ácidos fenólicos presentes en nejayote derivado del maíz variedad Bolita*. [Tesis para optar por grado de maestra en ciencias en conservación y aprovechamiento de recursos naturales]químico y farmacéutico]. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Oaxaca.
- Arteaga Cevallos A. & del Jesús Lucas Ormaza, M. (2023). Estudio de polifenoles y variables de control en la fermentación de la jaca (*Artocarpus heterophyllus*). *Dominio de Las Ciencias*, 9(1), 117–139. <https://doi.org/10.23857/DC.V9I1.3111>.
- Barros Castillo, J. C., Calderón-Santoyo, M., Cuevas-Glory, L. F., Pino, J. A., & Ragazzo-Sánchez, J. A. (2021). Volatile profiles of five jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) cultivars grown in the Mexican Pacific area. *Food Research International (Ottawa, Ont.)*, 139. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2020.109961>
- Batalla Mayoral, J., Vega Hernández, M., & Silveti-Loeza, A. (2019). Análisis de la actividad antioxidante en la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) mediante las técnicas FRAP y DPPH. *RD-ICUAP*, 5(14). <https://doi.org/10.32399/icuap.rdic.2448-5829.2019.14.386>

- Benítez, M. G., & Povedano, M. M. (2020). Principios activos utilizados en la formulación de cosméticos antiejejecimiento para el contorno de ojos *Benítez, María Gimena and Povedano, María Micaela* (2020) Principios Activos Utilizados En La Formulación de Cosméticos Antiejejecimiento Para El Contorno de Ojos. *Universidad Católica de Córdoba [Tesis de Grado]*.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Castro Luna, A. J. (2008). Composición química del aceite esencial de las hojas de *Erythroxyllum novogranatense* (Morris) “coca”, actividad antioxidante y determinación antibacteriana frente a *Streptococcus mutans*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/789>
- Cervantes Robles, J. (2018). La cadena de valor de yaca (*Artocarpus Heterophyllus*) en el municipio de San Blas, Nayarit. <http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/2014>
- Chaparro C., D. R., Elena Maldonado, M. C., Camila Franco, M. L., & Amparo Urango, L. M. (2015). Características nutricionales y antioxidantes de la fruta Curuba Larga (*Passiflora mollissima* Bailey). Artículos de revisión de Tema. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(1).
- Chávez Morales, R. C., & Párraga Loo, M. P. (2022). *Evaluación farmacognóstica y fitoquímica al extracto hidroalcohólico de la pulpa de yaca (Artocarpus heterophyllus)* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas).
- Chavez Santiago, J. O., Rodríguez-Castillejos, G. C., Montenegro, G., Bridi, R., Valdés-Gómez, H., Alvarado-Reyna, S., Castillo-Ruiz, O., & Santiago-Adame, R. (2021). Phenolic content, antioxidant and antifungal activity of jackfruit extracts (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). *Food Science and Technology*, 42, e02221. <https://doi.org/10.1590/FST.02221>

- Cheng, M., He, J., wang, H., Li, C., Wu, G., Zhu, K., Chen, X., Zhang, Y., & Tan, L. (2023). Comparison of microwave, ultrasound and ultrasound-microwave assisted solvent extraction methods on phenolic profile and antioxidant activity of extracts from jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) pulp. *LWT*, *173*, 114395. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2022.114395>
- Choi, I.-J. (2022). Anti-wrinkle and Moisturizing Activity of *Echinacea angustifolia* Extract as a Cosmetic ingredient. *Asian J Beauty Cosmetol*, *20*(4), 531–540. <https://doi.org/10.20402/ajbc.2022.0098>
- Conde, C. G., León-Méndez, D., & León-Méndez, G. (2021). Desarrollo de un cosmético tipo gel con propiedades antioxidante usando como activo aceite esencial de *Citrus sinensis*. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, *40*(1), 101-108.
- Coronado H., M., Vega Y León, S., Gutiérrez T., R., Marcela, V. F., & Radilla V., C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*, *42*(2), 206–212. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- Cuellar, F. A., Ariza, E., Anzola, C., & Restrepo, P. (2013). Estudio de la capacidad antioxidante del arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) durante la maduración. *Revista Colombiana de Química*, *42*(2), 21-28.
- Díaz Castillo Pablo, J., Mier Giraldo Jhoana, H., Sánchez Fernando, M., Nuñez Hernandez, G., Camargo Gómez Lucia, C., & Moyano Bonilla Janneth, L. (2018). Recomendaciones para el desarrollo de estudios de estabilidad de productos cosméticos. <https://www.unido.org/>
- Esquivel Crespo, H. E., & Macías Aguirre, M. J. (2020). Análisis de la semilla yaca o jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) y su propuesta de aplicación en la culinaria (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química).
- European Cosmetics Association. (2008). Cosmetics Europe: Guidelines for the evaluation of the efficacy of cosmetics products. *Brussels Rev. Effic. Eval. Guidelines*.

- Fejér, J., Grušová, D., Eliašová, A., & Kron, I. (2022). Seasonal Variability of *Juniperus communis* L. Berry Ethanol Extracts: 2. In Vitro Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) Assay. *Molecules*, 27(24). <https://doi.org/10.3390/MOLECULES27249027>
- Fernández Gabriel. (2021). La evolución de la cosmética ecológica. Estudio de la empresa Secretos del Agua = The evolution of sustainable cosmetics. Analysis of the firm Secretos del Agua. <https://buleria.unileon.es/handle/10612/13168>
- Figuerola Pola, C. (2019). Análisis y estudio de cosméticos con productos naturales (Treball Final de Grau). UPC, Escola d'Enginyeria de Barcelona Est, Departament Enginyeria Química. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2117/174429>
- Flores Aguilar, E., Flores-Rivera, E. (2018). Estabilidad de Antocianinas, Fenoles totales y Capacidad Antioxidante de Bebidas de Maíz Morado (*Zea mays* L.) y Uña de Gato (*Uncaria tomentosa* sp). *Información Tecnológica*, 29(2), 175–184. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000200175>
- Fresno, M. J. C., Ramírez, A. D., & Jiménez, M. M. (2002). Systematic study of the flow behaviour and mechanical properties of Carbopol® Ultrez™ 10 hydroalcoholic gels. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 54(3), 329–335. [https://doi.org/10.1016/S0939-6411\(02\)00080-2](https://doi.org/10.1016/S0939-6411(02)00080-2)
- Fustero, I. (2006). Cremas y preparados nutritivos. *Offarm*, 25(1), 56–60. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-cremas-preparados-nutritivos-13083623>
- García Hernandez, A., Roldan-Cruz, C., & Vernon Carter, J. (2018). Estabilización de emulgeles a base de goma xantana y montmorillonita. *DIRECTORIO INSTITUCIONAL*, 655.
- García Martínez, E. M., Fernández Segovia, I., & Fuentes López, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. <https://riunet.upv.es/handle/10251/52056>

- Garrote, A., & Bonet, R. (2001). Cosméticos nutritivos. *Offarm*, 20(9), 82–91.
<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-cosmeticos-nutritivos-13019950>
- GBIF. Global Biodiversity Information Facility-Report.(2023). Ocurrencias en México de la especie *Artocarpus heterophyllus* lam
https://www.gbif.org/occurrence/taxonomy?country=MX&taxon_key=2984565&year=1000,2023.
- Gómez Narváez A. D.(2022). Usos y potencialidades de la yaca (*Artocarpus Heterophyllus* Lam) : un fruto subutilizado en México. (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México
<http://132.248.9.195/ptd2022/abril/0823998/Index.html>
- Gómez, O., E S 1, Reátegui-Díaz, ;, & Villanueva-Tiburcio, ; (2018). Polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y hojas de doce cítricos. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 113–121.
<https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2018.01.13>
- Guamán Chipantiza, A. M., Paredes Játiva, L. J., & Robayo Poveda, M. D. (2021). *Artocarpus Heterophyllus* (Jackfruit): propiedades antiinflamatorias y antioxidantes. Revisión de la literatura. *Medicinas UTA*, 5(4.1), 22–26.
<https://doi.org/10.31243/mdc.uta.v5i4.1.1443.2021>
- Guija-Poma, E., Inocente-Camones, M. Á., Ponce-Pardo, J., & Zarzosa-Norabuena, E. (2015). Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. *Horizonte Médico (Lima)*, 15(1), 57–60.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727558X2015000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Heras, I., Alvis, A., & Arrazola, G. (2013). Optimización del Proceso de Extracción de Antocianinas y Evaluación de la Capacidad Antioxidante de Berenjena (Solana melonera L.). *Información Tecnológica*, 24(5), 93–102.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000500011>
- Herrera Canto, E. E. (2015). La yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), una fruta muy

- singular y sus usos tradicionales. Desde El Herbario CICY, 7, 169–171.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/2015
- Hicks, J. J., Torres-Ramos, Y. D., & Sierra-Vargas, M. P. (2006). Estrés oxidante. Concepto y clasificación. *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 14(4), 223–226.
- Huet Breña, C. (2017). *Métodos Analíticos para la Determinación de Antioxidantes en Muestras Biológicas* (Doctoral dissertation, Universidad Complutense).
- Jiménez A, M. J. A., Manzanera, S. M., Tomé, M., M. (2012). Optimización del método captación del radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) para evaluar actividad antioxidante en bebida de café. *Anales de Veterinaria de Murcia*, 28(0), 67–78.
<https://doi.org/10.6018/J/188731>
- Kedare, S. B., & Singh, R. P. (2011). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48(4), 412–422.
<https://doi.org/10.1007/S13197-011-0251-1/METRICS>
- Khan, B. A., Ahmad, S., Khan, M. K., Hosny, K. M., Bukhary, D. M., Iqbal, H., Murshid, S. S., Halwani, A. A., Alissa, M., & Mena, F. (2022). Fabrication and Characterizations of Pharmaceutical Emulgel Co-Loaded with Naproxen-Eugenol for Improved Analgesic and Anti-Inflammatory Effects. *Gels* 2022, Vol. 8, Page 608, 8(10), 608.
<https://doi.org/10.3390/GELS8100608>
- Kim, J. W., & Hong, J. H. (2021). Antioxidant Activity, Skin Whitening, and Anti-Wrinkle Effects of Various Agastache rugosa Fractions. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 50(7), 679–691.
<https://doi.org/10.3746/JKFN.2021.50.7.679>
- Leydi, N. N. (2022). Consumo y sustitución de Cosméticos farmacéuticos por naturales: Caso de estudio del personal adscrito al PJE. C.
- Luna Esquivel, G., Alejo Santiago, G., Ramirez Guerrero, L. G., Arevalo Galarza, M. D. L., (2013). La yaca (*Artocarpus heterophyllus Lam.*) un fruto de exportación. *CONACYT*
- Mariaca, C. J., Zapata, M., & Uribe, P. (2016). Oxidación y antioxidantes: hechos y

controversias. Revista de La Asociación Colombiana de Dermatología y Cirugía Dermatológica, 24(3), 162–173.
<https://doi.org/10.29176/2590843X.292>

Martínez J. (2016). *Distribución «T» de Student – Estadística en Investigación*.

<https://estadisticaeninvestigacion.wordpress.com/distribucion-t-de-student/>

Martínez, R. F. (2019). Modelo de negocio para la comercialización de un producto cosmético con base en componentes naturales.
<http://riaa.uaem.mx/xmlui/handle/20.500.12055/897>

Méndez Bolaina, E., Nacional, P., Maldonado Saavedra, O., Nahúm Jiménez Vázquez, E., Roberto Bernabé Guapillo Vargas, M., Manuel Ceballos Reyes, G., & Revisión, A. de. (2010). Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas. Revista Médica, Vol. 10, Núm. 2 (ISSN: 1870-3267).
<http://reini.utcv.edu.mx:80/handle/123456789/876>

Meriño Serrano, C. C. (2019). Determinación de la capacidad antioxidante de los extractos de Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) obtenidos mediante solventes de diferente polaridad.
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17931>

Mex-Álvarez, R. M., Garma-Quen, P. M., Maldonado-Velázquez, M. G., Aguirre-Crespo, F. J., Pantoja-Bolio, F. M., & Núñez-Pinto, Y. G. (2018). Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de la Uva de Mar (*Coccoloba uvifera*).

Mosquera Tayupanta, T. (2015). *La investigación en la cosmética natural*.

Muñoz, J. M. (2008). Hidratación cutánea. Estética y salud. *Offarm*, 27(11), 48–51.
<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-hidratacion-cutanea-estetica-salud-13130883>

Nandgude Tanaji, D. (2018). Emulgel: una revisión completa para la administración tópica de fármacos hidrofóbicos. *Revista Asiática de Farmacéutica (AJP)*, 12(02). <https://doi.org/10.22377/ajp.v12i02.2366>

Nava Sánchez, Daniela. (2017). "Formulación de un emulgel farmacéutico de un AINE". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/287647>

- Olivas Aguirre, F. J., Wall-Medrano, A., González-Aguilar, G. A., López-Díaz, J. A., Álvarez-Parrilla, E., de La Rosa, L. A., & Ramos-Jimenez, A. (2015). Taninos hidrolizables: bioquímica, aspectos nutricionales y analíticos y efectos en la salud. *Nutrición Hospitalaria*, 31(1), 55–66. <https://doi.org/10.3305/NH.2015.31.1.7699>
- Ortiz Aguirre, A. N., & Acuña García, J. H. (2021). Evaluación de la capacidad antioxidante del extracto etanólico de la yaca (*Artocarpus heterophyllus*).
- Ortíz, M. A., Vargas, M. D. C. R., Madinaveitia, R. G. C., & Velázquez, J. A. M. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Biotecnia*, 13(2), 16-22.
- Panche, A., Diwan, A. y Chandra, S. (2016). Flavonoides: una descripción general. *Revista de Ciencias de la Nutrición*, 5, E47. doi:10.1017/jns.2016.41
- Pons, L. (2006). Agresión oxidativa: formación de sulfóxidos y su reparación cutánea. *Offarm: farmacia y sociedad*, 25(9), 115-118.
- Portillo, G. (2021). Características y propiedades beneficiosas de la yaca (*Artocarpus altilis*) | *Jardineria On*. <https://www.jardineriaon.com/la-yaca.html>
- Quintanar Escorza, M. A., & Calderón Salinas, J. V. (2009). La capacidad antioxidante total bases y aplicaciones. *Revista de Educación Bioquímica*, (2009), 89-101, 28(3)
- Rosas Rosas, Melissa (2021). Desarrollo de una bebida con antioxidantes elaborada a partir de *Rubus* spp. e *ilex paraguariensis*. Facultad de Química, UNAM. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/3614107>
- Rowe, RC, Sheskey, P. y Quinn, M. (2009). *Manual de excipientes farmacéuticos*. Libros Digitales-Prensa Farmacéutica.
- Salvador Pérez ,Garibay Miguel. (2022). “Extracción, evaluación y usos potenciales de polímeros de origen natural: *Artocarpus heterophyllus* Lam (Yaca) y *Linum usitatissimum* (Linaza)”.(Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://eds.p.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=4&sid=c0bc3fed-0f4b-404c-b117-8dee27831dae%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2I0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#db=cat02029a&AN=tes.TES01000824619>

- San Miguel, A., & Martín Gil, F. J. (2009). Importancia de las especies reactivas al oxígeno (radicales libres) y los antioxidantes en clínica. *Gaceta Médica de Bilbao*, 106(3), 106-113.
- SEBAMED. (2023). Métodos para diagnosticar las distintas afecciones de la piel SEBAMED. <https://www.sebamed.es/blog/metodos-para-diagnosticar-las-distintas-afecciones-de-la-piel>
- Secretaría de salud. (2010). Acuerdo por el que se determinan las sustancias prohibidas y restringidas en la elaboración de productos de perfumería y belleza. *Diario Oficial de la Federación*. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5143790&fecha=21/05/2010#gsc.tab=0
- Silva, T. J., Barrera-Arellano, D., & Ribeiro, A. P. B. (2021). Oleogel-based emulsions: Concepts, structuring agents, and applications in food. *Journal of Food Science*, 86(7), 2785–2801. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15788>
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–158. <https://doi.org/10.5344/AJEV.1965.16.3.144>
- Sohail, M., Muhammad Faran Ashraf Baig, M., Akhtar, N., Chen, Y., Xie, B., & Li, B. (2022). Topical lycopene emulgel significantly improves biophysical parameters of human skin. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 180, 281–288. <https://doi.org/10.1016/J.EJPB.2022.10.016>
- Surco-Laos, F., Valle Campos, M., Loyola, E., Dueñas, M., & Santos, C. (2016). Actividad antioxidante de metabolitos de flavonoides originados por la microflora del intestino humano. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 82(1), 29–37. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Tanaji, D. N. (2018). Emulgel: A comprehensive review for topical delivery of hydrophobic drugs. *Asian Journal of Pharmaceutics (AJP)*, 12(02).
- Tasneem, R., Khan, H. M. S., Zaka, H. S., & Khan, P. (2022). Development and

- cosmeceutical evaluation of topical emulgel containing Albizia lebbeck bark extract. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 21(4), 1588–1595. <https://doi.org/10.1111/JOCD.14244>
- Tovar del Río, J. (2013). determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecoregion Cafétera. Pereira : Universidad Tecnológica de Pereira. <https://repositorio.utp.edu.co/handle/11059/3636>
- Trenado Hernández, Víctor Andrés. (2018). "Estudio de biodisponibilidad transdérmica de ivermectina formulada en un emulgel, como una nueva alternativa para el tratamiento antiparasitario". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/281529>
- Vanpariya, F., Shiroya, M., & Malaviya, M. (2021). Emulgel: A Review. *Int. J. Sci. Res*, 10, 847.
- Vázquez-Flores, A. A., Álvarez-Parrilla, E., López-Díaz, J. A., Wall-Medrano, A., & Rosa, L. A. D. la. (2012). Taninos hidrolizables y condensados: naturaleza química, ventajas y desventajas de su consumo: *TECNOCENCIA Chihuahua*, 6(2), 84–93. <https://doi.org/10.54167/TCH.V6I2.678>
- Viteri Flor, D. A., & Zambrano Bazán, E. I. (2021). *Estudio bibliográfico comparativo aplicando métodos químicos para determinar la capacidad antioxidante en pulpa de frutas como Kiwi (Actinidia chinensis), Guanábana (Annona muricata) y Noni (Morinda citrifolia)* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas).
- Zhang, L., Tu, Z. cai, Xie, X., Wang, H., Wang, H., Wang, Z. xing, Sha, X. mei, & Lu, Y. (2017). Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) peel: A better source of antioxidants and a-glucosidase inhibitors than pulp, flake and seed, and phytochemical profile by HPLC-QTOF-MS/MS. *Food Chemistry*, 234, 303–313. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2017.05.003>
- Zorrilla García, A. E. (2002). El envejecimiento y el estrés oxidativo. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002002000300006

ANEXOS



Figura 1-A: Comparación de los cambios visuales a través de las fotografías tomadas antes y después del uso del emulgel con extracto acuoso de yaca. (A)-Foto 1 antes de iniciar el estudio, (B)-Foto 2 después de 15 días del uso del emulgel sin extracto acuoso de yaca, (C)-Foto 3 después de 15 días de descanso, (D)-Foto 4 después de 15 días del uso del emulgel con extracto acuoso de yaca.

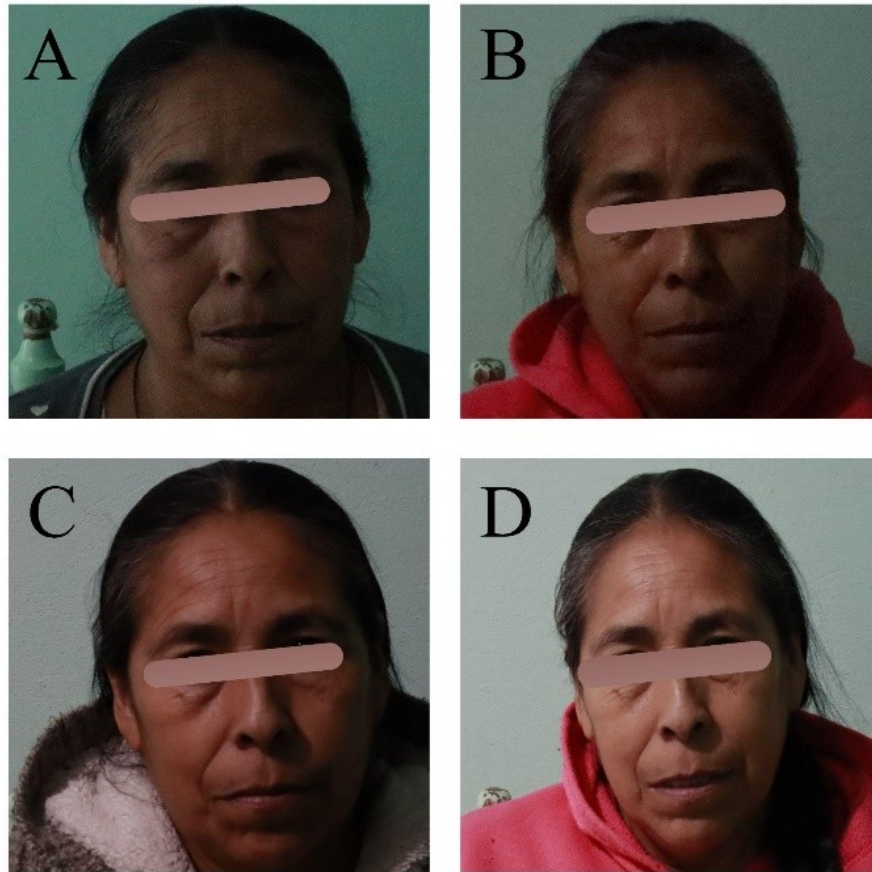


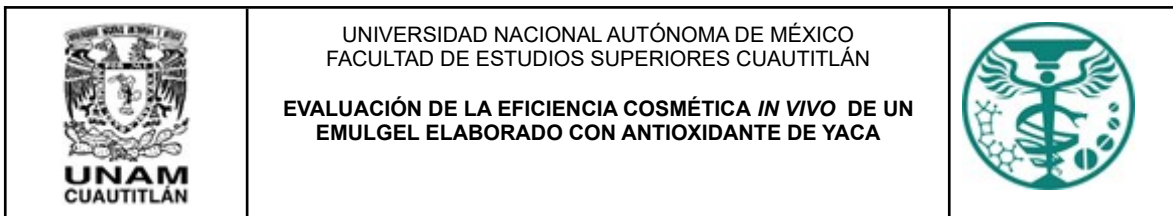
Figura 1-B: Comparación de los cambios visuales a través de las fotografías tomadas antes y después del uso del emulgel con extracto acuoso de yaca. (A)- Foto 1 antes de iniciar el estudio, (B)- Foto 2 después de 15 días del uso del emulgel sin extracto acuoso de yaca, (C)-Foto 3 después de 15 días de descanso, (D)-Foto 4 después de 15 días del uso del emulgel con extracto acuoso de yaca.



Figura 1-C: Comparación de los cambios visuales a través de las fotografías tomadas antes y después del uso del emulgel con extracto acuoso de yaca. (A)- Foto 1 antes de iniciar el estudio, (B)- Foto 2 después de 15 días del uso del emulgel sin extracto acuoso de yaca, (C)-Foto 3 después de 15 días de descanso, (D)-Foto 4 después de 15 días del uso del emulgel con extracto acuoso de yaca.



Figura 1-D: Comparación de los cambios visuales a través de las fotografías tomadas antes y después del uso del emulgel con extracto acuoso de yaca. (A)- Foto 1 antes de iniciar el estudio, (B)-Foto 2 después de 15 días del uso del emulgel sin extracto acuoso de yaca, (C)-Foto 3 después de 15 días de descanso,(D)-Foto 4 después de 15 días del uso del emulgel con extracto acuoso de yaca.



PRUEBA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

PROYECTO EFICIENCIA COSMETICA

Nombre de participante: _____

Edad: _____ Sexo: _____ Fecha: _____

INSTRUCCIONES

1. Familiarizarse con la escala a utilizar, cualquier duda comunicar al instructor de la prueba.

1= Me disgusta extremadamente
 2= Me disgusta mucho
 3= Me disgusta moderadamente
 4= Me disgusta levemente
 5= No me gusta ni me disgusta
 6= Me gusta levemente
 7=Me gusta moderadamente
 8=Me gusta mucho
 9=Me gusta extremadamente

2. Sacar las muestras a testear y colocar en el orden indicado.
3. Limpiar la zona de aplicación (rostro).
4. La primera calificación debe realizarse apenas se abre el recipiente que contiene la muestra.
5. De acuerdo al orden de evaluación colocar la primera semana la muestra sin antioxidantes y después de un periodo de 15 días aplicar la muestra con antioxidantes.
6. En el orden indicado realizar la evaluación.

AROMA: Acercar la nariz al envase donde se encuentra la muestra, tomar respiraciones cortas con la boca cerrada, y aromatizar.

7. Colocar los resultados en la siguiente tabla

N° MUESTRA	AROMA PRIMARIO (al abrir el envase)	AROMA EN LA PIEL (apenas se coloca en la piel)	AROMA EN LA PIEL (después de cinco minutos)

CUESTIONARIO PARA LA PRUEBA DE IRRITACION EN PIEL EN HUMANOS

Nombre de participante: _____

Edad: _____

Sexo: _____

Fecha: _____

Por favor conteste "SÍ" o "NO" a cada una de las siguientes preguntas

1. Ha padecido alguna vez o padece alguna de los siguientes problemas de salud, si las padece actualmente describa las áreas afectadas.

Psoriasis _____

Eczema _____

Otros problemas de la piel _____

Enfermedad del heno _____

Rinitis alérgica _____

2. ¿Padece usted asma severo? Sí _____ No _____
3. ¿Ha padecido alguna vez cáncer en la piel? Sí _____ No _____
4. ¿Padece esta enfermedad actualmente? Sí _____ No _____
4. ¿Ha visitado alguna vez a su médico con relación a alergias o algún problema específico en la piel? Sí _____ No _____ ¿Lo padece actualmente? Sí _____ No _____ ¿Cuál fue/ es su problema? _____
5. ¿Se encuentra usted usando algún medicamento con esteroides (administrado oralmente o aplicado como crema) en el tratamiento de alergia por contacto o erupciones en la piel? Sí _____ No _____
6. ¿Se le están administrando inyecciones de insulina para el tratamiento de diabetes? Sí _____ No _____
7. ¿Ha tenido usted algún trasplante de órganos que requiere el uso de medicamentos inmunodepresores? Sí _____ No _____
8. ¿Está usted recibiendo tratamiento para cualquier tipo de cáncer? Sí _____ No _____
9. ¿Padece usted algún tipo de enfermedad de inmunodeficiencia (lupus, tiroiditis, etc.)? Sí _____ No _____
10. ¿Ha participado usted alguna vez en una prueba de parche? Sí _____ No _____ ¿Cuándo? _____ ¿Dónde? _____
11. ¿Es usted alérgico a alguno de los siguientes productos? En caso de ser así mencione el nombre del producto
- Shampoos _____
- Jabones de tocador _____
- Cremas de belleza _____
- Perfumes _____
- Lociones _____
- Desodorantes/antitranspirantes _____
- Sombras para los ojos _____
- Bronceadores _____
- Depiladores _____
- Otros productos cosméticos _____
12. ¿Se le han extirpado nodulos linfáticos axilares? _____
13. ¿Se le ha practicado mastectomia? Si, lado derecho _____ Si, lado izquierdo _____ Si, ambos lados _____ No _____
14. ¿Está usted tomando actualmente pastillas anticonceptivas? Sí _____ No _____
15. ¿Está usted esperando bebe? Sí _____ No _____
16. ¿Está usted en periodo de lactancia? Sí _____ No _____
17. ¿Tiene usted antecedentes de transtornos mentales? Sí _____ No _____

Firma: _____ Fecha: _____

PARA SER LLENADO EXCLUSIVAMENTE POR EL EVALUADOR DEL CUESTIONARIO

1. ¿Esta persona es elegible para participar en la prueba?

Sí _____ No _____

Razones: _____

2. Comentarios _____

Nombre del evaluador: _____

Firma: _____ Fecha: _____

CARTA DE CONSENTIMIENTO

Yo _____ en pleno uso de mis facultades mentales estoy de acuerdo en usar el producto _____ en forma voluntaria y sin presión alguna, pudiendo desistir del estudio sin mayor aviso.

También señalo que he sido advertido de los posibles efectos adversos del producto en cuestión.

Firma: _____ Fecha: _____

RECLUTAMIENTO SUJETOS VOLUNTARIOS ESTUDIO

I PARTE: CONSIDERACIONES DEL PROCESO

a) LOCALIZACIÓN Y ATRACCIÓN DE CANDIDATOS

La adhesión de los candidatos es VOLUNTARIA, previo el entrevistador informará de forma clara que el proceso de reclutamiento se le está realizando para un ESTUDIO DE EFICIENCIA COSMÉTICA mediante la utilización de técnicas o productos no invasivos que no representan peligro para la integridad del sujeto participante con posibles beneficios que involucra mejorar apariencia cutánea.

Se garantiza la existencia y aplicación de procedimientos de garantía de la confidencialidad de la información obtenida.

b) EVALUACIÓN DE CANDIDATOS

Papel del evaluador

- I- El evaluador debe asumir la responsabilidad del proceso de evaluación.
- II- El evaluador debe tomar en cuenta los posibles conflictos de intereses que puedan existir.
- III- La evaluación se lleva a cabo en una situación interpersonal. El evaluador debe tratar al candidato con imparcialidad y con respeto.
- IV- El evaluador debe identificar y discutir los asuntos importantes solo con las personas participantes en el proceso de evaluación.
- V- Durante todo el proceso, el evaluador debe valorar las posibles consecuencias positivas y negativas (impacto adverso) así como los efectos colaterales de la evaluación para el cliente y para su entorno social.
- VI- El proceso de evaluación debe ser lo suficientemente explícito como para que pueda ser reproducido o valorado, así como para que pueda quedar constancia del mismo.
- VII- El evaluador debe optimizar la justificación, utilidad y calidad del proceso, así como vigilar las condiciones que puedan distorsionarlo.

II PARTE: CUESTIONARIO DE SELECCIÓN PROCESO DE RECLUTAMIENTO

1. IDENTIFICACIÓN

Nombre: _____

Edad: _____

Género:

Ocupación: _____

Estado de Gestación: SÍ _____ NO _____

Periodo de Lactancia: SÍ _____ NO _____

2. EVALUACIÓN CLÍNICA

ARRUGAS

• Arrugas en movimiento	
• Ítem 1 MÁS arrugas finas en parpado inferior y surcos nasogenianos levemente pronunciados.	
• Ítem 2 MÁS arrugas en reposo y surcos nasogenianos moderadamente pronunciados.	
• Ítem 3 MÁS arrugas profundamente marcadas en reposo y/o surcos nasogenianos intensamente pronunciados y surcos marioneta levemente pronunciados.	
• Ítem 4 MÁS cutis romboidal y surcos marioneta intensamente pronunciados.	

3. ANTECEDENTES Y HÁBITOS PERSONALES

REACCIÓN DE LA PIEL LUEGO DE LA EXPOSICIÓN SOLAR

No se enrojece, no se pigmenta, no descama	
Se pigmenta levemente, se enrojece moderadamente y descama minimamente.	
Se enrojece intensamente, descama intensamente, pero no se pigmenta	

HÁBITOS DE TABAQUISMO

Siempre (todos los días)	
Algunas veces (fin de semana)	
Rara vez (en eventos sociales)	
Nunca	

HÁBITOS DE LICOR

Siempre (todos los días)	
Algunas veces (fin de semana)	
Rara vez (en eventos sociales)	
Nunca	

USO DE MAQUILLAJE

Siempre (todos los días)	
Algunas veces (fin de semana)	
Rara vez (en eventos sociales)	
Nunca	

USO DE CREMAS NOCTURNAS

Siempre (todos los días)	
Algunas veces (fin de semana)	
Rara vez (en eventos sociales)	
Nunca	

TIEMPO DE EXPOSICIÓN SOLAR HABITUAL

Menos de una hora	
De una a tres horas al día	
Menos de tres horas hasta seis horas	

4. ANTECEDENTES CLINICOS

USO DE MEDICAMENTOS TÓPICOS O SISTÉMICOS

Siempre (todos los días)	
Frecuentemente (dos a tres veces a la semana)	
Algunas veces (de una a dos veces al mes)	
Rara vez (tres a cuatro veces al año)	
Nunca	

ENFERMEDADES QUE HA PADECIDO O PADECE

Diabetes	
Asma o alergia respiratoria	
Desnutrición	
Dermatitis tópica o atópica	
Lupus	
Eczema	
Psoriasis	
Ninguna	

RESULTADOS

¿El voluntario es aceptado para la evaluación? SI _____ NO _____

Firma del investigador: _____

Fecha: _____

III PARTE: VALORACIÓN ENCUESTA DE RECLUTAMIENTO

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

EDAD: 35-50 Media entre envejecimiento II y Envejecimiento III

TIPO II: Formación de arrugas

Edad: 30-40años

- Arrugas al mover
- Fotoenvejecimiento inicial o moderado
- Lentigos seniles iniciales
- Queratosis palpables, pero no visibles
- Arrugas iniciales al reír

TIPO III: Arrugas en reposo

Edad: 50 años de media (entre 40 y 60 años en función del daño solar)

- Arrugas abundantes
- Fotoenvejecimiento avanzado
- Discromias, telangiectasias
- Queratosis visibles
- Arrugas incluso sin gesticular 50 años de media

GÉNERO: Mujer

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Ocupación: Es excluyente cuando realiza una actividad que implique uso frecuente de sustancias químicas.
- Gestación: SI
- Lactancia: SI

ANTECEDENTES Y HÁBITOS PERSONALES

- REACCIÓN DE LA PIEL LUEGO DE LA EXPOSICIÓN SOLAR
Se enrojece intensamente, descama intensamente, pero no se pigmenta
- UTILIZA PROTECTOR SOLAR
Rara vez y Nunca
- HÁBITOS DE TABAQUISMO
Siempre
- TIEMPO DE EXPOSICIÓN SOLAR HABITUAL
Más de tres horas hasta seis horas
- USO DE CREMAS NOCTURNAS
Siempre y Algunas veces

ANTECEDENTES CLÍNICOS

- USO DE MEDICAMENTOS
Siempre y Frecuentemente
- ENFERMEDADES QUE PADECE
Todas las mencionadas son excluyentes

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la investigación: Evaluación de la eficiencia cosmética *in vivo* de un emulgel elaborado con antioxidante de yaca.

Organización del investigador: Universidad Nacional Autónoma de México

Nombre de los investigadores: Barreto Saldivar Astrid Jhoana/ Reyes Nery Daniela/

Después de un proceso de reclutamiento realizado con entrevista directa usted ha sido invitado a participar en un estudio de investigación de eficiencia cosmética, debido a que cumple con todos los criterios de inclusión considerados para la investigación.

El estudio consiste en evaluar la eficiencia de una formulación cosmética elaborada con antioxidantes de origen natural, para esta evaluación se considerará los cambios de elasticidad y firmeza de la piel en el rostro del sujeto que ha utilizado el producto por el transcurso de 15 días, las medidas se tomarán mediante la toma de fotografías, al inicio del estudio, a los 8 días y a los 15 días. El producto debe ser usado todos los días luego de realizarse su limpieza facial habitual; debe tomar una cuchara llena del producto en la cuchara plástica dosificadora (cada noche usar una cuchara diferente) y con el dedo índice coger una cantidad de la cuchara dosificadora y colocar en cada zona específica del rostro (frente, nariz, pómulos y mentón), luego de esto esparcir de manera homogénea con los dedos índice y medio de adentro hacia afuera y en sentido perpendicular a la arruga para una mejor penetración del producto. Los riesgos del producto se reducen al mínimo si se siguen el procedimiento de aplicación establecido, existiendo la probabilidad de un ligero picor, ardor únicamente en el momento de la aplicación, sin embargo, cualquier reacción debe ser comunicada inmediatamente al investigador del estudio.

Para minimizar los riesgos asociados se tomarán las siguientes medidas: 1) Cuidar de todas las medidas de asepsia en el momento de la aplicación. 2) Utilizar cada día una cuchara de dosificación nueva. 3) En caso de presentar alguna reacción alérgica discontinuar el uso e informar inmediatamente al investigador responsable, la recomendación en caso de alergia será suspender todos los productos que pudieran haber originado la reactividad cutánea y consultar con un médico competente.

No existen beneficios directos para usted al participar en este estudio, usted obtendrá posiblemente un cambio en las condiciones de la piel. Los beneficios de este proyecto son indirectos, porque se conocerá si la aplicación de ciertos activos naturales en formulaciones cosméticas junto con otros cuidados podría considerarse como alternativas de prevención de envejecimiento cutáneo.

Para proteger su privacidad se tomarán todas las medidas: 1) Todas las medidas realizadas en la investigación serán codificadas con números y no con el nombre del sujeto voluntario. 2) El documento en el que se describe su nombre y datos personales serán archivados por el responsable de la investigación. Los resultados se presentarán sólo con información codificada.

No es obligatorio participar en la investigación ni existen costos asociados para los participantes. Su participación en este estudio es voluntaria, es decir, usted puede decidir NO participar. Si usted decide participar, puede retirarse del estudio en cualquier momento. No habrá sanciones ni pérdida de beneficios si usted decide no participar, o decide retirarse del estudio antes de su conclusión.

Contacto:

Si usted tiene alguna pregunta sobre el estudio por favor llame a:

Barreto Saldivar Astrid Jhoana	Reyes Nery Daniela
• Celular: xxxxxxxx	• Celular: xxxxxxxx
• Mail: sxxxxxxxxx	• Mail: xxxxxxxxxx

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Me han explicado de manera detallada el propósito de este estudio, así como los riesgos, beneficios y mis opciones como participante. Entiendo que se guardará absoluta confidencialidad sobre mis datos personales, por lo cual acepto voluntariamente ser parte del estudio.

Nombre del participante: _____

Firma del participante: _____

Fecha: _____

Nombre del investigador que entrega o explica este formulario de consentimiento informado:

Firma del investigador: _____

PROTOCOLO DE APLICACIÓN DEL PRODUCTO

La aplicación del producto se lo realizará todas las noches de la siguiente manera:

1. Realizar la limpieza facial habitual
2. Desenroscar el frasco y con la ayuda de la espátula coger aproximadamente 1 gramo del producto (similar al tamaño de una almendra) y colocar en el dorso de la mano.
3. Distribuir el producto con el dedo índice (1 gota) en las zonas específicas: frente, nariz, pómulos y mentón.
4. Esparcir el producto en las diferentes zonas con los dedos índice y medio en dirección del centro hacia afuera, en sentido perpendicular a la tendencia de la arruga para que exista una mejor penetración y absorción del producto.
5. Una vez aplicado el producto, conservar el producto tapado en un lugar fresco, seco y protegido de la luz.

NARIZ: Arriba, tabique y aletas hacia afuera.

BARBILLA: Hacia arriba y hacia afuera.

CUELLO: De la clavícula hacia el mentón en forma ascendente.



FRENTE: Hacia afuera y arriba.

MEJILLAS: Hacia arriba y hacia afuera.

MANDÍBULA: Hacia arriba y hacia afuera.

EN CASO DE PRESENTAR UNA REACCIÓN DESFAVORABLE SUSPENDER INMEDIATAMENTE SU USO Y CONTACTARSE CON:

Barreto Saldivar Astrid Jhoana
• Celular: xxxxxxxx
• Mail: xxxxxxxxxxxx

Reyes Nery Daniela
• Celular: xxxxxxxx
• Mail: xxxxxxxxxxxx

ENCUESTA FINAL 1

Nombre _____ **Edad** _____ **Fecha** _____

Marque la casilla correspondiente de acuerdo con los cambios que usted nota en su piel en los siguientes aspectos: elasticidad, firmeza o pigmentación.

La escala es la siguiente:

1= Desmejora visible ,2= Desmejora no visible, 3= Sin desmejora ni mejora,

4= Mejora no visible, 5=Mejora visible

Cambios en:	1	2	3	4	5
Elasticidad					
Firmeza					
Pigmentación					

¿Notó algún otro cambio?

ENCUESTA FINAL 2

Nombre _____ **Edad** _____ **Fecha** _____

Marque la casilla correspondiente de acuerdo con los cambios que usted nota en su piel en los siguientes aspectos: elasticidad, firmeza o pigmentación.

La escala es la siguiente:

1= Desmejora visible ,2= Desmejora no visible, 3= Sin desmejora ni mejora,

4= Mejora no visible, 5=Mejora visible

Cambios en:	1	2	3	4	5
Elasticidad					
Firmeza					
Pigmentación					

¿Notó algún otro cambio?

Comparación visual de las fotografías

Nombre _____ Edad _____ Fecha _____

Marque la casilla correspondiente de acuerdo con los cambios que usted nota en la piel en los siguientes aspectos: elasticidad, firmeza o pigmentación.

La escala es la siguiente:

1=Ausente, 2= Leve, 3= Moderado, 4= severo, 5= Extremo.

Comparación foto 1 y 2					
Cambios en:	1	2	3	4	5
Elasticidad					
Firmeza					
Pigmentación					

Comparación foto 3 y 4					
Cambios en:	1	2	3	4	5
Elasticidad					
Firmeza					
Pigmentación					

Comparación foto 2 y 4					
Cambios en:	1	2	3	4	5
Elasticidad					
Firmeza					
Pigmentación					