

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

Comprobación de la efectividad antiinflamatoria del néctar astringente del falso fruto del
Marañón (*Anacardium occidentale L*) en la elaboración y aplicación de un gel tópico en
quemaduras solares leves

Manuel Andrés Gudiel Méndez

Química Farmacéutica

Guatemala, Agosto de 2022

JUNTA DIRECTIVA

M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto

Decano

Miriam Roxana Marroquín Leiva

Secretaria

Doctor Juan Francisco Pérez Sabino

Vocal Primero

Doctor Roberto Enrique Flores Arzú

Vocal Segundo

Licenciado Carlos Manuel Maldonado Aguilera

Vocal Tercero

Bachiller Carmen Amalia Rodríguez Ortiz

Vocal Cuarto

Bachiller Paola Margarita Gaitán Valladares

Vocal Quinto

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme estudiar esta carrera universitaria, darme fuerza y sabiduría, así como acompañarme en cada momento para culminarla con satisfacción.

A mis padres, por estar conmigo en cada momento brindándome su apoyo, comprensión y cariño. Por animarme siempre a seguir y no rendirme.

A mi hermana por apoyarme y acompañarme siempre, darme palabras de aliento para continuar y terminar.

A mis abuelitos, mis tíos y mis primos por brindarme su ayuda, cariño, consejos y apoyo en todo momento.

A mis amigos, dentro y fuera de la universidad, por acompañarme en este camino y apoyarme siempre para jamás darme por vencido.

A mis catedráticos, por transmitirme todo su conocimiento y experiencia para formarme como una gran persona y gran profesional.

A todas las personas que he conocido y contribuyeron a lo largo de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida y la oportunidad de estudiar, por darme su ayuda incondicional y ser mi fortaleza en todo momento.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, por ser mi casa de estudios y permitirme aprender los conocimientos necesarios para lograr mi desempeño profesional.

A la Escuela de Química Farmacéutica, departamentos, laboratorios e instituciones que me apoyaron permitiéndome el uso de equipo e instalaciones durante el proceso de investigación: Departamento de Farmacia Industrial, Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos –LCMA- y al Hospital Materno Infantil Juan Pablo II

A mi asesor: Lic. Julio Chinchilla, por haberme apoyado con paciencia, compartir sus conocimientos, enseñanzas y tiempo durante la elaboración de esta investigación.

A mi revisora: M.A. Lucrecia de Haase, por su apoyo en la realización de esta investigación.

A los profesionales que me apoyaron con sus conocimientos y consejos durante esta investigación, en especial al Lic. Rudy Marroquín, la Licda. Brenda López y el Dr. Jorge Luis de León

A mis padres, Jeannette Méndez y Manuel Gudiel, por su amor, paciencia y apoyo constante durante toda mi carrera.

A mi hermana, Ana Lucia Gudiel Méndez, por brindarme su apoyo, sus palabras de aliento y motivarme a no rendirme.

A mis abuelitos, tíos y primos, por estar al tanto de mí durante mi carrera, brindarme su apoyo con sus palabras y oraciones, en especial a mi abuelita Carmen.

A mis amigos y amigas por su apoyo, cariño y amistad en esta carrera universitaria, fueron fundamentales para siempre seguir adelante.

A mi familia y amigos que utilizaron los productos, por su paciencia y apoyo en la parte experimental de esta investigación.

ÍNDICE

I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	3
II. ANTECEDENTES	7
A. LA PIEL	7
1. Epidermis	8
2. Dermis	8
3. Tipos de color de piel	9
B. QUEMADURAS SOLARES	12
1. Cuadro clínico	13
2. Clasificación	14
3. Fisiopatología	15
4. Tratamiento	17
C. EL MARAÑÓN (<i>Anacardium occidentale L</i>)	17
1. Análisis Económico	17
2. Composición química del falso fruto	18
3. Usos populares	21
4. Toxicidad	22
5. Actividad Antiinflamatoria	22
6. Identificación de metabolitos	24
D. EXTRACCIÓN DEL NÉCTAR	25
1. Materiales	25
2. Proceso de elaboración	26
E. FORMULACIÓN DE GEL TOPICO	28
1. Definición	28
2. Clasificación	28
3. Procedimiento estándar	29
4. Entorno	29
5. Método patrón para elaborar un gel	29

F.	CONTROL DE CALIDAD DE UN GEL TÓPICO	30
III.	JUSTIFICACIÓN	32
IV.	OBJETIVOS	34
A.	Objetivo General	34
B.	Objetivos Específicos	34
V.	HIPÓTESIS	35
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS	36
A.	Universo	36
1.	Población	36
a)	Muestra	36
B.	Materiales	37
1.	Equipo	37
2.	Cristalería	37
3.	Instrumentos	38
4.	Materia prima	38
5.	Reactivos	38
C.	Métodos	39
1.	Recolección del falso fruto del marañón	39
2.	Obtención del néctar	39
3.	Identificación de metabolitos	41
4.	Procedimiento de manufactura de gel tópico base del falso fruto del marañón	43
5.	Procedimiento de manufactura de gel tópico control	44
6.	Control de Calidad	44
7.	Control microbiológico al extracto del falso fruto del marañón	45
8.	Control microbiológico al gel control y al gel ensayo con extracto del falso fruto del marañón	45
9.	Selección y calificación de la muestra	46
10.	Prueba de parche	47
11.	Evaluación antiinflamatoria	47
12.	Descripción de disminución de síntomas de la inflamación	48

13.	Descripción del grado de satisfacción del gel tópico	48
D.	Diseño de investigación	48
VII.	RESULTADOS	50
A.	Resultados de identificación de polifenoles y/o taninos y de vitamina C de néctar del falso fruto del marañón	50
B.	Evaluación microbiológica de néctar del falso fruto del marañón	50
C.	Características fisicoquímicas de los productos elaborados	51
1.	Gel control	51
2.	Gel a base de néctar del falso fruto del marañón	51
	Tabla 4. Pruebas fisicoquímicas evaluadas al gel experimental con néctar de falso fruto de marañón	51
D.	Evaluación microbiológica de los productos elaborados	51
1.	Gel experimental a base de néctar del falso fruto del marañón	51
2.	Gel control	52
E.	Evaluación de la actividad de los productos formulados	53
F.	Evaluación de la actividad antiinflamatoria del gel control y el gel experimental a base de néctar del falso fruto del marañón en relación a la percepción de síntomas	54
VIII.	DISCUSIÓN	60
IX.	CONCLUSIONES	63
X.	RECOMENDACIONES	64
XI.	REFERENCIAS	65
XII.	ANEXOS	68

I. RESUMEN

La investigación se realizó con la finalidad de evaluar la actividad antiinflamatoria de un gel a base de néctar del falso fruto del marañón (*Anacardium occidentale L*) en voluntarios que presentaron una quemadura solar de primer grado.

Para dicho objetivo se recolectó el marañón en el departamento de Escuintla. Al néctar del falso fruto se le realizaron pruebas cualitativas para la determinación de taninos y vitamina C. Además de un análisis microbiológico según la USP30 para comprobar su inocuidad. Continuando con la formulación de dos productos; gel a base de néctar del falso fruto de marañón y gel control, evaluando en cada uno características organolépticas y calidad microbiológica en base a los parámetros del RTCA 11.03.56:09.

La actividad antiinflamatoria se evaluó en 10 voluntarios, entre 20-30 años, con piel de fototipo I y II, quienes presentaban quemadura solar de primer grado en la espalda, aplicando el gel control en la parte izquierda y el gel experimental a base de néctar de falso fruto de marañón en la parte derecha de la espalda. Se tomaron fotografías desde el día en que presentó la quemadura solar hasta el día en que terminó la aplicación de los productos, (10 días de tratamiento) para evaluar la actividad por comparación de iconografía y encuesta diaria de percepción de síntomas.

Para la evaluación de la actividad antiinflamatoria del gel experimental se tomó en cuenta el enrojecimiento provocado por la quemadura, el cual disminuyó más rápido en 6 voluntarios al utilizar el gel a base del néctar de falso fruto de marañón que con el gel control. En los otros 4 voluntarios no hubo diferencia.

Sin embargo, en el caso de la percepción de síntomas, se pudo observar que en todos los voluntarios se presentó una percepción menor de síntomas al utilizar el gel a base del néctar del falso fruto del marañón, además de observar una diferencia de velocidad de

disminución de síntomas de picazón, ardor, sensación de calor y sensibilidad de; 8.4%, 19.2%, 28% y 21.2%, respectivamente.

Por tanto, se evidenció que en todos los casos se observó un proceso de disminución de inflamación de manera más rápida, ya sea por disminución de enrojecimiento y síntomas, así como únicamente por disminución de síntomas, por lo que se concluye que el gel a base de néctar del falso fruto de marañón, tuvo un efecto positivo para la acción antiinflamatoria en todos los voluntarios.

Para la evaluación de la actividad regenerante de la piel se pudo identificar que únicamente en 4 casos existió pérdida de piel, observando que en todos los casos (de estos 4 casos) el porcentaje de pérdida y velocidad de regeneración fue mayor utilizando el gel a base de néctar del falso fruto de marañón.

Finalmente, en la evaluación de la aceptación del producto por parte de los voluntarios se determinó el predominio de respuestas favorables para las características de (consistencia, fácil extensión y aplicación) exceptuando las características de (color y olor). El límite aceptable para el producto es obtener una aprobación del 90% en respuestas favorables, por lo que se aceptó el producto con una aprobación del 94%.

II. INTRODUCCIÓN

La sobre exposición solar o sin una protección adecuada puede generar daños en la piel entre ellos las quemaduras solares. La quemadura solar es una reacción aguda provocada por la luz en la piel normal. También se la conoce como dermatitis solaris o dermatitis solar y está producida por la radiación UVB. La lesión se encuentra a nivel de los queratinocitos, células propias de la quemadura solar. La quemadura se inicia tras 4-6 horas de exposición a la luz solar, alcanza un máximo después de 12-24 horas y puede durar varios días. El eritema más intenso, producido por fuentes artificiales de irradiación de UV, se observa habitualmente después de 24 horas (Fleta, Bueno y Moreno, 2016).

Cuando la piel sufre quemaduras solares queda expuesta a algunos tipos de enfermedades o afecciones debido a la pérdida de la capa más externa de la epidermis o a la epidermis. Inicialmente se puede observar un primer estadio en donde se presenta un intenso enrojecimiento cutáneo con tumefacción edematosa y sensación de calor, seguido de la aparición de vesículas y ampollas. A continuación se forman costras y, finalmente, descamación y curación de las lesiones. Además de este proceso, la aparición de una quemadura puede generar infecciones con signos como; dolor, pus o rayas rojas que se alejan de una ampolla abierta, también se puede observar en ocasiones menos frecuentes, fiebres altas, desorientación, desmayo, deshidratación e incluso cáncer de piel si estas quemaduras no son tratadas adecuadamente (Fleta, Bueno y Moreno, 2016).

Las quemaduras solares pueden presentarse en cualquier momento de la vida cotidiana de todas las personas, no es necesario encontrarse en ubicaciones como playas o lugares al aire libre para sufrir esta afección. Los rayos que producen quemaduras son filtrados por el cristal (ventanas) y en mayor medida por el humo, sin embargo, existen circunstancias donde pareciera que una persona no puede quemarse, no obstante, las nubes pueden ser atravesadas por gran cantidad de radiaciones que producen quemaduras solares, igual que la niebla y 30 cm de agua clara, lo cual ocasiona lesiones graves en personas que no sospechan esta exposición, por lo que sin importar que uno no se encuentre en una

exposición directa al sol, el peligro por la radiación solar existe y sus correspondientes afecciones (Mora y otros, 2016).

Incluso los diferentes tipos de color de piel pueden presentar quemaduras solares, los fototipos I, II y III son los principales tipos de piel que están expuestos a sufrir quemaduras solares y los individuos de raza negra y de pieles distintas a la blanca son menos sensibles a la exposición solar que los de piel clara, pero no son inmunes a los efectos del sol, pues pueden sufrir quemaduras solares cuando se exponen de forma prolongada (Mora y otros, 2016).

El falso fruto del marañón, el cual contiene metabolitos de interés, es decir, polifenoles (siendo el polifenol que se encuentra en mayor proporción, los taninos) presentan acción antioxidante y antiinflamatoria además de contener un elevado contenido de vitamina C, componentes los cuales según estudios elaborados tienen la capacidad de aliviar el dolor, la inflamación, acelerar el proceso de cicatrización y por ende, ser un producto natural útil para tratamiento de quemaduras solares leves (Guzmán y Aquino, 2011).

La evidencia sugiere que los metabolitos presentes en el falso fruto del marañón, los polifenoles, pueden disminuir el riesgo de quemaduras solares, debido a que estos afectan células de la inflamación, como los macrófagos y neutrófilos, además de que existen numerosos estudios que hablan de su papel inhibidor de la síntesis de mediadores proinflamatorios. Los polifenoles también son conocidos por su propiedad antioxidante, teniendo la capacidad de neutralizar los radicales libres, específicamente, los relacionados con el metabolismo del NO, captando directamente aniones superóxido y por tanto impedir la interacción con el NO generado, permitiendo la prevención de los efectos perjudiciales generados por el NO en situaciones de inflamación. Por otro lado, se ha reportado que la vitamina C posee una acción anti-inflamatoria, asociada a la reducción en la secreción de citoquinas pro-inflamatorias, como el factor de necrosis tumoral, la interleuquina-23 y la proteína C reactiva (Guzmán y Aquino, 2011).

En Guatemala se cultiva desde hace muchos años el marañón (*Anacardium occidentale* L.), sin embargo este producto no se ha explotado industrialmente, en donde la producción

se encuentra en una distribución de árboles y algunas áreas, sobre todo en las regiones con clima cálido y/o seco, ubicando al marañón como un cultivo secundario o complementario (FUNCAFE, 2016).

Además de observar la poca importancia en el sector agrícola que presenta la producción de marañón en el país, se puede indicar que la mayor parte se centra en la demanda de la gran aceptación de que goza su nuez (fruto verdadero), estableciendo una mayor relevancia por el elevado valor comercial, comparado con el falso fruto o pseudofruto del marañón, el cual en la época de cosecha se puede observar que una alta proporción de receptáculos se pierde, por falta de mercado (SAG, 2014).

Existen numerosos estudios realizados en los que se describen procesos de aprovechamiento del falso fruto, sin embargo, estos únicamente se centran en su valor nutricional para la obtención de pasta de fruta, jugos, vino, alcohol, entre otros, dejando sin importancia otras propiedades que pueden ser aprovechadas adecuadamente por el sector industrial para incrementar la demanda de un producto natural que actualmente se encuentra desaprovechado y que a través de esta investigación, podría ampliarse el interés comercial y por ende ampliar el mercado del marañón mediante la implementación de productos farmacéuticos dirigidos específicamente a tratamientos que conlleven un proceso de inflamación y cicatrización, así como incentivar a posteriores investigaciones a aprovechar e incluir al marañón como un producto natural con posibles propiedades que aún no han sido explotadas adecuadamente por falta de estudios del mismo, además de contribuir a la reducción de desechos, puesto que la mayoría de receptáculos son descartados en el área agrícola posterior a obtener la nuez de cada marañón (Molina y otros, 2006).

Por lo tanto, la investigación pretende demostrar otras propiedades del marañón, diferentes a un área alimentaria, enfocándose en las capacidades del marañón para acelerar el proceso de regeneración de la piel y comprobando la efectividad de la propiedad desinflamatoria contenida en el falso fruto del marañón debido a su contenido elevado de taninos, polifenoles y vitamina C, metabolitos con antecedentes de producir dichas acciones

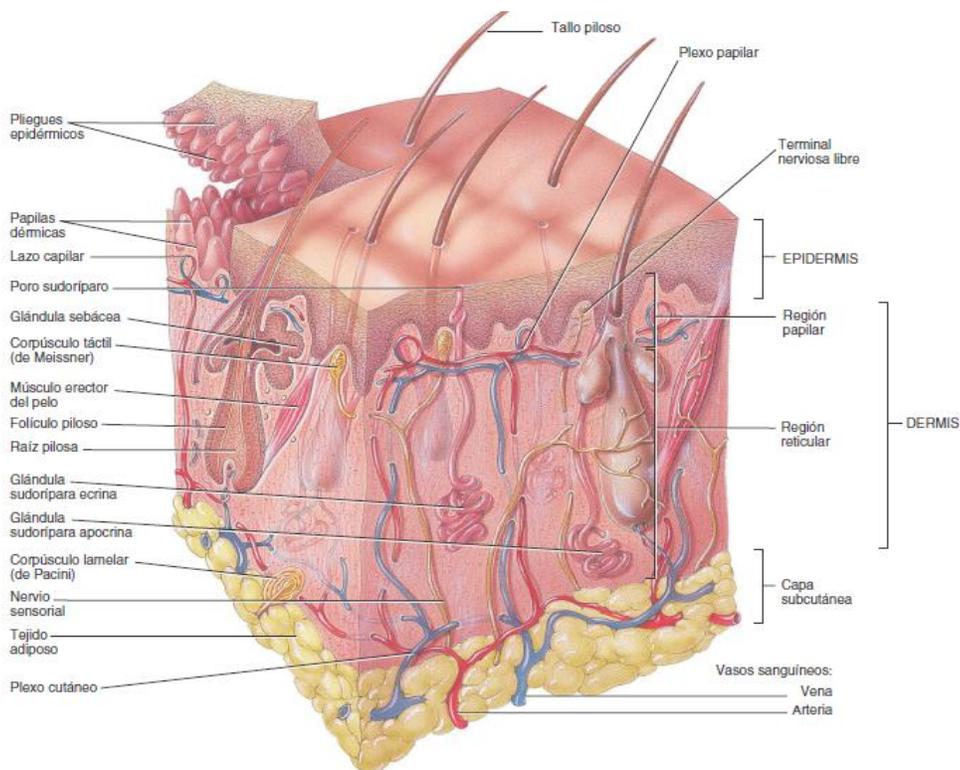
terapéuticas, en esta investigación se evaluará el tratamiento tópico mediante aplicación de un gel elaborado a partir del néctar del falso fruto, luego de sufrir quemaduras solares por exposición y de esa forma evitar que los problemas de esta afección se agraven.

II. ANTECEDENTES

A. LA PIEL

La piel, también conocida como membrana cutánea, cubre la superficie externa del cuerpo y es el órgano más grande tanto en superficie como en peso. En los adultos, la piel ocupa una superficie de alrededor de 2 m² (22 pies cuadrados) y pesa entre 4,5 y 5 kg (10 y 11 libras), o sea aproximadamente el 7% del peso corporal total. Su espesor varía entre 0,5 mm (0,02 pulgadas) en los párpados hasta 4 mm (0.16 pulgadas) en el talón. Sin embargo, en la mayor parte del cuerpo su espesor oscila entre 1 y 2 mm (0,04 y 0,08 pulgadas). La piel consta de dos partes principales (Ver Figura 1) (Tortora y Derrickson, 2013).

Figura 1: La piel está constituida por una epidermis superficial delgada y una dermis profunda más gruesa. Por debajo de la piel está el tejido subcutáneo, que fija la dermis a la fascia subyacente.



Fuente: Tortora y Derrickson, 2013

La porción superficial, más delgada, está compuesta por tejido epitelial, y se denomina epidermis. La parte profunda y más gruesa de tejido conectivo es la dermis. La epidermis es avascular, mientras que la dermis está vascularizada, por lo cual un corte en la epidermis no produce sangrado, pero uno en la dermis sí lo hace. Debajo de la dermis está el tejido subcutáneo, que no forma parte de la piel. Esta capa también se llama hipodermis y está constituida por los tejidos areolar y adiposo (Tortora y Derrickson, 2013).

1. Epidermis

La epidermis está compuesta por un epitelio pavimentoso estratificado queratinizado. Contiene cuatro tipos principales de células: queratinocitos, melanocitos, células de Langerhans y células de Merkel. Alrededor del 90% de las células epidérmicas son queratinocitos, que están distribuidos en cuatro o cinco capas y producen la proteína queratina. Alrededor del 8% de las células epidérmicas son melanocitos, que derivan del ectodermo embrionario y producen el pigmento melanina. La melanina es un pigmento de color amarillo-rojizo o pardo-negruzco que contribuye a otorgarle el color a la piel y absorbe los rayos ultravioletas (UV) nocivos.

En la mayor parte del organismo la epidermis tiene cuatro capas o estratos: basal, espinoso, granuloso y un estrato córneo delgado. Ésta es la llamada piel delgada. En los sitios donde la exposición a la fricción es mayor, como en la yema de los dedos, las palmas de las manos y las plantas de los pies, la epidermis tiene cinco estratos: basal, espinoso, granuloso, estrato lúcido y una capa córnea gruesa. Ésta es la llamada piel gruesa (Tortora y Derrickson, 2013).

2. Dermis

Está formada sobre todo por tejido conectivo denso irregular con colágeno y fibras elásticas. Esta red entrelazada de fibras posee gran

resistencia a la tensión, es decir resiste fuerzas de tracción o de estiramiento. La dermis también puede estirarse y recuperarse con facilidad. Es mucho más profunda que la epidermis y su espesor varía entre las distintas regiones corporales, alcanzando su máximo espesor en las palmas y las plantas. Los vasos sanguíneos, los nervios, las glándulas y los folículos pilosos se encuentran en esta capa (Tortora y Derrickson, 2013).

3. Tipos de color de piel

a) Bases estructurales del color de piel

La melanina, la hemoglobina y el caroteno son tres pigmentos que imparten a la piel una amplia variedad de colores. La cantidad de melanina determina que el color de la piel varíe de amarillo pálido a marrón-rojizo hasta negro. La diferencia entre las dos formas de melanina, feomelanina (de amarilla a roja) y eumelanina (de castaña a negra), es más evidente en el cabello. Los melanocitos, que son las células productoras de melanina, son más abundantes en la epidermis del pene, los pezones y las aréolas mamarias, la cara y los miembros. También están presentes en las membranas mucosas. Como el número de melanocitos es bastante similar en todos los individuos, los diferentes colores de la piel son una consecuencia de la cantidad de pigmento producido y transferido por los melanocitos a los queratinocitos.

Los melanocitos sintetizan melanina a partir del aminoácido tirosina en presencia de la enzima tirosinasa. La síntesis se produce en un orgánulo denominado melanosoma. La exposición a la luz UV incrementa la actividad enzimática dentro de los melanosomas y, por ende, la producción de melanina. Tanto la cantidad como la oscuridad de la melanina aumentan por la exposición a los rayos UV, lo cual le da a la piel un aspecto bronceado que ayuda a proteger al organismo de las exposiciones posteriores a la radiación UV. La

melanina absorbe la radiación UV, previene el daño del DNA de las células epidérmicas y neutraliza los radicales libres generados en la piel por los rayos UV. En consecuencia dentro de ciertos límites, la melanina desempeña una función protectora (Tortora y Derrickson, 2013).

b) Fototipos

El fototipo es la capacidad de adaptación al sol que tiene cada persona desde que nace, es decir, el conjunto de características que determinan si una piel se broncea o no, y cómo y en qué grado lo hace. Cuanto más baja sea esta capacidad, menos se contrarrestarán los efectos de las radiaciones solares en la piel.

Se trata de la observación del color de la piel en las partes sin exponer o expuestas mínimamente al sol (la parte inferior de las piernas, justo sobre los tobillos detrás de la rodilla o la zona interna del antebrazo). No se debe utilizar la parte expuesta de la piel de la cara, del cuello o de los brazos (o pecho, en el caso de los hombres), debido a que el color de estas zonas está alterado por una foto exposición repetida y prolongada. También son importantes otros factores, tales como:

- Aparición de pecas en verano.
- Color epidérmico en invierno: lechoso o blanco.
- Brillo: mate o ligeramente opaco.
- Color adquirido al broncearse: dorado, dorado-moreno, moreno (en sus diferentes tonalidades).
- Aparición de eritema (enrojecimiento) ante una exposición inmediata al sol (menos de 10 min).
- Presencia de eritema a los 21 días de exposición. Para determinar el grado de activación de los mecanismos fotoprotectores de la

piel (formación de pigmento y engrosamiento del estrato córneo, que requieren 2-4 semanas para desarrollarse).

- Historia genética.
- Edad.
- Número de quemaduras solares graves que se ha tenido previamente.
- Posibilidad de fotosensibilización por determinados alimentos, medicamentos y cosméticos, entre otros posibles agentes causales (Marin y Pozo, 2005)

c) Clasificación

Hay diferentes formas de clasificar los fototipos cutáneos. La más utilizada es la del Dr. T. Fitzpatrick (Ver Tabla 1 y Figura 2)

Tabla 1: Fototipos cutáneos

	Acción del sol sobre la piel (no protegida)	Características pigmentarias
Fototipo I	Presenta intensas quemaduras solares, casi no se pigmenta nunca y se descama de forma ostensible	Individuos de piel muy clara, ojos azules, pelirrojos y con pecas en la piel. Su piel, habitualmente, no está expuesta al sol y es de color blanco-lechoso
Fototipo II	Se quema fácil e intensamente, pigmenta ligeramente y descama de forma notoria	Individuos de piel clara, pelo rubio, ojos azules y pecas, cuya piel, que no está expuesta habitualmente al sol, es blanca
Fototipo III	Se quema moderadamente y se pigmenta correctamente	Razas caucásicas (europeas) de piel blanca que no está expuesta habitualmente al sol
Fototipo IV	Se quema moderada o mínimamente y pigmenta con bastante facilidad y de forma inmediata al exponerse al sol	Individuos de piel morena o ligeramente amarronada, con pelo y ojos oscuros (mediterráneos, mongólicos, orientales)
Fototipo V	Raramente se quema, pigmenta con facilidad e intensidad (siempre presenta reacción de pigmentación inmediata)	Individuos de piel amarronada (amerindios, indostánicos, árabes e hispanos)
Fototipo VI	No se quema nunca y pigmenta intensamente (siempre presentan reacción de pigmentación inmediata)	Razas negras

Fuente: Marin y Pozo, 2005

Figura 2: Escala de color de Fitzpatrick de los fototipos de piel

Fuente: Marin y Pozo, 2005

B. QUEMADURAS SOLARES

La radiación solar que alcanza la superficie terrestre abarca regiones del visible, infrarrojo y ultravioleta, siendo esta última franja la responsable directa de los efectos nocivos sobre el organismo. La radiación ultravioleta que llega a la superficie terrestre puede producir lesiones cutáneas asociadas a destrucción celular y afectación de tejidos anexos, pudiéndose acompañar de edemas y pérdida de líquidos. Las quemaduras solares son una reacción aguda y visible de la exposición de la piel a la radiación ultravioleta. La intensidad de la quemadura depende del tiempo y horario de exposición, clima, latitud, espesor de la capa de ozono, grado pigmentación previa y tipo piel (Molina y otros, 2006).

La quemadura solar se debe a la exposición excesiva de las capas epidérmica y dérmica de la piel a la radiación ultravioleta (RUV), lo que da origen a una reacción inflamatoria eritematosa (Grossman y Porth, 2014). El eritema que aparece durante la exposición a la radiación ultravioleta es un proceso inflamatorio que ocurre a

nivel de la dermis y habitualmente es causado por los rayos UVB (RUV-B), pero también los rayos UVA (RUV-A) pueden implicar una cantidad sustancial de daño, ya que contienen un volumen de fotones 100 veces superior a los RUV-B. En consecuencia, la exposición a la RUV puede conducir a una alteración de la función de barrera de la piel, que implica una desintegración de los lípidos del estrato córneo.

El eritema de la piel tras la exposición a RUV conduce a una pigmentación visible. No es sencillo separar el color aparente debido al eritema del que resulta de la pigmentación melánica. Hay actualmente 3 fases de bronceado, dos de ellas suceden de forma aguda (conocidas como reacciones de pigmentación inmediata y persistente) y una que se desarrolla más lentamente (conocida como pigmentación diferida). La reacción de pigmentación inmediata (RPI), se produce unos minutos después de la exposición a RUV y persiste varias horas. La pigmentación oscura persistente (POP) parece ser una segunda fase de bronceado, sucede unas horas después de la exposición a UV y permanece varios días. RPI y POP son el resultado de la oxidación y/o polimerización de la melanina existente o precursores melanogénicos (De la Cueva, 2011).

1. Cuadro clínico

Los signos y síntomas de una quemadura pueden tardar uno o dos días en desarrollarse. Dentro de los signos y síntomas más comunes que se pueden presentar durante una quemadura encontramos; producción de una congestión superficial de los vasos sanguíneos, hinchazón, picazón, sensación de calor y dolor variable, así como un enrojecimiento de la piel y, a continuación, su descamación (González, 2003). Sin embargo, los signos y síntomas pueden variar dependiendo de la clasificación por grado de profundidad que tenga la quemadura solar.

2. Clasificación

El organismo precisa cierta cantidad de calor para sobrevivir, pero un exceso o un defecto de calor ocasionan lesiones cuando se traspasa algunos límites. Así, a partir de los 40 °C la piel empieza a presentar alteraciones y a los 70 °C una pequeña exposición origina destrucción de la epidermis. Cuando la piel se encuentra expuesta a un calor intenso se produce una dermatitis de intensidad variable, que puede clasificarse en tres grados distintos:

a) Quemadura superficial o de primer grado

Aquí se produce una congestión superficial de los vasos sanguíneos, hinchazón, sensación de calor, prurito y dolor variable, así como un enrojecimiento de la piel. Este tipo de quemadura produce un mínimo daño epitelial aunque existe la posibilidad de que aparezcan después zonas hiperpigmentadas. Es el tipo de quemadura de pronóstico menos grave (Grossman y Porth, 2014).

También se presenta una inflamación, así como otros síntomas como formación de ampollas, debilidad, escalofríos, fiebre, malestar general y dolor. La descamación y la exfoliación siguen a cualquier exposición excesiva a la luz solar. La piel oscura también se quema y puede observarse grisácea o gris negruzca. Las quemaduras solares graves son las que cubren porciones grandes del cuerpo con ampollas o se acompañan de fiebre alta o dolor intenso (Gonzalez, 2003).

b) Quemadura de espesor parcial o de segundo grado

Se trata de una quemadura que afecta siempre a la dermis. Se produce un edema de los tejidos superficiales debido a una trasudación de suero desde los capilares sanguíneos. Esta acumulación de líquidos bajo las capas externas de la piel origina la formación de vesículas y ampollas en ella. Produce hinchazón y

dolor muy intenso. Su cicatrización es lenta y puede producirse también una pérdida permanente de los anexos de la piel como los folículos pilosos, las glándulas sudoríparas y las glándulas sebáceas (Gonzalez, 2003).

c) Quemadura de tercer grado

Se trata de una quemadura de pronóstico grave, ya que en este caso se produce una pérdida de tejidos en todo el espesor de la piel (así como todos sus anexos cutáneos), comprometiendo su sensibilidad. También afecta al tejido adiposo, nervios, músculos e incluso huesos, por lo que no se dispone de tejido epitelial para la regeneración de la piel. Por ello, cuando se produce esta quemadura se origina una ulceración, una escara seca, blanquecina o negruzca (es frecuente observar áreas carbonizadas, de color negro o deshidratadas, de aspecto blanquecino). Puede acompañarse de un dolor intenso alrededor de la quemadura o su ausencia si se ha producido un gran daño en el tejido nervioso de la zona. Acaba dejando secuelas y cicatrices visibles con partes atróficas, hipertróficas o queloides. La gravedad de este tipo de quemaduras es variable, en función de la extensión o superficie afectada, de su profundidad y, por supuesto, de su localización. Además, hay que tener en cuenta que la lesión puede evolucionar en las siguientes 24-48 horas, en las que la presencia de edema dificulta conocer exactamente su profundidad (Gonzalez, 2003).

3. Fisiopatología

Los rayos UVA y UVB juegan un papel en las quemaduras solares, aunque los rayos UVB son responsables de dañar directamente el ADN al inducir la formación de dímeros de timina-timina ciclobutano. Cuando se forman estos dímeros, el cuerpo genera una respuesta de reparación del ADN, que incluye la inducción de la apoptosis de las células y la liberación

de marcadores inflamatorios como prostaglandinas, especies reactivas de oxígeno y bradicinina. Esto conduce a vasodilatación, edema y dolor que se traduce en la clásica piel roja y dolorosa que se ve en una quemadura solar. Además, la exposición de la piel a los rayos UVB provoca un aumento de quimiocinas como CXCL5 y activa los nociceptores periféricos, lo que provoca una sobreactivación de los receptores del dolor de la piel (Guerra, Urban y Crane, 2020).

La inflamación incluye 2 componentes principales: las fases vascular y celular. Muchos tejidos y células participan en estas reacciones, como las células endoteliales que recubren los vasos sanguíneos, los leucocitos circulantes, las células del tejido conectivo (células cebadas, fibroblastos, macrófagos tisulares y linfocitos) y componentes de la matriz extracelular (MEC) (Grossman y Porth, 2014).

La fase vascular de la inflamación aguda se caracteriza por cambios en los vasos sanguíneos pequeños en el sitio de la lesión. Comienza con una vasoconstricción momentánea, a la que sigue con rapidez la vasodilatación. La vasodilatación afecta a las arteriolas y a las vénulas con un incremento secundario del flujo sanguíneo capilar, que genera calor y eritema, 2 de los signos cardinales de la inflamación. Éstos se acompañan de un aumento de la permeabilidad vascular, con escape de fluido rico en proteínas (exudado) hacia los espacios extravasculares. La pérdida de proteínas reduce la presión osmótica capilar e incrementa la presión osmótica intersticial. Esto, aunado al incremento de la presión capilar, genera un flujo de salida intenso del fluido y su acumulación en los espacios tisulares, lo que produce tumefacción, dolor y anomalías de la función que corresponden a los otros signos cardinales de la inflamación aguda. Al tiempo que el fluido se desplaza hacia fuera de los vasos sanguíneos, se presentan la estasis del flujo sanguíneo y la coagulación. Lo anterior ayuda a limitar la diseminación de los microorganismos infectantes (Grossman y Porth, 2014).

La fase celular de la inflamación aguda está marcada por cambios en el recubrimiento de células endoteliales de la vasculatura y el desplazamiento de los leucocitos fagocíticos hacia el área de lesión. Si bien se ha concentrado la atención en el reclutamiento de los leucocitos a partir de la sangre, una respuesta rápida también hace necesaria la liberación de mediadores químicos a partir de las células tisulares (células cebadas y macrófagos), que ya se encuentran ubicadas en los tejidos (Grossman y Porth, 2014).

4. Tratamiento

La mayoría de las quemaduras solares se curarán por sí solas sin ninguna otra intervención. Sin embargo, los pacientes pueden seguir los siguientes pasos para tratar sus quemaduras solares:

- Evite el sol para evitar más daños en la piel.
- Use antiinflamatorios no esteroideos para disminuir el dolor
- Beba mucha agua para evitar la deshidratación.
- Aplique cremas tópicas como aloe vera o crema de hidrocortisona evitando las cremas anestésicas locales.
- Los baños fríos de avena coloidal pueden ayudar a calmar la piel (Guerra, Urban y Crane, 2020).

C. EL MARAÑÓN (*Anacardium occidentale L*)

1. Análisis Económico

La comercialización y los precios de los productos, son los factores económicos que afectan directamente a un cultivo, para lograr la generación de ingresos y mejorar la economía de los agricultores. El principal problema en el cultivo del marañón es la comercialización e industrialización del falso fruto, por ser altamente perecedero. Sin embargo, las nueces son más comerciales, debido a la resistencia que presentan al manejo durante el

procesamiento. El contenido de humedad de las nueces al momento de la comercialización es de aproximadamente 7 a 8%, la misma se efectúa en forma bruta, entre el productor y la industria local.

Por lo tanto, la importancia del cultivo del marañón radica en productos del que se obtienen del procesamiento de la nuez es la almendra, teniendo una gran demanda a nivel mundial, obedece a su excelente sabor que la coloca entre las mejores nueces; así mismo el aceite de la cáscara (Hernández, 2007).

2. Composición química del falso fruto

Tabla 3: Composición química del falso fruto

Componentes	Cantidad en 100g
Valor energético	46 cal
Humedad (g)	85.0 - 86.7
Grados brix	11
pH	4.2
Grasa (g)	0.17 – 0.23
Acidez total	0.36%
Proteína (g)	0.127 – 0.101
Celulosas (g)	1.0
Ceniza (g)	0.32 – 0.93
Calcio (mg)	0.9 – 1.6
Fósforo (mg)	15.3 – 16.9
Hierro (mg)	0.25 – 0.66
Vitamina A activada (mg)	120
Tiamina (vitamina B1) (mg)	0.018 – 0.019
Riboflavina (vitamina B2) (mg)	0.019 – 0.020
Acido ascórbico (vitamina C) (mg)	186.5
Hidratos de carbono totales	11.6
Taninos (mg)	655+

Fuente: Guardado y Salinas, 2009

Cabe resaltar que un interés industrial en el falso fruto del marañón son los taninos; que son derivados de compuestos fenólicos vegetales, se definen como una mezcla compleja, su aspecto oscila del incoloro al amarillo o marrón, existiendo dos tipos los condensados e hidrolizables y ellos son lo que proporcionan la astringencia en el falso fruto del marañón y a su vez

funcionan como sustratos en las reacciones de pardeamiento enzimático. El sabor astringente en el falso fruto del marañón es debido a su alto contenido en taninos y tiene un sabor más agradable si se procesa para eliminar el sabor amargo, esto se puede realizar aplicando procesos a la fruta tales como escaldado con vapor por 5-15 minutos antes de procesarla, con el fin de reducir la astringencia (Guardado y Salinas, 2009)

Cabe resaltar que se encuentran dos tipos de variedades de anacardo uno de manzana roja y otro de manzana amarilla, éstas últimas son menos astringentes que las rojas (Moreno y De los Angeles, 2009).

Según un estudio realizado en Brasil sobre la cuantificación de polifenoles en el pedúnculo del marañón (*Anacardium occidentale L.*) El contenido de estos mostraron que el aumento en el contenido de polifenoles depende proporcionalmente de la concentración del pedúnculo del anacardo. Aquí se demostró una relación directamente proporcional, donde las muestras que contenían 10% (m / m) de pedúnculo de anacardo mostraron un mayor aumento en el contenido de polifenoles en comparación con las muestras que contenían 5% (m / m), explicando en el estudio que ese aumento se debió al hecho de que el pedúnculo del anacardo tiene cantidades considerables de compuestos fenólicos (Cristino y otros, 2020).

Además, se ha demostrado de acuerdo al proceso de almacenamiento que este no tiene influencia significativa sobre los compuestos fenólicos totales, en el estudio, los extractos con etanol al 95% y metanol aumentaron posterior a un proceso post cosecha y que los lotes y las etapas de procesamiento no influyeron en el contenido de los compuestos fenólicos extraídos con acetona al 70% (Bobbo y otros, 2020). Haida y otros, (2015) verificaron que durante el congelamiento por un período de 30 días hubo un aumento significativo en el contenido de compuestos fenólicos y una discreta disminución entre 30 y 60 días de congelamiento. Por lo que los

compuestos fenólicos no presentan una tendencia significativa a disminuir su concentración posterior al proceso post cosecha.

Sin embargo, según Almeida y otros, (2012), aquí cuantifican la cantidad de compuestos fenólicos en donde se estableció un promedio de 54,8 mg por cada 100 g, no obstante, otros trabajos publicados indicaron una gran variabilidad en el contenido de polifenoles de los anacardos, que van de 22 a 295 mg por cada 100 g. Esta inconsistencia puede explicarse por diferencias en el suelo, el clima, la temporada de crecimiento, el almacenamiento poscosecha y los métodos de extracción. Las plantas también pueden activar la síntesis de polifenoles en respuesta al estrés, como lesiones, patógenos o bajos nutrientes.

Al hablar específicamente de los taninos, un estudio sobre el contenido de estos en el falso fruto el marañón publicado en Nigeria, indicó que la composición de este en el jugo del pedúnculo varió entre 0.07mg cada 100 ml hasta 2.84mg por 100 ml, además de que aquí se comprueba que utilizando agua hirviendo en el proceso de pasterización, los taninos se reducen en un 96.20% (Emelike y Ebere, 2016). Por lo que es determinante no realizar un proceso en caliente para obtener subproductos del falso fruto ricos en polifenoles, específicamente taninos.

Un componente fenólico según estudios que se encuentra en elevada cantidad es el ácido gálico, el cual según Chaves y otros, (2008) en una evaluación de extractos de *A. occidentale* por el método de Folin-Ciocalteu mostró que la piel de castaño, presentó $185,44 \pm 12,04$ mg equivalentes de ácido gálico.

Otro componente importante del fruto falso del marañón es el ácido ascórbico o vitamina C, el cual presenta funciones importantes en el metabolismo humano, una de estas funciones es la formación de colágeno, sanación de heridas, fracturas, hemorragias, entre otros. La riboflavina es

una vitamina esencial para el crecimiento, cumple funciones enzimáticas en la respiración de tejidos y actúa como transportador de iones hidrógeno (Guzman y Aquino, 2011).

De acuerdo a un estudio realizado en Brasil sobre la caracterización física del falso fruto del marañón, aquí se observó que el contenido de ácido ascórbico osciló entre 182,84 y 336,69 mg cada 100 g. Aquí se indicó que hubo variación en el contenido de ácido ascórbico dependiendo del tiempo que tenían posterior a la cosecha. En este estudio el primer lote fue el único que no presentó variación significativa, coincidiendo con el de menor pH. Bobbo y otros (2020), enfatizan los efectos del pH sobre la estabilidad del ácido ascórbico, donde su catabolismo irreversible puede incrementarse a pH alcalino, y la acidificación puede ayudar en su estabilización en donde las variaciones entre lotes pueden estar generalmente asociadas con factores pre y post cosecha como influencias ambientales (condiciones del suelo, clima, lluvia), estado de madurez de la fruta, condiciones de procesamiento y / o almacenamiento, distribución y comercialización. Por lo que es importante utilizar el falso fruto del marañón en una etapa temprana, posterior a la cosecha, teniendo en cuenta que es en este tiempo donde mayor contenido de vitamina c presenta y por ende, puede ser de gran importancia para los fines de este estudio.

3. Usos populares

De la nuez (semilla) del marañón se extrae la almendra y de la cáscara se extraen aceites con diversidad de usos: en la industria química, para elaboración de pinturas plásticas, elaboración de aceites lubricantes, abonos orgánicos y concentrados para la dieta animal. La almendra es preparada en forma tostada y salada para consumo humano y exportación.

Sin embargo, el falso fruto constituye materia prima para la industria de jugos, compotas, gelatinas, vinos, licores, vinagres, mermeladas y jaleas. En

Guatemala se consume como fruta fresca y deshidratada apetecible por su composición y valor nutritivo en la dieta humana (Hérendez, 2007).

4. Toxicidad

Se destaca dentro del falso fruto, la presencia del ácido anacárdico, siendo este causante de irritaciones en la piel. Este se presenta en la cáscara del fruto y del falso fruto (Moreno y De los Angeles, 2009).

5. Actividad Antiinflamatoria

Cuando se produce una ruptura en la piel o en las mucosas, los microorganismos pueden pasar del medio externo al interno. Como reacción y en un intento de localizar al agente agresor, se produce una reacción en el tejido conjuntivo vascularizado que se denomina inflamación. Este proceso complejo produce el acumulo de fluidos y leucocitos en el espacio extravascular. La inflamación puede ser originada por factores endógenos, exógenos, físicos, químicos, biológicos e inmunológicos. Por lo general es una respuesta protectora que trata de restaurar los tejidos lesionados (Guzman y Aquino, 2011).

Es bien conocida la relación existente entre el estrés oxidativo y las enfermedades inflamatorias. La reacción inflamatoria se caracteriza por la hiperproducción de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, agentes oxidantes que pueden desencadenar por sí solos una respuesta inflamatoria. Los antioxidantes como los polifenoles en muchas ocasiones presentan a su vez un efecto antiinflamatorio. Este se relaciona en parte por su actuación sobre las enzimas implicadas en el metabolismo del ácido araquidónico, ciclooxigenasa y lipooxigenasa (COX y LOX). En general, se ha demostrado que los polifenoles polihidroxilados inhiben preferentemente a la enzima 5-LOX y los menos hidroxilados inhiben la COX. En cambio, in vivo pueden comportarse como inhibidores duales debido probablemente a la biotransformación que sufren en el organismo. Existen estudios que apuntan

a un efecto inhibitor preferentemente de la COX por parte de las flavonas, mientras que los flavonoides parecen inhibir fundamentalmente a la LOX (Guzman y Aquino, 2011).

Los polifenoles ejercen acciones de carácter antiinflamatorio sobre varios tipos celulares. Así, poseen un efecto modulador sobre la proliferación de linfocitos B y T cuando las células están activadas, y normalmente este efecto es de tipo inhibitor (Guzman y Aquino, 2011).

Los polifenoles también afectan a otras células de la inflamación, como los macrófagos y neutrófilos. Existen numerosos estudios que hablan de su papel inhibitor de la síntesis de mediadores proinflamatorios inducidos con el LPS o diversas citocinas con el TNF- α o la IL-6 en macrófagos. Por su parte, un derivado de los polifenoles presentes en el té negro, el teaflavina-3,3'-digalato, ha mostrado una fuerte inhibición del NF κ B en células RAW 267.4 estimuladas con LPS. Como consecuencia de esta actividad se produjo una reducción de la producción de NO y de la expresión de la propia proteína iNOS. A la misma concentración el teaflavina-3,3'-digalato inhibió a la IKK α (inhibidor del factor de transcripción NF kappa B) (Guzman y Aquino, 2011).

Es posible que los efectos farmacológicos de los antioxidantes estén relacionados con el metabolismo del NO. En primer lugar, los antioxidantes pueden preservar las funciones beneficiosas del NO, al captar directamente aniones superóxido y por tanto impedir la interacción con el NO generado; en segundo lugar, los antioxidantes son capaces de inhibir la expresión de la iNOS, y por último, actúan como potentes captadores de radicales peroxinitrito. En consecuencia, los antioxidantes pueden prevenir los efectos perjudiciales generados por el NO en situaciones de inflamación (Guzman y Aquino, 2011).

Además, las plantas de acción astringente son aquellas que al aplicarlas sobre la piel y las mucosas (vía tópica) producen su constricción, actúan precipitando las proteínas de la superficie celular sin afectar a la vitalidad de las propias células, con lo que se consigue una capa protectora adicional. Asimismo, la astringencia conlleva una vasoconstricción local que consigue una disminución del exudado inflamatorio y de la secreción mucosa de las glándulas. El efecto astringente es debido fundamentalmente a los taninos presentes en estas drogas (López, 2003).

6. Identificación de metabolitos

a) Polifenoles y/o taninos

Los taninos pueden ser detectados fácilmente en extractos vegetales mediante el test de “gelatina-sal”. En dicho ensayo se agrega una solución de gelatina a una porción de extracto acuoso, y una solución de gelatina-cloruro de sodio a una segunda porción. La formación de precipitado, ya sea con el último de los reactivos o con ambos, indica la presencia de taninos. La reacción se basa en que los taninos precipitan en presencia de proteínas, en este caso gelatina. La sensibilidad de la reacción se incrementa mediante la adición de cloruro de sodio, ya que se induce “salting-out”, favoreciendo la precipitación del complejo, formado entre taninos y proteínas.

Los resultados positivos se confirman mediante la adición de solución de cloruro férrico a otra porción de extracto, obteniéndose coloraciones que varía entre azul, negro-azulado, verde o verde-azulado, y formación de precipitado. Estos cambios de color se deben a la reacción química entre el cloruro férrico y las funciones fenólicas de los taninos. En caso que no se encuentren presentes taninos, pero sí compuestos fenólicos no tanínicos se obtendrá resultado negativo con el reactivo de gelatina-sal. Sin embargo, sí se

producirán soluciones coloreadas al adicionar cloruro férrico (Cruz, Guerra y Ramírez, 2020).

b) Vitamina C

Consiste en una reacción óxido-reducción en la que el azul de metileno se reduce y el ácido ascórbico se oxida. El ácido ascórbico pasa a ser ácido dehidroascórbico; mientras tanto el azul de metileno se convierte en azul de leucometileno.

La característica principal de esta reacción es que el azul de metileno tiene una coloración azul intensa, mientras que el azul de leucometileno es incoloro; lo cual permite que la reacción pueda cuantificarse mediante métodos ópticos o espectrofotométricos (Aldana, 2014).

D. EXTRACCIÓN DEL NÉCTAR

El néctar se conoce como el producto constituido por el jugo y/o la pulpa de frutos, finamente dividida y tamizada, con agua potable, azúcar, ácido orgánico, preservante químico y estabilizador si fuera necesario (Guevara, 2015). El azúcar es un componente que se utiliza para mejorar el sabor, sin embargo, debido a que este no tiene relevancia dentro del estudio, será omitido.

1. Materiales

a) Fruta

De buena calidad y en completa madurez

b) Agua

Potable, blanda y microbiológicamente aceptable

c) Ácido cítrico

Para regular la acidez del néctar, se requiere un pHmetro. Se regula hasta 3.8 o menos, con algunas excepciones que puede superar este nivel.

d) Estabilizador

Se utiliza para evitar la sedimentación y mejorar la viscosidad del néctar. Los porcentajes están por debajo de 0.08% en función de la dilución y el contenido de gelificante natural de la fruta. Se puede utilizar CMC (Carboximetil Celulosa) o Keltrol.

e) Conservador Químico

Para evitar el crecimiento de microorganismos. Se puede utilizar benzoato de sodio o sorbato de potasio, ambos son específicos para productos de pH ácido y se utilizan en promedio al 0.03%, solos o en mezcla. Estos productos no se utilizan cuando se recurre a un proceso de envasado aséptico o cuando se controla el proceso de tal modo que se asegure la inocuidad del alimento (Guevara, 2015).

2. Proceso de elaboración

a) Pesado

Importante para determinar rendimientos

b) Selección

Para eliminar frutas magulladas y que presenten signos de deterioro, se hace la selección; la clasificación se hace para agrupar la fruta según su estado de madurez. Para efectos del presente proceso no es de interés el tamaño de la fruta.

c) Lavado y desinfectado

El lavado se realiza con la finalidad de eliminar cualquier partícula extraña que pueda estar adherida a la fruta. Se puede realizar por inmersión, agitación o por aspersion o rociada. Una vez lavada la

fruta se recomienda un desinfectado, para lo cual se sumerge la fruta en hipoclorito de sodio con una concentración de 0.05-0.2% de cloro por un tiempo no menor a 5 min., o cualquier otro desinfectante existente en el mercado (Guevara, 2015).

d) Precocción

Se realiza en frutas pulposas para ablandar la fruta y facilitar el pulpeado. Se realiza en agua a ebullición o con vapor directo. También sirve para inactivar enzimas, sobre todo las causantes del pardeamiento. Es necesario indicar que la precocción, incluye ya a la inactivación enzimática o escaldado o blanqueado, siendo una operación más rigurosa.

e) Pelado

Dependiendo de la materia prima esta operación puede realizarse antes o después de la precocción. Las frutas son pulpeadas con su cáscara, si éstas no tienen ninguna sustancia que cambie sus atributos sensoriales. Puede ser ejecutada en forma manual, con soda, agua caliente o vapor.

f) Pulpeado

Consiste en obtener la pulpa o jugo, libre de cáscara, semillas y fibra (Guevara, 2015).

g) Estandarizado

Diluir la pulpa tal que en el néctar se detecte el sabor, aroma y color de la fruta, regular el pH, regular los °brix, adicionar estabilizador y dicionar preservante

h) Molienda coloidal

Para uniformizar la mezcla, se puede realizar en un molino coloidal o licuadora.

i) Tratamiento térmico

Se somete al néctar a una temperatura y tiempo determinados, dependiendo del equipo utilizado. Por ejemplo los jugos y néctares son pasteurizados a 97°C por 30 segundos en pasteurizador de placas, o llevados a T° de ebullición con tecnología artesanal (Guevara, 2015).

E. FORMULACIÓN DE GEL TOPICO

1. Definición

Son sustancias semisólidas, que se forman al tratar líquidos con gelificantes. A la temperatura de la piel disminuye su viscosidad (útil en zonas pilosas) y pierde rápido el agua (efecto evanescente). No contienen lípidos, por lo que están recomendados en pieles grasas (López, Ortonebes y García, 2015).

2. Clasificación

a) Geles lipófilos

Los geles lipófilos (oleogeles) son preparaciones cuyas bases están constituidas habitualmente por parafina líquida con polietileno o por aceites grasos gelificados con sílice coloidal o por jabones de aluminio o zinc (SEFH, s.f.).

b) Geles hidrófilos

Los geles hidrófilos (hidrogeles) son preparaciones cuyas bases generalmente son agua, glicerol y propilenglicol gelificado con la ayuda de agentes gelificantes apropiados tales como almidón, derivados de la celulosa, carbómeros y silicatos de magnesio y aluminio (SEFH, s.f.).

3. Procedimiento estándar

a) Material y equipos

Los materiales comúnmente utilizados son un agitador mecánico con/sin calefacción o manual y vasos de precipitados u otros recipientes adecuados para contener el gel durante el proceso.

4. Entorno

- Humedad relativa: 60%,
- Temperatura: $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$

5. Método patrón para elaborar un gel

- Pesar todos los componentes.
- Dispersar el gelificante en parte del diluyente por toda la superficie, evitando la formación de grumos.
- Dejar reposar el tiempo suficiente hasta la total imbibición del diluyente.
- Agitar evitando la incorporación de aire, hasta obtener un gel uniforme.
- Incorporación del principio activo:
 - a. Siempre que sea posible se incorporará disuelto en el diluyente antes de elaborar el gel.
 - b. Si no es así, una vez formado el gel, incorporar el resto de diluyente con los principios activos solubles.
 - c. Si son insolubles en el diluyente, disolverlos o dispersarlos en el mínimo volumen posible de un solvente con la polaridad adecuada.
- En caso de que sea necesario para la gelificación, agregar la sustancia reguladora del pH si procede, ajustando al pH deseado y controlándolo según procedimiento de medición de pH
- La velocidad, tiempo de agitación, temperatura se especificarán en cada formulación en concreto.

- Proceder a la limpieza del material y equipo según se especifique en los procedimientos de limpieza correspondientes (SEFH, s.f.).

F. CONTROL DE CALIDAD DE UN GEL TÓPICO

De acuerdo al RTCA, 11.03.56:09 el cual indica que las disposiciones de este reglamento son de aplicación para todos los productos naturales medicinales de uso humano, importados y fabricados en los países de la región Centroamericana. Aquí se indican las siguientes pruebas; características organolépticas, llenado mínimo (realizadas a los productos naturales por vigilancia sanitaria o denuncia recibida), pH, identificación general o específica y recuento microbiano (Ver Tabla 4 y 5).

Tabla 4: Especificaciones para determinación de recuento microbiano

Expresados en UFC/g o cm ³			
Producto natural	Recuento total de aerobios viables	Recuento total de hongos y levaduras	Recuento total de entero bacterias
Preparaciones de administración oral	$\leq 10^4$	$\leq 10^2$	$\leq 10^2$
Producto al que se le agrega agua a temperatura ambiente antes de su uso.	$\leq 10^5$	$\leq 10^4$	$\leq 10^3$
Producto al que se le agrega agua hirviendo antes de su uso.	$\leq 10^7$	$\leq 10^5$	-----
Preparaciones de administración tópica	$\leq 10^2$	$\leq 10^2$	$\leq 10^1$

Fuente: RTCA 11.03.56:09

Tabla 5: Especificaciones para determinación de microorganismos patógenosExpresados en UFC/g o cm³

Producto natural	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Salmonella sp.</i>
Preparaciones de administración oral	Ausente	Ausente	----	Ausente
Producto al que se le agrega agua a temperatura ambiente antes de su uso.	----	Ausente	----	Ausente
Producto al que se le agrega agua hirviendo antes de su uso	----	Ausente	----	----
Preparaciones de administración tópica	Ausente	----	Ausente	----

Fuente: RTCA 11.03.56:09

III. JUSTIFICACIÓN

El falso fruto del Marañón (*Anacardium occidentale L.*) es un pedúnculo cultivado en regiones de clima cálido en Guatemala, el cual se plantea utilizar en la presente investigación para demostrar que el néctar del falso fruto tiene la capacidad antiinflamatoria y cicatrizante para poder ser utilizado como tratamiento natural en quemaduras solares leves, incorporando el néctar en una formulación de gel que permita ser útil en personas que sufren esta afección y evitando así el agravamiento de este padecimiento.

Para la elaboración del gel antiinflamatorio se utilizó el néctar proveniente de pedúnculos de marañón, específicamente los de cáscara roja. Este fue procesado y posteriormente refinado y estabilizado para obtener un producto vegetal capaz de ser utilizado en una formulación tópica. El gel debió cumplir con la normativa de RTCA 11.03.56:09, asegurando que el producto cumpliera con las pruebas de control de calidad y fuera inocuo, libre de contaminantes.

La comprobación de la capacidad antiinflamatoria se realizó mediante el uso del gel tópico por voluntarios que presentaron una quemadura solar leve en la espalda, los cuales fueron informados de los motivos de estudio, el procedimiento y los posibles resultados mediante un consentimiento informado, seguido de una prueba de parche para asegurar la ausencia de reacciones alérgicas por parte de los participante del estudio.

La descripción del efecto terapéutico se realizó mediante un proceso comparativo del efecto del gel con néctar de marañón y un gel control, estableciendo una secuencia de fotografías del área afectada, observando la disminución visual de la inflamación, hinchazón y la recuperación temprana de la lesión. Además se describió mediante el uso de un cuestionario (escala de Osgood) la disminución de síntomas asociados a las quemaduras solares leves y un cuestionario (Prueba de Likert) para verificar la satisfacción del usuario sobre el producto.

El tratamiento comúnmente utilizado en las quemaduras solares consiste en emplear glucocorticoides o antiinflamatorios no esteroideos sistémicos, así como apósitos húmedos

que provocan una sensación de alivio, sin embargo, estos productos pueden llegar a ser altamente costos y poco asequibles para todos los sectores económicos de la población de Guatemala. También existen múltiples plantas conocidas por su acción desinflamatoria y cicatrizante, sin embargo, existen poca evidencia de su efecto a nivel local o no se presenta información útil sobre su capacidad para ser implementados en una formulación tópica.

Por lo tanto, existe la necesidad de productos de origen natural y que sean considerados de primera elección para el tratamiento de quemaduras solares leves, los cuales sean sustentados por procesos de investigación y que exhiban información confiable sobre su capacidad terapéutica, como lo sería un producto farmacéutico a base del falso fruto del marañón, el cual puede ser de fácil acceso para toda la población guatemalteca debido a la abundancia de marañón que el país presenta y establecer conocimiento aplicable en este tipo de padecimiento provocados por el sol.

Considerando además, como efecto secundario del estudio, la oportunidad de la aperturar nuevas posibilidades en el mercado para explotar otras características del falso fruto, considerándose un proyecto que resulta de relevancia social dado su carácter innovador por mostrar la capacidad de emprendimiento a partir de la utilización de los residuos del cultivo del marañón, los que le otorga a los comercializadores una nueva alternativa de aprovechamiento de subproductos, permitiéndole al sector agrícola obtener mayor interés de cultivo, mayor consumo por parte de la población y por consiguiente, mayor beneficio económico para la época de cosecha del marañón, en donde actualmente, la mayoría no considera al falso fruto como un beneficio y además, constituye un problema ambiental como desecho.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Evaluar la capacidad antiinflamatoria de un tratamiento en forma de gel tópico a base del néctar del falso fruto del marañón (*Anacardium occidentale L*) para quemaduras solares leves.

B. Objetivos Específicos

1. Identificar la presencia de metabolitos de interés en el néctar del falso fruto del marañón (polifenoles, taninos y vitamina c)
2. Realizar pruebas microbiológicas del gel tópico a base del falso fruto del marañón para determinar la inocuidad del producto.
3. Establecer la ausencia de reacciones alérgicas e irritación del gel tópico a base del néctar del falso fruto del marañón mediante pruebas parches
4. Demostrar la disminución de la inflamación producida por las quemaduras solares leves
5. Evidenciar la disminución de síntomas característicos (picazón, ardor, sensación de calor y sensibilidad) producidos durante la lesión de una quemadura solar leve.
6. Determinar el tiempo de reparación del tejido dañado en quemaduras solares leves.
7. Reconocer el grado de satisfacción del gel tópico a base del néctar del falso fruto del marañón por parte de los voluntarios.

V. HIPÓTESIS

El tratamiento tópico a base del néctar del falso fruto del Marañón (*Anacardium occidentale L*) presenta capacidad antiinflamatoria al ser administrado a personas con quemaduras solares leves.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Universo

Jóvenes mujeres u hombres entre la edad de 20 a 30 años que presentan quemaduras leves en la espalda por exposición al sol.

1. Población

Jóvenes mujeres u hombres guatemaltecos entre la edad de 20 a 30 años y fototipos II y III que presentan quemaduras leves en la espalda por exposición al sol.

a) Muestra

Muestra por conveniencia de 10 mujeres u hombres entre la edad de 20 a 30 años y fototipos II y III que presentan quemaduras leves en la espalda por exposición al sol.

i. Recursos Humanos

- Autor: Br. Manuel Andrés Gudiel Méndez
- Asesor: Lic. Julio Gerardo Chinchilla Vettorazzi.
- Revisora: M.A. Alma Lucrecia Martínez de Haase
- Participantes: 10 mujeres u hombres voluntarios entre la edad de 20 a 30 años y color de piel (fototipo II y III) que presentan quemaduras de primer grado en la espalda por exposición al sol.

ii. Criterios de Inclusión

- Mujeres u hombres entre la edad de 20 a 30 años
- Mujeres u hombres color de piel (fototipo II y III)
- Voluntarios con antecedentes de presentar inflamación y enrojecimiento durante una quemadura solar

- Voluntarios con antecedentes de descamación de piel al presentar una quemadura solar

iii. Criterios de Exclusión

- Voluntarios con antecedentes de alergia por productos naturales provenientes de la familia *Anacardiaceae*
- Voluntarios con hipopigmentación cutánea (zonas cutáneas planas, de apariencia pálida, que pueden variar en tamaño y forma).
- Voluntarios con hiperpigmentación cutánea (zonas cutáneas planas, oscurecidas, de color marrón a negro, que pueden variar en tamaño y forma)
- Voluntarios que antecedentes de alergia por exposición al sol

B. Materiales

1. Equipo

- Licuadora.
- Balanza Analítica.
- Balanza Semi Analítica.
- Estufa Eléctrica.
- Computadora.
- Impresora.

2. Cristalería

- Beakers de 50, 100, 250 y 600 mL.
- Varilla de agitación.
- Vidrio de reloj.
- Probeta.
- Pizeta.
- Tubos de ensayo.

3. Instrumentos

- Tamices.
- Tinajas.
- Cuchillos.
- Tablas.
- Papel mantequilla
- Frascos de vidrio 100 ml.
- Tapones de plástico.
- Papel mayordomo.
- Espátula.
- Botes, capacidad de 120 g.
- Papel pH.

4. Materia prima

- Falso fruto del marañón (cáscara roja)
- Carbopol-940
- Benzoato de sodio
- Trietanolamina
- Ácido Láctico
- Agua Destilada

5. Reactivos

- Azul de metileno
- Gelatina al 1% en agua
- Cloruro de sodio al 10%
- Cloruro férrico al 10%

C. Métodos

1. Recolección del falso fruto del marañón

Se planteó la recolección del falso fruto del marañón en el área del departamento de Escuintla, en el cual se caracteriza por encontrar cultivados los tipos Jamaquinos, los cuales son plantas más vigorosas de copa más abierta, mejor calidad de frutos y de mayor tamaño, así mismo los falsos frutos, aunque también existen variedades del tipo Criollo o locales (Hernández, 2007). Se especifica que la recolección fue del falso fruto coloración roja, el cual presenta mayor contenido de taninos, polifenoles y vitamina c, importante para el estudio.

2. Obtención del néctar

a) Pesado

Se realizó el pesaje de una cantidad determinada de falso fruto del marañón, importante para obtener el porcentaje de rendimiento.

b) Selección y clasificación

Para eliminar frutas mallugadas y que presenten signos de deterioro o se encuentren en mal estado producto de plagas se hizo la selección, mientras que la clasificación se hizo para agrupar la fruta según su estado de madurez. Para efectos de la investigación, no fue de interés el tamaño de la fruta.

c) Lavado y desinfectado

El lavado se realizó con la finalidad de eliminar cualquier partícula extraña que pueda estar adherida a la fruta (Guevara, 2015). Se realizó una inmersión en agua por 20 min y posteriormente se frotaron con las manos previamente lavadas, utilizando abundante agua. Una vez lavada la fruta se realizó un desinfectado, para el cual se sumergió el falso fruto en hipoclorito de sodio con una concentración de 0.05-0.2% por un tiempo no menor a 5 min.

Finalmente se secó el falso fruto en la mesa del laboratorio la cual debió de estar previamente desinfectada, secándose bajo condiciones de medio ambiente y protegidos de corrientes de aire.

d) Pelado

Las frutas son pulpeadas con su cáscara, si éstas no tienen ninguna sustancia que cambie sus atributos sensoriales, sin embargo, la cáscara del falso fruto del marañón puede contener un alto contenido de ácido anacárdico el cual puede cambiar la acidez del néctar final. Este proceso fue ejecutado de forma manual utilizando un cuchillo previamente lavado y posteriormente se realizaron cortes del falso fruto en rodajas.

e) Licuado o molienda

La fruta fresca es molida, para ello se requiere de molinos de martillos o de cualquier otra modalidad como por ejemplo a nivel pequeño molinos de mano (Guevara, 2015). El objetivo es reducir el tamaño de partícula hasta tamaños apropiados, para este paso se utilizó una licuadora previamente lavada y se procedió a licuar el falso fruto troceándolo, incorporando una dilución 1:2 utilizando agua potable, obteniendo una mezcla líquida.

f) Tamizado

Es una operación opcional, se realiza con el objeto de presentar productos secos con similar tamaños de partícula, para ello se requieren de tamices apropiados (Guevara, 2015). Aquí se utilizó un colador de plástico para ser refinado, en donde se separó la pulpa (lo que paso por el colador) y el bagazo (lo que quedo en el colador).

g) Envasado

Se llenó completamente cada envase de vidrio, cuidando de no ensuciar la parte de la rosca. Se almacenó en refrigeración entre 5 y -

10°C, en donde puede llegar a guardarse hasta 1 año, quedando listo para ser utilizado en la elaboración del gel tópico a base del néctar del falso fruto del marañón.

En cuanto a los desechos (cáscara) fueron utilizados como abono orgánico, reduciendo el mínimo de recursos no renovables.

3. Identificación de metabolitos

a) Identificación de polifenoles y/o taninos

- Se agregó en un beaker pequeño, 15 ml de néctar del falso fruto del marañón y se agregaron de 3 a 4 gotas de solución de cloruro de sodio al 10% con el objeto de precipitar cualquier compuesto no tanínico, y evitar obtener un resultado falso-positivo.
- Filtración y adición de 3 ml del filtrado a 4 tubos de ensayo
 - Tubo 1: testigo
 - Tubo 2: agregar 4 a 5 gotas de solución de gelatina al 1% en agua
 - Tubo 3: agregar 4 a 5 gotas de gelatina-sal (1% de gelatina + cloruro de sodio al 10%)
 - Tubo 4: agregar 3 a 4 gotas de solución de cloruro férrico al 10% en agua)
 - Observar la formación de precipitado y/o cambio de coloración
 - INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
 - La ausencia de reacción con cloruro férrico, implica carencia de taninos y compuestos fenólicos.
 - Un color grisáceo o negro-grisáceo al reaccionar con cloruro férrico (asumiendo que se forma

precipitado luego del test de sal-gelatina), implica presencia de taninos del tipo catecol.

- Un color negro-azulado al añadir cloruro férrico (asumiendo que hubo precipitado en el ensayo de sal-gelatina) implica la presencia de taninos del tipo pirogalol.
- Un resultado negativo con el test de sal-gelatina, pero producción de color grisáceo o negro-azulado, luego de añadir cloruro férrico, implica ausencia de taninos y los cambios de color se atribuyen a otros constituyentes fenólicos del vegetal.

b) Identificación de vitamina C

- Se adicionaron 3 ml del néctar del falso fruto del marañón a 2 tubos de ensayo
 - Tubo 1: Testigo
 - Tubo 2: Agregar 1 gota de azul de metileno
- Agitar ligeramente
- Observar el cambio de coloración
- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
 - Positivo si se observa un cambio de coloración de azul a solución incolora.

4. Procedimiento de manufactura de gel tópico base del falso fruto del marañón

Formulación del gel tópico

No. CAS	INCI	Materia prima	%	Función	Restricciones
728	Anacardium Occidentale L.	Néctar del falso fruto	10	Principio activo	N/A
9007-20-9	Carbomer	Carbopol-940	1.2	Gelificante	N/A
532-32-1	Sodium benzoate.	Benzoato de sodio	0.1	Conservante	N/A
102-71-6	Triethanolamine	Trietanolamina	csp	Alcalinizante	N/A
79-33-4	Lactic Acid	Ácido Láctico	csp	Acidificante	N/A
7732-18-5	Aqua	Agua destilada	csp 100%	Disolvente	N/A

a) Procedimiento

- En un beaker se agregó el agua destilada con la probeta y posteriormente se agregó el conservante. Agitar con la varilla hasta su completa disolución
- Se midió la cantidad necesaria del néctar del marañón y se incorporó al recipiente anterior, se agitó suavemente.
- Se peso el Carbopol-940 en la balanza analítica
- Se incorporó el Carbopol previamente pesado con la ayuda de una espátula sobre el agua que contenía el conservante disuelto, SE DEJO REPOSAR hasta completa hidratación del Carbopol sin agitar.
- Se esperaron 24 horas para que gelifique la mezcla.

- Se midió el pH de la mezcla. Si esta se encontraba excesivamente ácida, agregar trietanolamina hasta un pH fisiológico (5,5-7). Si se alcalinizaba en exceso, acidificar con el ácido láctico.
- Se llenaron botes con capacidad de 120 gramos para poder ser entregados a los voluntarios del estudio

5. Procedimiento de manufactura de gel tópico control

Este conllevó el mismo procedimiento que el gel a base del néctar del falso fruto del marañón el cual fue descrito anteriormente, únicamente que no tendrá dentro de su formulación el principio activo y se le incorporó unas ligeras gotas de colorante amarillo para poder igualar la tonalidad amarilla que el falso fruto del marañón proporcionó al gel de ensayo.

6. Control de Calidad

Se inició la evaluación analizando las propiedades organolépticas y físicas del producto de acuerdo a lo establecido por el RTCA 11.03.56:09

- **Color:** Se tomó un tubo de ensayo bien limpio y seco y se llenó hasta las tres cuartas partes con la muestra de ensayo y se observó el color. Se anotaron los resultados.
- **Olor:** Se tomó una muestra de la crema y se percibió el olor directamente a través del olfato. Aquí se determinó que correspondía a un olor característico del producto y su relación al falso fruto del marañón, olor que es distintivo. Se anotaron los resultados.
- **Aspecto:** Se tomó un tubo de ensayo bien limpio y seco y se llenó hasta las tres cuartas partes con la muestra de ensayo y se observó si existía presencia de partículas. Se anotaron los resultados.
- **Consistencia:** Se tomó un tubo de ensayo bien limpio y seco y se llenó hasta las tres cuartas partes con la muestra de ensayo y se observó la uniformidad del producto. Se anotaron los resultados.

- **pH:** Por medio de tiras medidoras de pH, se tomó con la ayuda de una varilla de agitación, una muestra del gel de ensayo y se evaluó mediante la escala de colores.

7. Control microbiológico al extracto del falso fruto del marañón

Determinar los principales microorganismos que crecen y se reproducen en los productos naturales. Los microorganismos pueden causar cambios y deterioro químico en los productos cosméticos y daños para el usuario, por lo que se llevaron 8 muestras de extracto de falso fruto de marañón equivalentes a 10 g o 10 ml a un laboratorio microbiológico (Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos), logrando cumplir con lo establecido por la USP30 para sustancias de origen vegetal, específicamente para formas farmacéuticas no estériles el cual indica:

Especificación de Límites microbianos.

Especificación de microorganismos patógenos

Microorganismo	Especificación
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausente

Fuente: USP30

8. Control microbiológico al gel control y al gel ensayo con extracto del falso fruto del marañón

Determinar los principales microorganismos que crecen y se reproducen en los productos naturales. Los microorganismos pueden causar cambios y deterioro químico en los productos cosméticos y daños para el usuario, por lo que se llevaron 8 muestras de extracto de falso fruto de marañón equivalentes a 10 g o 10 ml a un laboratorio microbiológico

(Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos), logrando cumplir con lo establecido por el RTCA 11.03.56:09, el cual indica:

Especificación de Límites microbianos.

Expresados en UFC/g o UFC/cm 3

Producto	Determinación	Especificación
Todos los otros	Recuento Total de Mesófilos aerobios	Menor o igual a 10^2
Todos los otros	Recuento Total de Mohos y Levaduras	Menor o igual a 10^2
Todos los otros	Recuento Total de Enterobacterias	Menor o igual a 10^1

Fuente: RTCA 11.03.56:09

Especificación de microorganismos patógenos

Microorganismo	Especificación
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausente
<i>Escherichia coli</i>	Ausente
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausente

Fuente: RTCA 11.03.56:09

9. Selección y clasificación de la muestra

El proceso de invitación inicial fue a través de una publicación en redes sociales sobre la oportunidad de participar como voluntarios en un proceso de investigación, comentando brevemente acerca del estudio y de qué conlleva la participación de los voluntarios, posteriormente las personas interesadas fueron clasificadas mediante los criterios de inclusión y exclusión, obteniendo finalmente 10 voluntarios que cumplieron con todas las condiciones adecuadas. Posteriormente, estas 10 personas se les presentó

un consentimiento informado (ver Anexo 1) el cual fue leído por cada participante y firmado posteriormente, en este consentimiento se da a conocer sobre los objetivos del estudio, riesgos y beneficios, duración del tratamiento, forma de evaluación y resultados esperados.

10. Prueba de parche

La prueba consistió en aplicar los parches en la espalda, desde la escápula hacia abajo. No se debieron hacer actividades que implicaran sudoración, y tampoco se debió lavar la zona. Una vez transcurridas 24 horas con los parches, se procedió a retirar y se verificó que el individuo no presentara ninguna reacción alérgica al producto.

11. Evaluación antiinflamatoria

Se dividió la espalda (lugar donde el voluntario tendrá la respectiva quemadura solar leve) del lado izquierdo se aplicó el gel tópico control y del lado derecho se aplicó el gel tópico de ensayo, se tomaron fotografías del área afectada cada día durante los 10 días de la duración del tratamiento, una aplicación por la mañana y una aplicación por la noche, tanto del gel control como del gel ensayo, obteniendo al final un total de 10 fotos por cada lado de la espalda (izquierda y derecha) o 20 fotos en total por cada individuo voluntario. Posteriormente se realizó un análisis de secuencia iconográfica mediante una plantilla de 100 cuadros, cada cuadro que cubre la parte de la espalda que presenta la quemadura solar leve representó 1% de la lesión (un cuadro para la parte izquierda y uno para la derecha de la espalda) y a través de los 10 días, se pretendió observar la disminución de la inflamación, hinchazón y la recuperación temprana de la lesión mediante la desaparición de la zona afectada por porcentaje de cuadros comparada con el control.

12. Descripción de disminución de síntomas de la inflamación

Cada voluntario debió completar un cuestionario (ver Anexo 9) durante cada día del tratamiento para describir su mejoría con relación a síntomas característicos de la inflamación (picazón, ardor, sensación de calor y sensibilidad). Se realizaron dos encuestas, una para la parte derecha de la espalda y una para la parte izquierda.

13. Descripción del grado de satisfacción del gel tópico

Cada voluntario debió completar un cuestionario (ver Anexo 10) durante cada día del tratamiento para describir el grado de satisfacción que el gel tópico le proporcionó al aplicarlo en la piel.

D. Diseño de investigación

Es un estudio experimental ya que representa un estudio innovador para evaluar la capacidad de disminución de la inflamación por el tratamiento de gel tópico a base del falso fruto del marañón (*Anacardium occidentale L.*).

E. Diseño estadístico

Se utilizó una secuencia iconográfica que consiste en la toma de fotografías del área afectada cada día, durante los 10 días de duración del tratamiento. Una fotografía de cada lado de la espalda por la mañana y por la tarde de cada día. A cada fotografía se le colocó una plantilla de 100 cuadros. Cada cuadro que cubre la inflamación representó 1% de la lesión. Se realizó un diagrama de dispersión para representar el comportamiento de los datos de la disminución de la inflamación en función del tiempo de duración del tratamiento.

Se utilizó una prueba de hipótesis binomial, el parámetro de probabilidad para ambos grupos fue 0,5, por lo tanto, se utilizó como criterio de aceptación para una prueba en 10 voluntarios, la efectividad en los participantes, específicamente al tener efecto en 7 voluntarios, significando un 94.5% de confianza.

Asimismo, se le pidió a cada voluntario que completara un cuestionario (ver Anexo 10) cada día del tratamiento por 10 días en total, con la finalidad de evaluar la disminución en los síntomas producidos por inflamación causada por la quemadura solar leve. Las respuestas del cuestionario resuelto por las participantes se analizaron descriptivamente. Para el cuestionario se establece una escala de Osgood en donde se comparó el resultado de las respuestas del área del gel control con el resultado del gel de ensayo, lo que permitió determinar si hubo o no una mejoría.

También se realizó un cuestionario para describir el grado de satisfacción que el gel tópico le proporcionó a cada voluntario al aplicarlo durante los 10 días de tratamiento. Para este cuestionario se estableció un test de Likert en donde se analizó de forma descriptiva.

VII. RESULTADOS

A. Resultados de identificación de polifenoles y/o taninos y de vitamina C de néctar del falso fruto del marañón

En la siguiente tabla se observó el resultado de la identificación de polifenoles y/taninos en el néctar del falso fruto del marañón mediante una reacción colorimétrica.

Tabla 1. Identificación cualitativa de polifenoles y/o taninos en el néctar del falso fruto del marañón

Identificación de	Resultado teórico	Resultado
Taninos tipo catecol	Un color grisáceo o negro-grisáceo.	Positivo
Taninos tipo pirogalol	Un color negro-azulado	Negativo
Polifenoles	Un resultado negativo con el test de sal-gelatina, pero producción de color grisáceo o negro-azulado	Negativo
Vitamina C	Un cambio de coloración de azul a solución incolora.	Positivo

Se determinó que el néctar del falso fruto del marañón contiene los metabolitos de interés, el cuál según la literatura indicaba que es el polifenol de mayor proporción; los taninos, identificando además que este es de tipo catecol, así como también la vitamina C, ambos con antecedentes de acción antiinflamatoria.

B. Evaluación microbiológica de néctar del falso fruto del marañón

En la siguiente tabla se observan los resultados obtenidos del análisis de control de calidad microbiológico realizado al néctar del falso fruto del marañón en base a los parámetros de la USP30 para sustancias de origen vegetal, específicamente para formas farmacéuticas no estériles, las cuales indican que el producto natural cumplió con los criterios establecidos:

Tabla 2. Análisis microbiológico de néctar de falso fruto de marañón para sustancias de origen vegetal, específicamente para formas farmacéuticas no estériles (USP30)

Parámetro	Resultado teórico	Resultado
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausente	Ausente

C. Características fisicoquímicas de los productos elaborados

1. Gel control

Tabla 3. Pruebas fisicoquímicas evaluadas al gel tópico control

Pruebas	Resultado teórico	Resultado
Color	Amarillo pálido	Amarillo pálido
Olor	Inodoro	Inodoro
Aspecto	Uniforme	Uniforme
Consistencia	Semisólida	Semisólida
pH	5	5

2. Gel a base de néctar del falso fruto del marañón

Tabla 4. Pruebas fisicoquímicas evaluadas al gel experimental con néctar de falso fruto de marañón

Pruebas	Resultado teórico	Resultado
Color	Amarillo pálido	Amarillo pálido
Olor	Marañón	Marañón
Aspecto	Uniforme	Uniforme
Consistencia	Semisólida	Semisólida
pH	5	5

D. Evaluación microbiológica de los productos elaborados

1. Gel experimental a base de néctar del falso fruto del marañón

En la siguiente tabla se observan los resultados obtenidos del análisis de control de calidad microbiológico realizado al gel experimental a base de néctar del falso fruto del marañón de acuerdo a los parámetros del RTCA 11.03.56:09 que indica que el producto cumplió con los criterios establecidos:

Tabla 5. Análisis microbiológico del gel experimental a base de néctar del falso fruto del marañón (RTCA 11.03.56:09)

Parámetro	Resultado teórico	Resultado
Recuento Total de Mesófilos aerobios	Menor o igual a 10^2	< 10 UFC/g
Recuento Total de Mohos y Levaduras	Menor o igual a 10^2	< 10 UFC/g
Recuento Total de Enterobacterias	Menor o igual a 10^1	< 10 UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausente	Ausente
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausente	Ausente

2. Gel control

En la siguiente tabla se observan los resultados obtenidos del análisis de control de calidad microbiológico realizado al gel control de acuerdo a los parámetros del RTCA 11.03.56:09 que indica que el producto cumplió con los criterios establecidos:

Tabla 6: Análisis microbiológico del gel control (RTCA 11.03.56:09)

Parámetro	Resultado teórico	Resultado
Recuento Total de Mesófilos aerobios	Menor o igual a 10^2	< 10 UFC/g
Recuento Total de Mohos y Levaduras	Menor o igual a 10^2	< 10 UFC/g
Recuento Total de Enterobacterias	Menor o igual a 10^1	< 10 UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausente	Ausente
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausente	Ausente

E. Evaluación de la actividad de los productos formulados

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de la actividad del gel control y el gel experimental a base de néctar del falso fruto del marañón, se evaluó por medio de iconografía y percepción a una muestra de 10 personas que presentaban quemaduras solares de primer grado.

Tabla 7. Evaluación de la actividad antiinflamatoria del gel control y el gel experimental a base de néctar del falso fruto del marañón

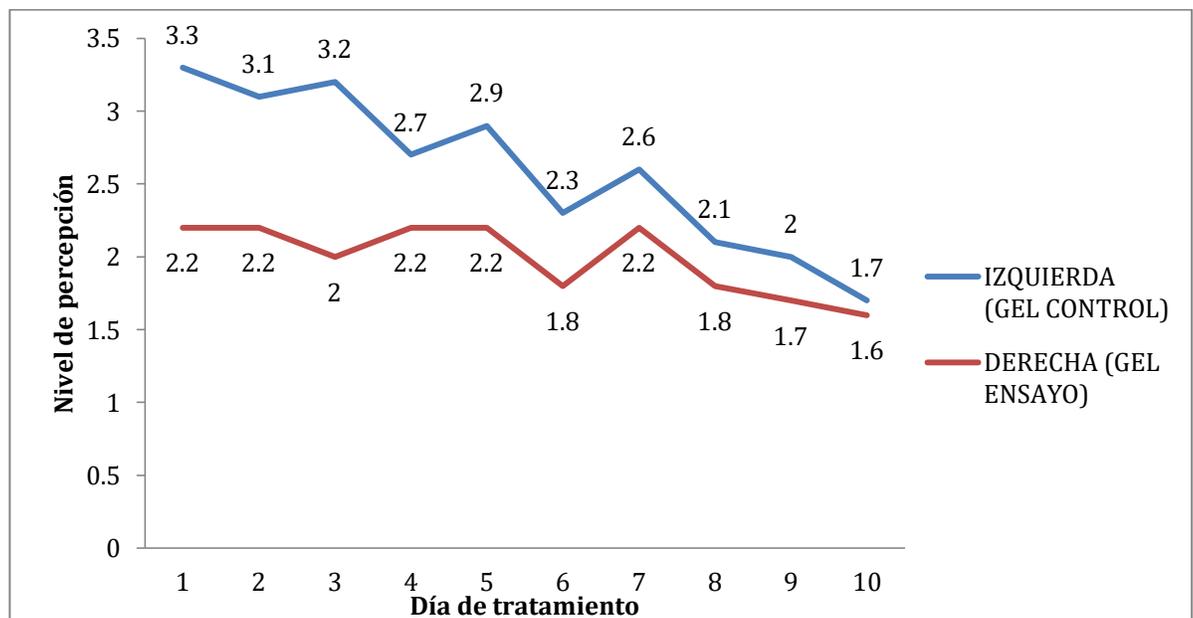
Participante	Gel experimental
	Enrojecimiento (máxima disminución de coloración en comparación con el control)
1	-
2	+++
3	++
4	++
5	++
6	++
7	-
8	-
9	+
10	-

(+++): Mucho; (++) : Regular; +: Poco; (-): Ausencia;

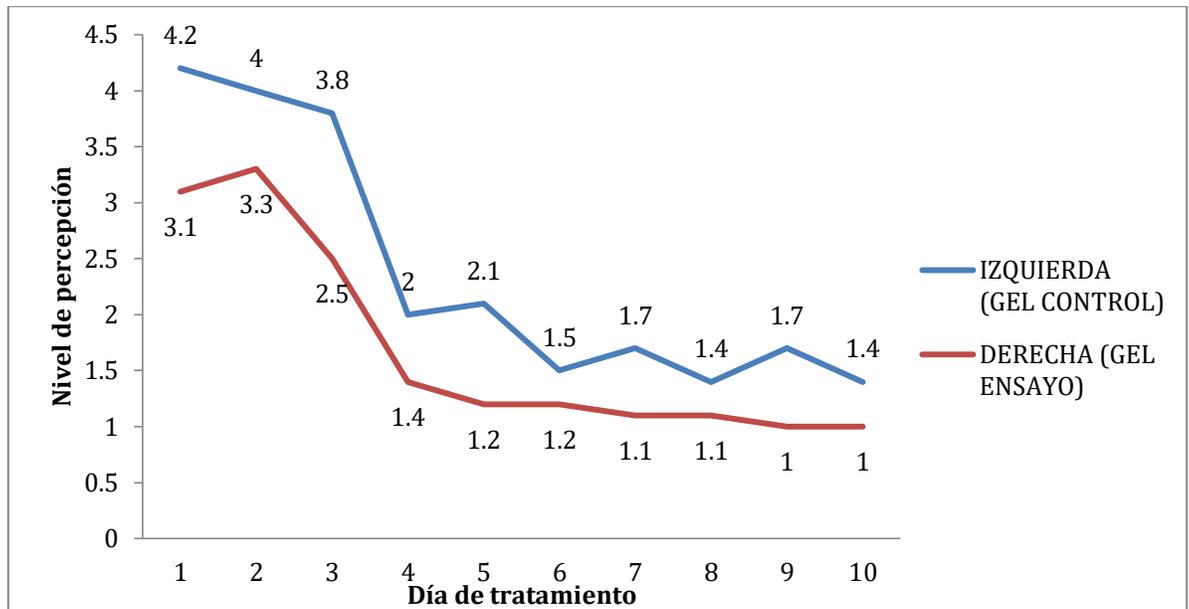
Se puede observar que los participantes presentaron enrojecimiento en el área que fue expuesta al sol, evidenciándose una mayor disminución de la rubefacción con la aplicación del gel experimental en 6 de los 10 participantes, en comparación con la aplicación del gel control.

F. Evaluación de la actividad antiinflamatoria del gel control y el gel experimental a base de néctar del falso fruto del marañón en relación a la percepción de síntomas

Gráfica 1. Evaluación de la percepción de picazón

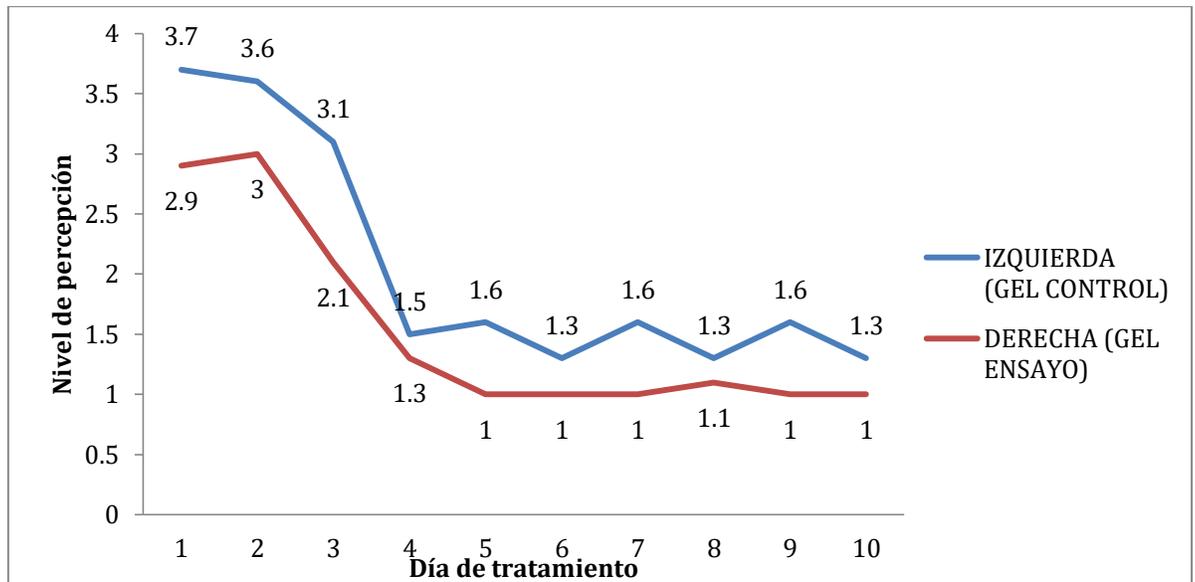


Según la escala de Osgood se puede observar que los voluntarios tuvieron una mayor percepción de picazón en la parte izquierda que en la parte derecha, identificando una mayor cantidad de respuestas cercanas a “Mucha molestia” en la parte izquierda así como una mayor cantidad de respuestas cercanas a “Ninguna molestia” en la parte derecha, identificando que durante los 10 días de tratamiento, el síntoma disminuyó más rápidamente en la parte derecha que en la parte izquierda, acercándose más rápido los valores de 1: Ninguna molestia.

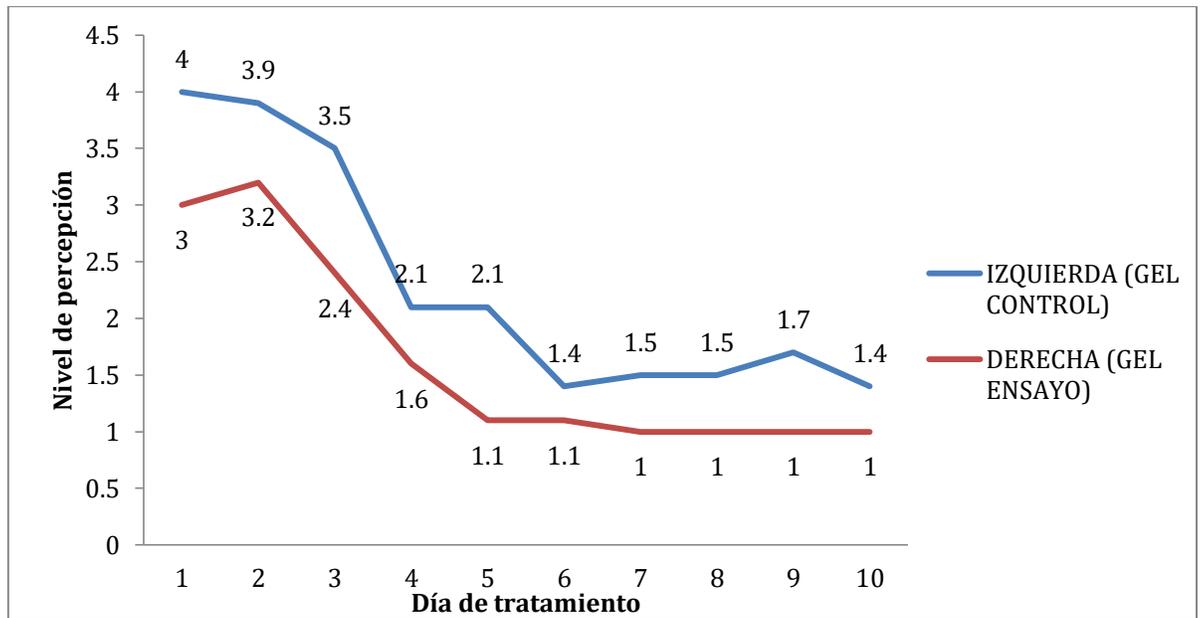
Gráfica 2. Evaluación de la percepción de ardor

Según la escala de Osgood se puede observar que los voluntarios tuvieron una mayor percepción de ardor en la parte izquierda que en la parte derecha, identificando una mayor cantidad de respuestas cercanas a “Mucha molestia” en la parte izquierda así como una mayor cantidad de respuestas cercanas a “Ninguna molestia” en la parte derecha, identificando que durante los 10 días de tratamiento, el síntoma disminuyó más rápidamente en la parte derecha que en la parte izquierda, acercándose más rápido los valores de 1: Ninguna molestia.

Gráfica 3. Evaluación de la percepción de calor



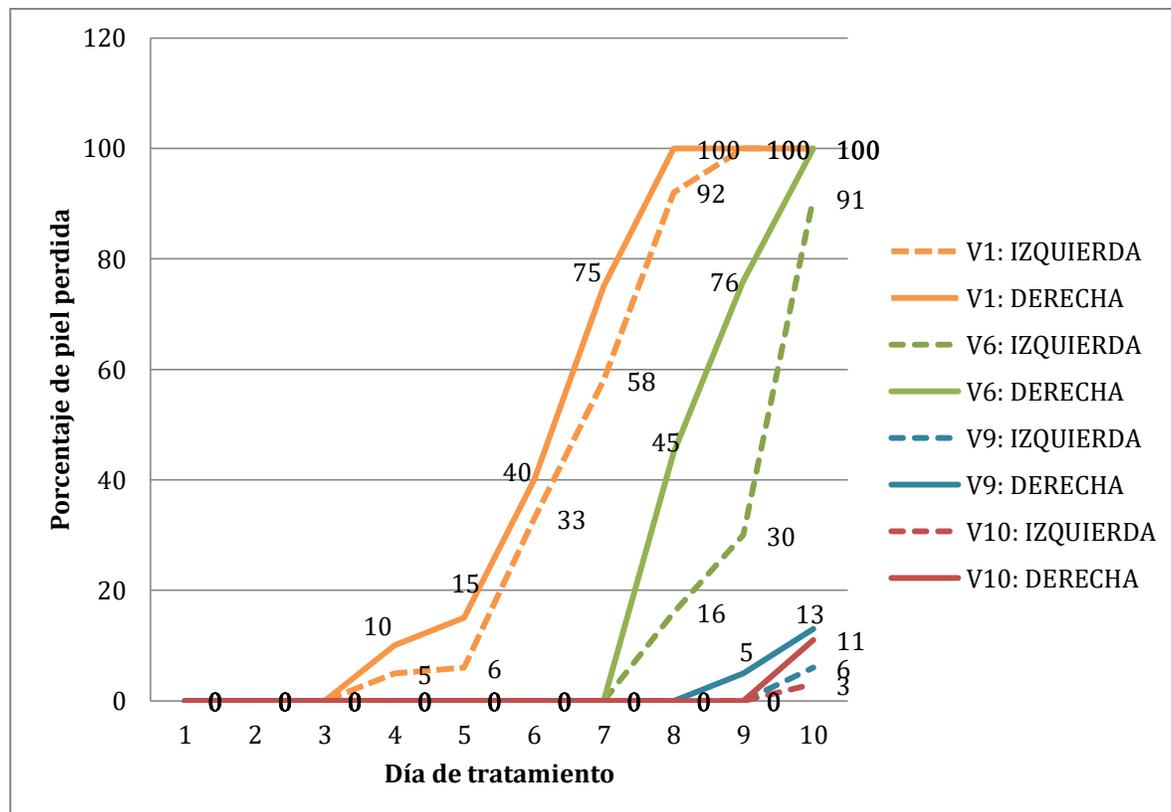
Según la escala de Osgood se puede observar que los voluntarios tuvieron una mayor percepción de calor en la parte izquierda que en la parte derecha, identificando una mayor cantidad de respuestas cercanas a “Mucha molestia” en la parte izquierda así como una mayor cantidad de respuestas cercanas a “Ninguna molestia” en la parte derecha, identificando que durante los 10 días de tratamiento, el síntoma disminuyó más rápidamente en la parte derecha que en la parte izquierda, acercándose más rápido los valores de 1: Ninguna molestia.

Gráfica 4. Evaluación de la percepción de sensibilidad

Según la escala de Osgood se puede observar que los voluntarios tuvieron una mayor percepción de sensibilidad en la parte izquierda que en la parte derecha, identificando una mayor cantidad de respuestas cercanas a “Mucha molestia” en la parte izquierda así como una mayor cantidad de respuestas cercanas a “Ninguna molestia” en la parte derecha, identificando que durante los 10 días de tratamiento, el síntoma disminuyó más rápidamente en la parte derecha que en la parte izquierda, acercándose más rápido los valores de 1: Ninguna molestia.

G. Evaluación de la actividad antiinflamatoria del gel control y el gel experimental a base de néctar del falso fruto del marañón en relación a la actividad regenerante de la piel

Gráfica 5. Evaluación de la actividad regenerante del gel control y el gel experimental a base de néctar del falso fruto del marañón

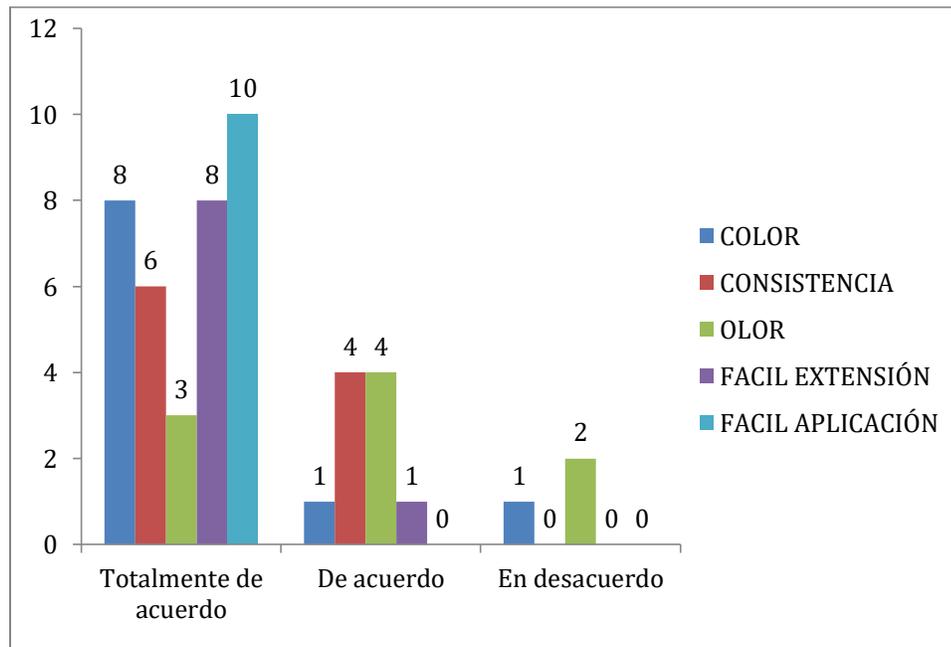


V1: voluntario 1, V6: voluntario 6, V9: voluntario 9, V10: voluntario 10

Determinados voluntarios perdieron la piel durante el proceso de aplicación, observando en todos los casos que el porcentaje de pérdida de piel fue mayor en el gel experimental que en el gel control para los 4 participantes que presentaron la acción regenerante.

H. Evaluación de la aceptación del producto, gel a base de néctar del falso fruto del marañón) por parte de los voluntarios

Gráfica 6. Test de satisfacción del producto



La satisfacción de los voluntarios predominó en respuestas favorables para las características de (consistencia, fácil extensión y fácil aplicación) exceptuando las características de (color y olor) las cuales obtuvieron respuestas no favorables “en desacuerdo” por parte de 3 participantes”

VIII. DISCUSIÓN

La investigación consistió en evaluar la actividad antiinflamatoria del néctar del falso fruto del marañón (*Anacardium occidentale L*) formulado en un gel tópico para ser aplicado en quemaduras solares leves.

En los falsos frutos del marañón se comprobó la presencia de taninos tipo catecol y vitamina C, los cuales según la literatura, son los componentes responsables de la actividad antiinflamatoria (Guzmán y Aquino, 2011), (Tabla 1). Además, se comprobó la calidad microbiológica del néctar del falso fruto, realizando la prueba de *Pseudomonas aeruginosa*, parámetro requerido por la USP30, para sustancias de origen vegetal en formas farmacéuticas no estériles (United States Pharmacopeial Convention, 2010), (Tabla 2).

Considerando que los metabolitos requeridos estaban presentes en el falso fruto, se formuló un gel tópico experimental y un gel control. Productos de los cuales se obtuvieron las siguientes características; color, olor, aspecto, consistencia y pH, las cuales se presentan en la Tabla 3 y Tabla 4. Además se evaluó su calidad microbiológica, parámetros indicados en la Tabla 5 y 6, estableciendo que ambos productos cumplieron con los requisitos solicitados por el RTCA 11.03.56:09, incluidos los límites microbianos, por lo que eran aptos para ser utilizados y aplicados por el grupo de voluntarios.

Cumplidos los requisitos del RTCA y elaborada la prueba de parche a los voluntarios reclutados, se comparó el tiempo en el cual se eliminaron las molestias generadas en el proceso de cicatrización de las quemaduras solares. En el Anexo 8 se observan las fotografías tomadas a ambos lados de la espalda durante todo el proceso, desde el día 1 (día de la quemadura), hasta el día 10 de recuperación de los voluntarios.

Por tanto, una vez el participante presentó un enrojecimiento en la parte derecha e izquierda de la espalda, se procedió a evaluar la actividad antiinflamatoria del gel experimental a base del falso fruto del marañón en la fase inicial del proceso (inflamación de la piel),

observando la disminución de la rubefacción y de síntomas característicos de inflamación. En la Tabla 7 se presenta la intensidad de la disminución del enrojecimiento en cada voluntario, en donde se puede observar que en el proceso los participantes 2, 3, 4, 5, 6 y 9, la rubefacción, de acuerdo a la iconografía, disminuyó más rápido en el lado derecho (aplicación de gel experimental) que en el lado izquierdo (aplicación de gel control) de la espalda. Los participantes 1, 7, 8 y 10 no presentaron diferencia, observando que la rubefacción disminuyó rápidamente en ambos lados de la espalda

En el caso de la percepción de síntomas relacionados a la inflamación, en las Gráficas 1, 2, 3 y 4; se puede observar que todos los voluntarios tuvieron una percepción mayor en la parte izquierda de la espalda, identificando una mayor cantidad de respuestas cercanas a “Mucha molestia”, comparado con una mayor cantidad de respuestas cercanas a “Ninguna molestia” en la parte derecha de la espalda durante el periodo de 10 días de tratamiento.

Con respecto a la velocidad de disminución de síntomas, se puede establecer que la picazón, ardor, sensación de calor y sensibilidad para la parte izquierda de la espalda, tuvo una disminución en promedio de; 51.8%, 47%, 41.2% y 46.2% respectivamente, comparado con la parte derecha de la espalda en donde los síntomas disminuyeron en promedio; 60.2%, 66.2%, 69.2% y 67.2%, respectivamente. Concluyendo que la percepción de todos los síntomas disminuyeron más rápidamente en la parte derecha, contrario con lo sucedido en parte izquierda.

Por tanto, se evidencia que en todos los casos se observa un proceso de disminución de inflamación de manera más rápida, ya sea por disminución de enrojecimiento y síntomas (casos 2, 3, 4, 5, 6 y 9), así como únicamente por disminución de síntomas (casos 1, 7, 8 y 10) concluyendo un mayor alivio del proceso inflamatorio del lado derecho (aplicación de gel experimental a base del falso fruto del marañón) que en el lado izquierdo de la espalda (aplicación de gel control).

La fase final de la respuesta inflamatoria es la regeneración epitelial que produce la curación en las quemaduras superficiales, por lo que la aparición temprana y desarrollo con rapidez de esta indica que el proceso inflamatorio se ha resuelto. En la Gráfica 5 se observan los resultados de cada participante, indicando que los participantes 1, 5, 9 y 10 perdieron la piel durante el proceso de aplicación. Observando que en todos los casos la aparición del proceso de regeneración fue en el mismo día, exceptuando el caso 9 que el lado derecho de la espalda inicio un día antes comparado con el lado izquierdo, sin embargo, en todos los casos el porcentaje de pérdida y velocidad de regeneración fue mayor en el lado derecho de la espalda (aplicación de gel experimental) que en el lado izquierdo (aplicación de gel control), por lo que se concluye que el gel a base de néctar del falso fruto de marañón, tuvo un efecto positivo para la acción antiinflamatoria en todos los voluntarios.

Finalmente, los resultados de la evaluación de la aceptación del producto por parte de los voluntarios se presentan en la Gráfica 6, en donde se determinó el predominio de respuestas favorables para las características de (consistencia, fácil extensión y fácil aplicación) exceptuando las características de (color y olor) las cuales obtuvieron 1 respuesta y 2 respuestas respectivamente de tipo no favorable “en desacuerdo” por parte de 3 participantes. El límite aceptable para el producto es obtener una aprobación del 90% en respuestas favorables por parte de los voluntarios para las características finales, por lo que al obtener únicamente 3 respuestas de “en desacuerdo” se puede aceptar el producto con una aprobación del 94%.

IX. CONCLUSIONES

1. Se determinó la presencia de taninos tipo catecol y vitamina C en el falso fruto del marañón.
2. El néctar del falso fruto del marañón y los productos formulados cumplen con las especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas establecidas por la USP30 y el RTCA 11.03.56:09 respectivamente.
3. El gel a base de néctar de falso fruto de marañón no presentó reacciones alérgicas en los voluntarios.
4. El gel a base de néctar de falso fruto de marañón presentó disminución de la rubefacción en la piel de personas afectadas por quemaduras solares de primer grado al disminuir la rubefacción.
5. El gel a base de néctar de falso fruto de marañón produjo la disminución de la percepción de todos los síntomas de inflamación más rápidamente.
6. El gel a base de néctar de falso fruto de marañón aumento la recuperación de la piel dañada en personas afectadas por quemaduras solares de primer grado.
7. El gel a base de néctar de falso fruto de marañón tuvo una aceptación del 94% de sus características físicas finales

X. RECOMENDACIONES

1. Se requiere la realización de pruebas en una mayor cantidad de participantes para validar el estudio y que el gel tópico a base de néctar de falso fruto de marañón pueda ser de uso popular.
2. Realizar estudios de estabilidad del gel tópico a base de néctar de falso fruto de marañón para establecer el período de tiempo que estos pueden ser utilizados.
3. Evaluar la actividad antiinflamatoria y regenerante del marañón de coloración amarilla en quemaduras solares leves.
4. Evaluar la actividad antiinflamatoria y regenerante del marañón con diferentes tipos de concentraciones de néctar de falso fruto en las formulaciones tópicas.

XI. REFERENCIAS

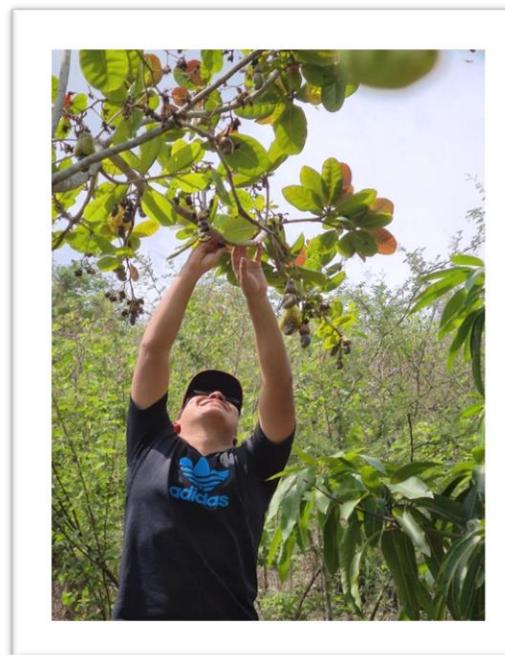
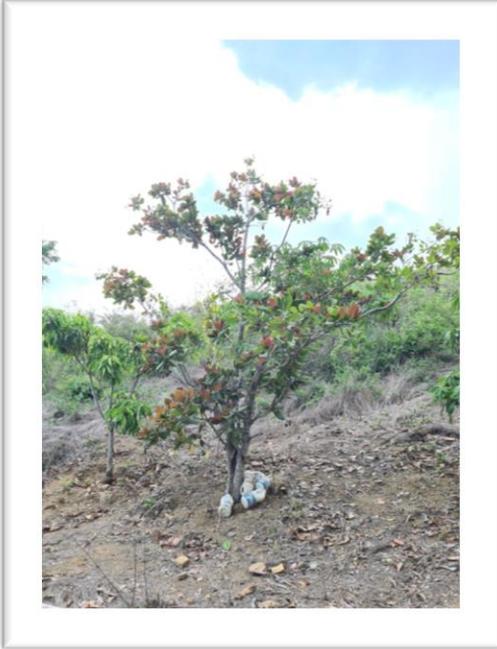
- Arrázola, G., Alvis, A. y Osorio, J. (2013). Clarificación combinada y evaluación sensorial de jugo de marañón (*Anacardium occidentale* L.)
- Almeida, M., et al. (2012). Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante total de los anacardos (*Anacardium occidentale* L.) durante la maduración de los primeros clones de anacardos enanos. *Ciencia y Agrotecnología*. 3(36): 325-332
- Aldana, P. (2014). EVALUACIÓN DE LA CINÉTICA DE REACCIÓN DEL SISTEMA AZUL DE METILENO – ÁCIDO ASCÓRBICO MEDIANTE UNA TÉCNICA ESPECTROFOTOMÉTRICA IMPLEMENTADA EN LA PRÁCTICA DEL CURSO DE LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA, FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. (Tesis de Ingeniería). Universidad de San Carlos, Guatemala.
- Bobbo, P., et al. (2020). Caracterización físico-química, microbiológica y biocompuestos de pulpa de marañón en procesos industriales y de congelación. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. 40(3): 564-570.
- Coto, O. (2003). Cultivo del Marañón. El Salvador. Recuperado de <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20maranon%202003.pdf>
- Cristino, I., et al. (2020). Caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante y análisis sensorial de cervezas elaboradas con pedúnculo de anacardo (*Anacardium occidentale*) y piel de naranja (*Citrus sinensis*). *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. 40(3): 749-755.
- Chávez, M., et al. (2008). Fenóis totais, atividade antioxidante e constituintes químicos de extratos de *Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 20(1): 106-112.
- Cruz, S., Guerra, L y Ramírez, L. (2020). Manual de Laboratorio de Fitoquímica. Universidad de San Carlos, Guatemala.
- De la Cueva, P. (2011). *Estudio y correlación del fenotipo cutáneo, la sensibilidad cutánea la radiación ultravioleta y las variantes alélicas del gen MC1R en pacientes con melanoma cutáneo en una población española*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Complutense de Madrid, España.

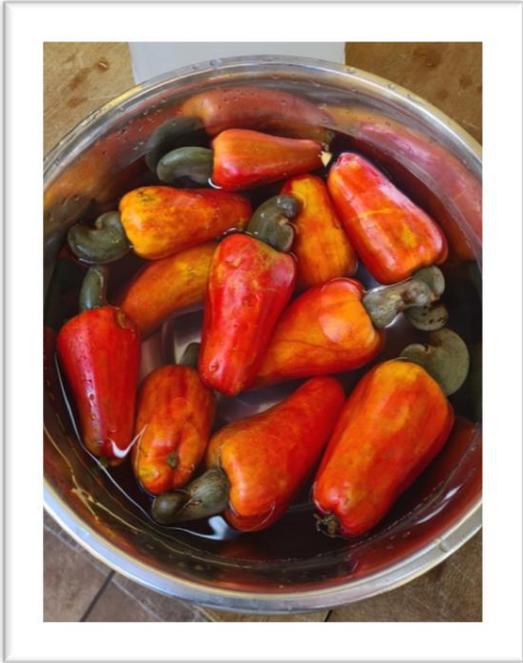
- Emelike, N. y Ebere, C. (2016) EFFECT OF TREATMENTS ON THE TANNIN CONTENT AND QUALITY ASSESSMENT OF CASHEW APPLE JUICE AND THE KERNEL. European Centre for Research Training and Development UK. 4(3), 25-36
- Fleta, J., Bueno, M. y Moreno, L. (2016). Quemadura solar y fotodermatitis. *Instituto Agroalimentario de Aragón*. 46: 48-58.
- Fundación de la Caficultura para el Desarrollo Rural. (2015). *El marañón*. Guatemala. Recuperado de [ruralhttps://funcafe.org](https://funcafe.org)
- Gonzalez, L. (2003). Las quemaduras y su tratamiento. *OFFARM*, 9(22), 62-68
- Galdámez, A. (2004). Guía Técnica del Cultivo del Marañón. El Salvador. Recuperado de <http://repiica.iica.int/DOCS/B0216E/B0216E.PDF>
- Grossman, S. y Porth, E. (2014). *Fisiopatología*. Barcelona, España: Editorial Lippincott Williams & Wilkins.
- Guzman, R y Aquino, E. (2011). *Actividad antioxidante y antiinflamatoria de subproductos del fruto falso de marañón (Anacardium occidentale L) variedad roja*. (Tesis de Maestría). Universidad Veracruzana, México.
- Guevara, A. (2015). Elaboración de pulpas, zumos, néctares, deshidratados, osmodeshidratados y fruta confitada. Perú. Recuperado de <http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/lecturas/Separata%20Pulpas%20n%C3%A8ctares,%20merm%20desh,%20osmodes%20y%20fruta%20confitada.pdf>
- Guerra, C., Urban, K. y Crane J. (2020). *Bronceado*. Treasure Island Editorial: StatPearls
- Guardado, M. y Salinas, R. (2009). PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE MARAÑÓN (*Anacardium occidentale L.*) CLON ACOPASMA 001, INJERTADO SOBRE PORTAINJERTOS PROVENIENTES DE DIFERENTES FUENTES SEMILLERAS; BAJO UN SISTEMA DE RIEGO ARTESANAL. (Tesis de Licenciatura). Universidad de El Salvador, El Salvador.
- Hernández, Z. (2005). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA INSTALAR UNA PLANTA PROCESADORA DE LA NUEZ DEL JOCOTE MARAÑÓN (*Anacardium occidentale L.*) EN EL MUNICIPIO DE MOYUTA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos, Guatemala.
- Hernández, J. (2007). *Estudio de la importancia económica del cultivo de jocote marañón (Anacardium occidentale l.) para los agricultores del municipio de Iztapa, departamento de Escuintla, Guatemala*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos, Guatemala.

- Haida, K., Haas, J., De Mello, S., Haida, K., Abrão, R., y Sahd, R. (2015). Compostos fenólicos e atividade antioxidante de goiaba (*Psidium guajava* L.) fresca e congelada. *Revista Fitos*, 9(1): 37-44.
- López, M. (2003). Plantas medicinales de aplicación en dermofarmacia. *Offarm*, 22(11): 122-125.
- López, B., Ortonebes, S. y García, A. (2015). Ungüentos, pomadas, cremas, geles y pastas: ¿es todo lo mismo?. *Formación Activa en Pediatría de Atención Primaria*. 8(4):183-7.
- Marin, D. y Pozo, A. (2005). Fototipos cutáneos, conceptos generales. *OFFARM*, 5(24), 136-137.
- Molina, J., et al. (2006). Quemaduras solares: fotoprotección y tratamiento. *Ars Pharm*, 47(2), 119-135.
- Moreno, N. y De los Angeles, M. (2009). Aprovechamiento del falso fruto del Marañón en la elaboración de Néctar y pasta de frutas. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua.
- Mora, M., et al. (2016). El sol: ¿enemigo de nuestra piel?. *MEDISAN*. 14(6):825
- Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 11.03.56:09). COMIECO. Productos Farmacéuticos. Productos Naturales Medicinales para Uso Humano. Verificaciones de la Calidad. ICS 11.120.99. Guatemala. Pp. 1-5.
- Secretaría de Agricultura y Ganadería. (2014). Perfil de mercado de Marañón y sus derivados. Honduras.
- SEFH. (s.f.). Procedimiento de Elaboración de Formas farmacéuticas. España. Recuperado de https://www.sefh.es/pn/procedimientos_elaboraci%C3%B3n/pn_geles.pdf
- Tortora, G. y Derrickson, B. (2013). *Anatomía y Fisiología*, México DF, México: Editorial Panamericana.
- United States Pharmacopeial Convention, (2008). USP 31. Farmacopea de los Estados Unidos de América. NF 26.

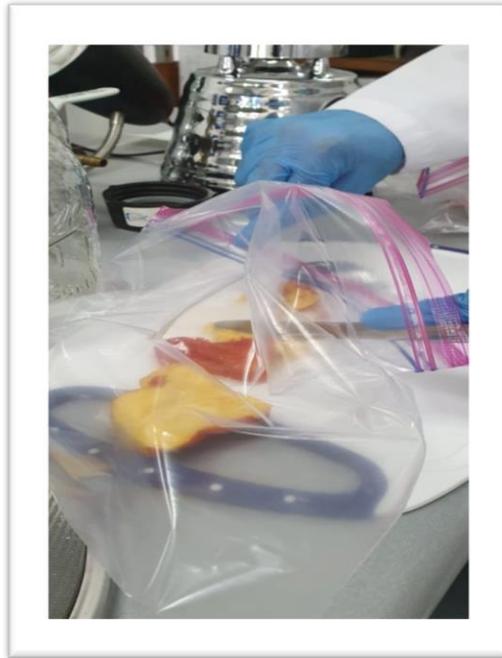
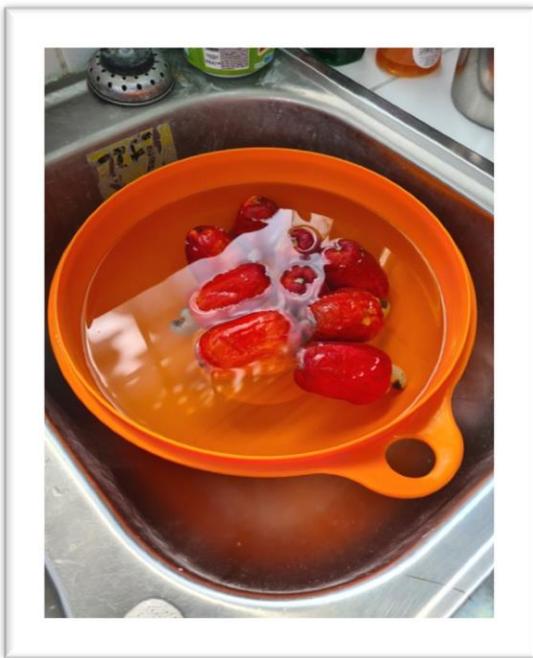
XII. ANEXOS

ANEXO 1: Recolección y frutos de *Anacardium occidentale* (Marañón)



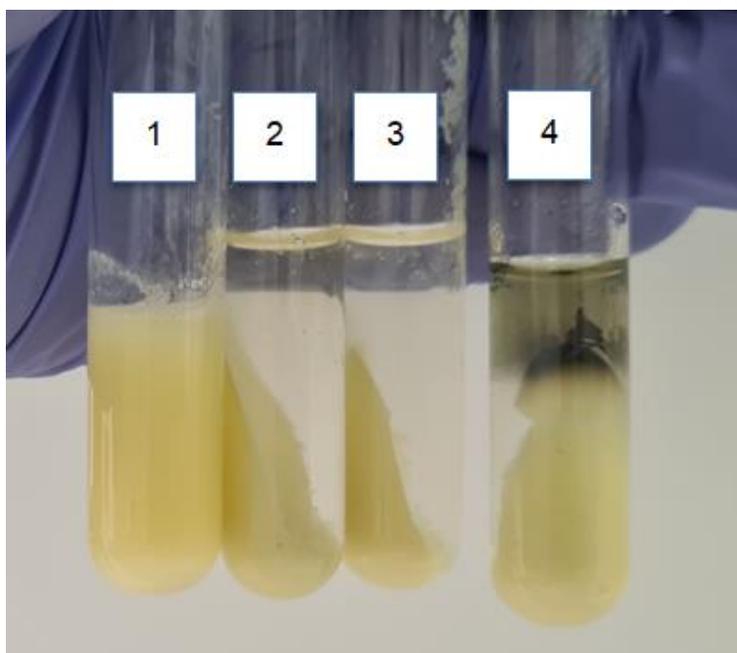


ANEXO 2: Extracción de néctar del falso fruto del marañón

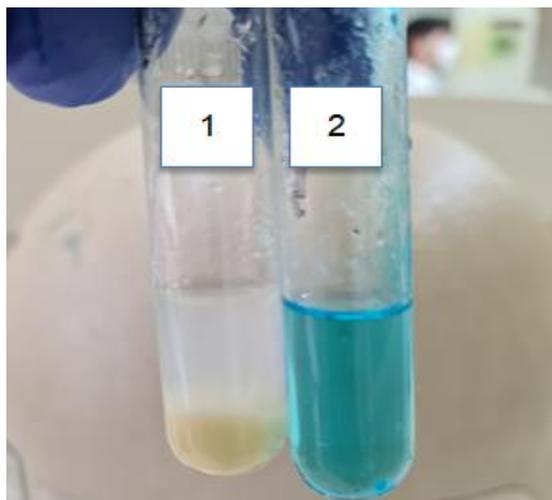




ANEXO 3: Identificación de polifenoles y/o taninos



Tubo 1: testigo, tubo 2: solución de gelatina al 1% en agua, tubo 3: gelatina-sal (1% de gelatina + cloruro de sodio al 10%), tubo 4: cloruro férrico al 10% en agua

ANEXO 4: Identificación de vitamina C

Tubo 1: Marañón y gota de azul de metileno, tubo 2: testigo

ANEXO 5: Informe de resultados microbiológicos del néctar del falso fruto de marañón

	USAC TRICENTENARIA Universidad de San Carlos de Guatemala		Centenaria FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA		Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos	
				VGE.025-2022		
				Guatemala, 04 de abril del 2022		
<p>Br. Manuel Gudiel Tesisista Química farmacéutica Universidad de San Carlos de Guatemala Presente.</p> <p>Apreciable Bachiller Gudiel:</p> <p>Esperando que tenga éxitos en sus labores diarias, el motivo de la presente es para reportar los resultados microbiológicos obtenidos de la muestra analizada en el Laboratorio de Alimentos en el mes de MARZO, de Vigilancia Epidemiológica.</p> <p>En base a lo anterior se reportan los siguientes resultados.</p>						
REPORTE DE RESULTADOS						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA	DD/MM/AA 16/03/2022	NUMERO DE MUESTRA			VGE-130/165	
		DESCRIPCION DE LA MUESTRA			EXTRACTO DE JOCOTE DE MARAÑÓN	
ANALISIS	SATISFACTORIO*	ACEPTABLE*	INSATISFACTORIO*	SEGUN RTCA**	RESULTADO	INTERPRETACION
Grupo coliforme (metodología Petrifilm)	<1000	1000-10,000	>10,000	"..."	<1	SATISFACTORIO
Escherichia coli (metodología Petrifilm)	<10	<10	-	"..."	<1	SATISFACTORIO
Mohos	10	100-1000	>1000	≤ 10 ²	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
Levaduras	10	100-1000	>1000	≤ 10 ²	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
Mohos y levaduras	10	100-1000	>1000	≤ 10 ²	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
Staphylococcus spp	10	100-1000	>1000	"..."	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
Staphylococcus aureus	10	100-1000	>1000	Ausente	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
RECUESTO AEROBICO TOTAL RAT /Mesófilos Aerobios	10	100-1000	>1000	No más de ≤ 10 ² UFC/g	<1 UFC/g	ACEPTABLE
Pseudomonas aeruginosa	Ausencia en 25g. de la muestra			Ausente	AUSENCIA	
ENTEROBACTERIAS	100-1000			≤ 10¹	≤ 10¹ UFC/g	
<p>*= SEGUN LABORATORIO MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS-USAC-</p> <p>**Reglamento Técnico centroamericano. RTCA 11.03.56.09 Productos Cosméticos. Verificación de la Calidad</p>						
<p>CONCLUSION: Se les insta a que continúen con las buenas prácticas de manufactura ya que, en este momento del producto, todos los microorganismos se encuentran dentro del rango aceptado.</p> <p>Sin otro particular; Atentamente,</p>						
  <p>Vo. Bo. M.Sc. Brenda R. López C. Jefa de Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos Programa de EDC Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia Universidad de San Carlos de Guatemala</p>						
C.c. ARCHIVO		Ubicación: Edificio de Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos/ Atrás de S-12/Lateral de Editorial Universitaria Correo: 2laboratoriodealimentosusac@gmail.com Extensión: 86318/86319				

ANEXO 6: Proceso de manufactura del gel control y el gel ensayo a base del néctar de falso fruto de marañón



ANEXO 7: Informe de resultados microbiológicos del gel control y gel ensayo a base del néctar de falso fruto de marañón respectivamente

						
Br. Manuel Gudiel Tesisista Química farmacéutica Universidad de San Carlos de Guatemala Presente.		VGE.025-2022 Guatemala, 04 de abril del 2022				
Apreciable Bachiller Gudiel:						
Esperando que tenga éxitos en sus labores diarias, el motivo de la presente es para reportar los resultados microbiológicos obtenidos de la muestra analizada en el Laboratorio de Alimentos en el mes de MARZO , de Vigilancia Epidemiológica.						
En base a lo anterior se reportan los siguientes resultados.						
REPORTE DE RESULTADOS						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA	DD/MM/AA 16/03/2022		NUMERO DE MUESTRA		VGE-168	
			DESCRIPCION DE LA MUESTRA		POMADA DE GEL CONTROL	
ANALISIS	SATISFACTORIO*	ACEPTABLE*	INSATISFACTORIO*	SEGUN RTCA**	RESULTADO	INTERPRETACION
Grupo coliforme (metodología Petrifilm)	<1000	1000-10,000	>10,000	'---	<1	SATISFACTORIO
Escherichia coli (metodología Petrifilm)	<10	<10	-	'---	<1	SATISFACTORIO
Mohos	10	100-1000	>1000	$\leq 10^2$	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
Levaduras	10	100-1000	>1000	$\leq 10^2$	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
Mohos y levaduras	10	100-1000	>1000	$\leq 10^2$	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
Staphylococcus spp	10	100-1000	>1000	'---	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
Staphylococcus aureus	10	100-1000	>1000	Ausente	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
RECUESTO AEROBICO TOTAL RAT /Mesófilos Aerobios	10	100-1000	>1000	No más de $\leq 10^2$ UFC/g	<1 UFC/g	ACEPTABLE
Pseudomonas aeruginosa	Ausencia en 25g. de la muestra			Ausente	AUSENCIA	
ENTEROBACTERIAS	100-1000		$\leq 10^1$		$\leq 10^1$ UFC/g	
APTO						
* = SEGUN LABORATORIO MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS-USAC- **Reglamento Técnico centroamericano. RTCA 11.03.56.09 Productos Cosméticos. Verificación de la Calidad						
CONCLUSION: Se les insta a que continúen con las buenas prácticas de manufactura ya que, en este momento del producto, todos los microorganismos se encuentran dentro del rango aceptado.						
Sin otro particular; Atentamente,						
 						
Vo. Bo. M.Sc. Brenda R. López C. Jefa de Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos Programa de EDC Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia Universidad de San Carlos de Guatemala						
C.C. ARCHIVO		Ubicación: Edificio de Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos/ Atrás de 5-12/Lateral de Editorial Universitaria Correo: 2laboratoriodealimentosusac@gmail.com Extensión: 86318/86319				



VEG.025-2022
Guatemala, 04 de abril del 2022

Br. Manuel Gudiel
Tesisista
Química farmacéutica
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

Apreciable Bachiller Gudiel:

Esperando que tenga éxitos en sus labores diarias, el motivo de la presente es para reportar los resultados microbiológicos obtenidos de la muestra analizada en el Laboratorio de Alimentos en el mes de **MARZO**, de Vigilancia Epidemiológica.

En base a lo anterior se reportan los siguientes resultados.

REPORTE DE RESULTADOS

FECHA DE TOMA DE MUESTRA	DD/MM/AA 16/03/2022		NUMERO DE MUESTRA		VEG-167	
			DESCRIPCION DE LA MUESTRA		POMADA DE GEL JOCOTE MARAÑÓN	
ANALISIS	SATISFACTORIO*	ACEPTABLE*	INSATISFACTORIO*	SEGUN RTCA**	RESULTADO	INTERPRETACION
Grupo coliforme (metodología Petrifilm)	<1000	1000-10,000	>10,000	1,---	<1	SATISFACTORIO
Escherichia coli (metodología Petrifilm)	<10	<10	-	1,---	<1	SATISFACTORIO
Mohos	10	100-1000	>1000	≤ 10 ²	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
Levaduras	10	100-1000	>1000	≤ 10 ²	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
Mohos y levaduras	10	100-1000	>1000	≤ 10 ²	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
Staphylococcus spp	10	100-1000	>1000	1,---	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
Staphylococcus aureus	10	100-1000	>1000	Ausente	<1 UFC/g	SATISFACTORIO
RECUESTO AEROBICO TOTAL RAT /Mesófilos Aerobios	10	100-1000	>1000	No más de ≤ 10 ² UFC/g	<1 UFC/g	ACEPTABLE
Pseudomonas aeruginosa	Ausencia en 25g. de la muestra			Ausente	AUSENCIA	
ENTEROBACTERIAS	100-1000			≤ 10 ¹	≤ 10 ¹ UFC/g	

APTO

*= SEGUN LABORATORIO MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS-USAC-

**Reglamento Técnico centroamericano. RTCA 11.03.56.09 Productos Cosméticos. Verificación de la Calidad

CONCLUSION: Se les insta a que continúen con las buenas prácticas de manufactura ya que, en este momento del producto, todos los microorganismos se encuentran dentro del rango aceptado.

Sin otro particular;
Atentamente,

Vo. Bo. M.Sc. Brenda R. López C.
Jefa de Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos
Programa de EDC
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Universidad de San Carlos de Guatemala

C.c. ARCHIVO

Ubicación: Edificio de Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos/ Atrás de S-12/Lateral de Editorial Universitaria
Correo: 2laboratoriodealimentosusac@gmail.com Extensión: 86318/86319

ANEXO 8: Iconografía de la actividad antiinflamatoria del gel control y el gel experimental a base de néctar del falso fruto del marañón, así como la actividad regenerante de la piel

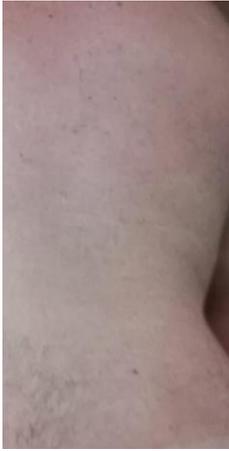
Participante 1		
Día	Lado izquierdo (GEL CONTROL)	Lado derecho (GEL EXPERIMENTAL)
1		
2		

3		
4		
5		

6		
7		

8		
9		
10		

Participante 2		
Día	Lado izquierdo (GEL CONTROL)	Lado derecho (GEL EXPERIMENTAL)
1		
2		

3		
4		
5		

6		
7		
8		

9		
10		

Participante 3		
Día	Lado izquierdo (GEL CONTROL)	Lado derecho (GEL EXPERIMENTAL)
1		
2		

3		
4		
5		

6		
7		
8		

9		
10		

Participante 4		
Día	Lado izquierdo (GEL CONTROL)	Lado derecho (GEL EXPERIMENTAL)
1		
2		

3		
4		
5		

6		
7		

8		
9		
10		

Participante 5		
Día	Lado izquierdo (GEL CONTROL)	Lado derecho (GEL EXPERIMENTAL)
1		
2		

3		
4		
5		

6		
7		
8		

9		
10		

Participante 6		
Día	Lado izquierdo (GEL CONTROL)	Lado derecho (GEL EXPERIMENTAL)
1		
2		

3	 A photograph showing the left side of a person's back. There are two prominent, vertical, yellowish-white streaks running down the spine. The skin around these streaks appears slightly reddened and irritated.	 A photograph showing the right side of a person's back. Similar to the left side, there are two vertical, yellowish-white streaks. The skin shows signs of irritation, including redness and some small bumps.
4	 A photograph showing the left side of a person's back. Two vertical, yellowish-white streaks are visible. The skin appears less irritated than in case 3, with some faint redness still present.	 A photograph showing the right side of a person's back. Two vertical, yellowish-white streaks are visible. The skin shows some redness and small bumps, similar to the right side of case 3.

5		
6		

7		
8		
9		

10		
----	-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Participante 7		
Día	Lado izquierdo (GEL CONTROL)	Lado derecho (GEL EXPERIMENTAL)
1		

2		
3		
4		

5		
6		
7		

8		
9		
10		

Participante 8		
Día	Lado izquierdo (GEL CONTROL)	Lado derecho (GEL EXPERIMENTAL)
1		
2		

3		
4		
5		

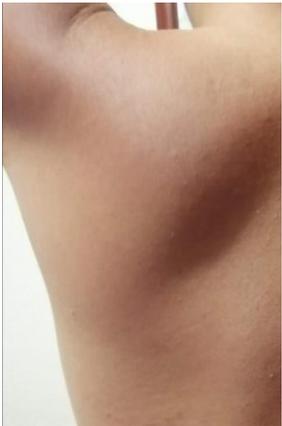
6		
7		
8		

9		
10		

Participante 9		
Día	Lado izquierdo (GEL CONTROL)	Lado derecho (GEL EXPERIMENTAL)
1		
2		

3		
4		
5		

6		
7		
8		

9		
10		

Participante 10		
Día	Lado izquierdo (GEL CONTROL)	Lado derecho (GEL EXPERIMENTAL)
1		
2		

3		
4		
5		

6		
7		
8		

9		
10		

ANEXO 9: Consentimiento informado

Formulario de Consentimiento Informado y Uso de Imágenes

Introducción

Soy estudiante de cierre de pensum de la carrera de Química Farmacéutica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Actualmente me encuentro investigando acerca de un tratamiento natural a base del falso fruto del marañón (*Anacardium occidentale L.*) para disminuir la inflamación cuando se presenta una quemadura solar leve. Por este medio le hago conocer la información e invitarlo a participar en el presente estudio. No tiene que decidir hoy si quiere participar. Antes de decidirse, puede hablar con alguien con quien se sienta cómodo sobre la investigación o hablar directamente conmigo si tiene preguntas acerca del estudio.

Propósito

El falso fruto del marañón (*Anacardium occidentale L.*) se presenta en Guatemala como un producto agrícola cuyo conocimiento es limitado y sus niveles de producción y consumo son modestos, incluso es considerado por muchos agricultores como desecho por falta de mercado o rentabilidad en el proceso de comercialización por sufrir rápidamente descomposición. Por lo tanto es importante a través de esta investigación ampliar el conocimiento acerca de las posibles propiedades terapéuticas de tipo desinflamatorio y cicatrizante que el falso fruto a través de su elevado contenido de taninos y otros polifenoles posee, lo cual puede permitir la utilización de este producto vegetal a nivel tópico en el tratamiento de quemaduras solares leves, disminuyendo los efectos que este padecimiento por el sol puede llegar a causar en la piel de las personas, como hinchazón, enrojecimiento, dolor, picazón y sensibilidad, además de la inflamación.

Selección de Participantes

Se invita a esta investigación a mujeres u hombres guatemaltecos entre la edad de 20 y 30 años y con tipo de piel (fototipo II y III) que deseen exponer su espalda al sol durante 20 minutos para obtener una quemadura solar leve, permitiendo evaluar la capacidad de disminución de la inflamación por medio de un gel a base del néctar del falso fruto del

marañón, aplicado por vía tópica por 10 días, a partir del siguiente día que se obtiene la quemadura solar leve.

Participación voluntaria

Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria. Usted puede elegir participar o no hacerlo. Usted puede cambiar de idea más tarde y dejar de participar aun cuando haya aceptado antes. Se resalta que por su participación en la investigación NO se entregará ningún tipo de remuneración o compensación económica o de algún otro tipo.

Comercialización

Se aclara a los voluntarios del estudio que el producto no se está estudiando con fines de comercialización ni es avalado por ninguna empresa para la realización de la investigación.

Procedimiento y descripción del proceso El procedimiento que se llevará a cabo en usted es el siguiente:

1. Se examinará su espalda para ver si cumple con el tipo de color de piel de interés para el estudio (fototipo II y III).
2. **Prueba Parche:** Se procederá a realizar una prueba de parche, esta prueba consiste en determinar si usted es alérgico a la sustancia en estudio. Se colocará sobre la piel una pequeña cantidad del gel del falso fruto del marañón y una del gel control, se cubrirá con una capa adhesiva. Un día después se verificará si se produjo una reacción de la piel bajo los parches o no, durante este proceso usted no debe retirar el parche y evite el contacto del agua al bañarse sobre el área donde se le aplicó el producto.
3. Después de haber verificado que no existe una reacción alérgica, se le brindará la dosis de gel tópico necesario para un tratamiento de 10 días así como otra dosis de control negativo (formulación de gel sin principio activo) de igual forma para un tratamiento de 10 días. Usted no sabrá en qué bote tiene el control negativo y el tratamiento de ensayo, uno se le será aplicado en la parte izquierda de su espalda y el otro en la parte derecha, una aplicación por la mañana y otra por la noche. Cada vez que se aplique el control negativo y el tratamiento de ensayo, deberá tomarse

una fotografía de la espalda completa para evaluar la evolución durante el tratamiento.

4. Al mismo tiempo que usted se tome las fotos (durante la noche), deberá estar llenando un formulario que se le proporcionará vía electrónica para poder obtener información sobre la disminución de síntomas que usted puede llegar a percibir durante la inflamación producida por la quemadura solar leve, siendo estos; picazón, ardor, sensación de calor y sensibilidad.
5. Además, al final de los 10 días de tratamiento, se le proporcionará un segundo cuestionario para poder conocer el nivel de aceptación que el producto de ensayo tiene.

Consideraciones éticas:

Confidencialidad y anonimato

Los datos personales (nombre, teléfono celular, correo electrónico, encuestas y otros datos que vinculen al voluntario con la investigación), así como las fotos tomadas de la espalda, serán utilizados únicamente para fines del estudio y empleados de forma anónima (en el caso de las fotos de la espalda), además de que todos los datos serán almacenados en una computadora personal con clave de seguridad, la cual únicamente mi persona tendrá acceso, así como el archivo, el cual también contendrá una clave de acceso conocida únicamente por mi persona y el asesor.

Beneficios

Los beneficios proporcionados por el tratamiento de gel a base del falso fruto del marañón en una quemadura solar consisten en la obtención de una disminución de la inflamación proporcionada por este padecimiento, además de disminuir síntomas asociados como dolor, picazón, hinchazón y sensibilidad, así como una regeneración más rápida de la piel. El aceptar participar en este proceso de investigación como voluntario, le permitirá ser parte de enriquecer el conocimiento acerca del falso fruto del marañón en Guatemala y su correspondiente propiedad terapéutica.

Posibles riesgos

Dentro de los posibles efectos adversos que el gel a base del falso fruto del marañón puede llegar a provocar es una alergia la cual podría consistir en erupción cutánea, urticaria y picazón.

Nota importante: en caso de emergencia por algún efecto adverso o alergia que usted presente durante el tratamiento de 10 días, puede avocarse directamente conmigo y yo lo referiré instantáneamente con un dermatólogo de confianza para continuar el proceso de recuperación de su complicación en la piel, sin embargo, se reitera el hecho de que se hace una prueba parché con el fin de evitar este tipo de inconvenientes, además de que el gel tópico que utilizará se sometió a cumplir con una normativa específica para productos farmacéuticos de origen natural, asegurando que el producto cumpla con las pruebas de control de calidad y sea inocuo, libre de contaminantes, aplicando un proceso de control microbiológico al néctar del falso fruto del marañón y al producto farmacéutico elaborado.

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos, incluyendo las fotos. Convengo en participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del voluntario

Fecha

Para mayor comunicación voluntario - investigador, por favor, llenar la siguiente información, además de que en esta parte yo le hago de su conocimiento todos los medios

para poder contactarme (correo electrónico: manuelgm1311@gmail.com, Número de celular: 41516909).

Número de celular:

Correo electrónico:

Esta parte debe ser completada por el Investigador:

He explicado al Sr(a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma del investigador

Fecha

ANEXO 9: Cuestionario de evaluación sobre la percepción de síntomas de inflamación**Cuestionario**

Nombre: _____ Edad: _____

Instrucciones: Tomando en cuenta la escala de 0 = ninguna percepción del síntoma y 5 = muy molesto el síntoma; responda las siguientes preguntas EN BASE A LA PARTE **DERECHA** DE SU ESPALDA

1. Nivel de percepción de picazón	1 2 3 4 5
2. Nivel de percepción de ardor	1 2 3 4 5
3. Nivel de percepción de sensación de calor	1 2 3 4 5
4. Nivel de percepción de sensibilidad	1 2 3 4 5

Instrucciones: Tomando en cuenta la escala de 0 = ninguna percepción del síntoma y 5 = muy molesto el síntoma; responda las siguientes preguntas EN BASE A LA PARTE **IZQUIERDA** DE SU ESPALDA

5. Nivel de percepción de picazón	1 2 3 4 5
6. Nivel de percepción de ardor	1 2 3 4 5
7. Nivel de percepción de sensación de calor	1 2 3 4 5
8. Nivel de percepción de sensibilidad	1 2 3 4 5

ANEXO 10: Cuestionario de satisfacción para el gel tópico a base del néctar del falso fruto del Marañón: Prueba de Likert

Test de satisfacción

Gel tópico a base del néctar del falso fruto del marañón

Nombre: _____ Edad: _____

El siguiente test, pretende recopilar el grado de satisfacción del tratamiento tópico que se aplicó durante los 10 días que tuvo duración el estudio en su parte derecha de la espalda

1. El color del producto es agradable para su uso tópico
 - a. Totalmente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. En desacuerdo
 - d. Totalmente en desacuerdo
2. La consistencia del producto tiene textura sólida suficiente como para no deslizarse y es lo suficientemente blanda para extenderse con facilidad
 - a. Totalmente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. En desacuerdo
 - d. Totalmente en desacuerdo
3. El olor del producto es agradable para su uso tópico
 - a. Totalmente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. En desacuerdo
 - d. Totalmente en desacuerdo
4. El producto es fácil de aplicar en la piel
 - a. Totalmente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. En desacuerdo

- d. Totalmente en desacuerdo
5. El producto se extiende adecuadamente en la piel
- a. Totalmente de acuerdo
 - b. De acuerdo
 - c. En desacuerdo
 - d. Totalmente en desacuerdo

ANEXO 11: Descripción botánica del Marañón (*Anacardium occidentale* L.)

Clasificación taxonómica

El marañón (*Anacardium occidentale* L.) pertenece a la familia Anacardaceae (Tabla 2), es un árbol tropical originario de Brasil, país en donde su fruto es conocido como cajú, vocablo derivado del portugués, que a su vez deriva de la palabra Acajú, nombre original dado por la etnia Tupi del Brasil, Otros nombres comunes con que se designa al fruto del marañón es amarillo, anacardo, anacardio, árbol de jobo, cauñil, cruñil, chura, marañón, marañón rojo, marañón amarillo, marey, mercy, pauji (Guzman y Aquino, 2011).

Tabla 2: Clasificación taxonómica

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	
Reino	Vegetal
Clase	Angiosperma
Sub clase	Dicotiledónea
Orden	Sapindales
Familia	Anacardiácea
Género	Anacardium
Especie	Occidentale
Nombre científico	Anacardium occidentale L.
Nombre común	Marañón (El Salvador)
	Cajú (Brasil)
	Merey (Venezuela)
	Cashew (EE.UU.)
	Cajuil (Haití, Rep. Dominicana)

Fuente: Guzman y Aquino, 2011

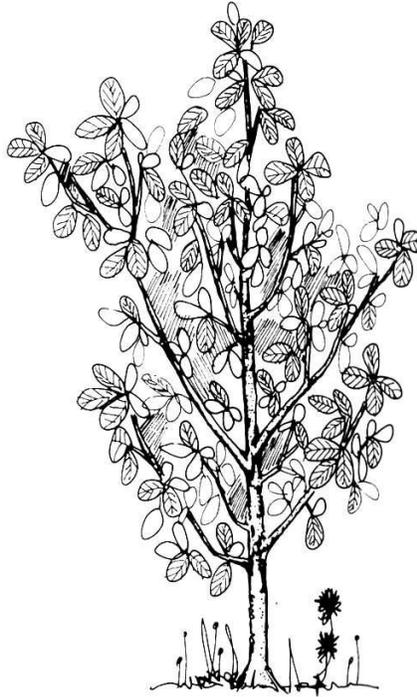
Descripción botánica

Árbol

El marañón es una planta arbórea perenne, que puede alcanzar entre 4 y 12 metros de altura, aunque existen referencias de árboles de 15 metros. En nuestro medio la altura promedio para las variedades criollas, Trinidad y Martinica es de 11 metros. La altura que alcanza el árbol, está determinada por el genotipo o variedad y las condiciones de clima y suelo donde se desarrolla el cultivo. La copa alcanza un diámetro medio de 12 a 14 metros

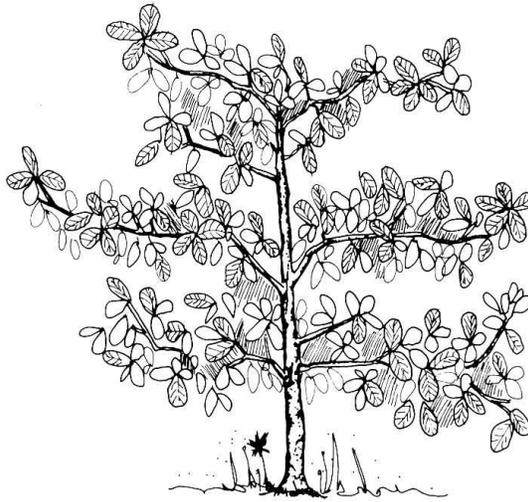
y presenta diversas formas, entre las más comunes están: forma piramidal, eucalipto, rala, compacta y esférica. (Ver figura 3. Tipos de copa del marañón) (Galdámez, 2004).

Figura 3: Copa tipo eucalipto



Fuente: Galdámez, 2004

Figura 4: Copa tipo castaño

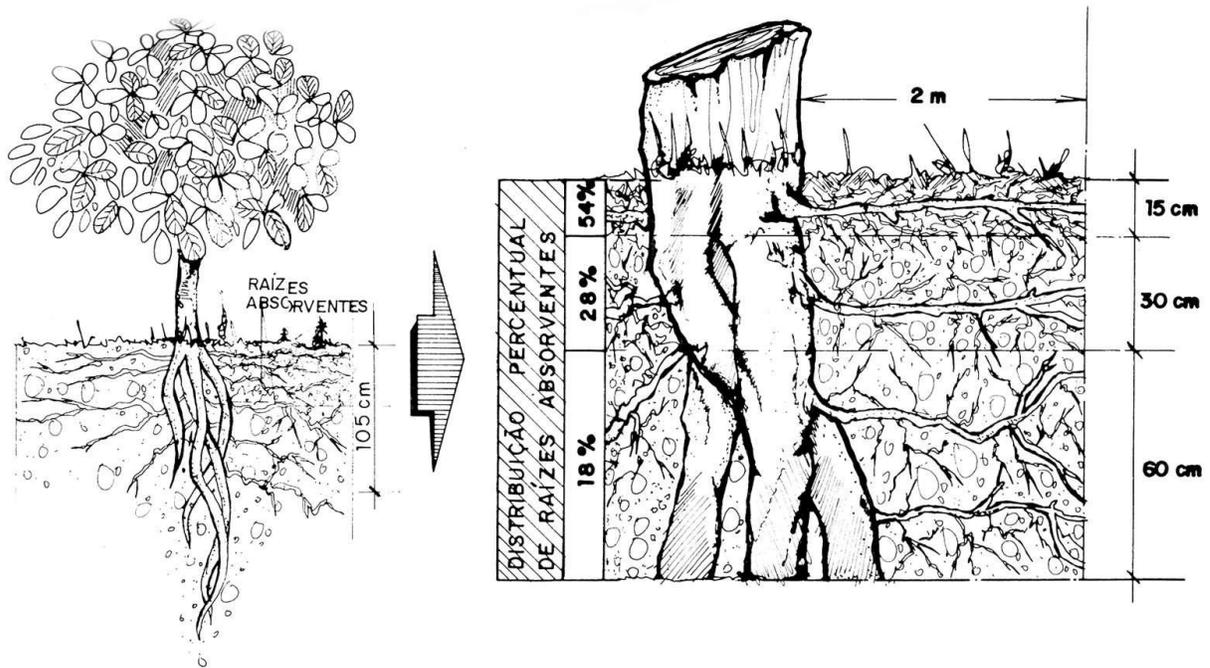


Fuente: Galdamez, 2004

Raíz

El sistema radicular está constituido por una raíz principal pivotante, que puede profundizar más de 10 metros. También presenta dos raíces laterales con crecimiento promedio de dos veces la proyección de la copa, aunque en algunas plantas pueden crecer hasta 20 metros. La masa radicular que absorbe nutrientes se concentra entre los 15 a 40 centímetros de profundidad, en un bloque con crecimiento lateral normalmente relacionado con el área de sombreado de la copa (Ver Figura 5) (Galdámez, 2004).

Figura 5: Distribución de raíces absorbentes del marañón



Fuente: Galdámez, 2004

Hojas

Las hojas son alternas, de pecíolo corto, de forma ovada u ovada oblonga (Ver Figura 6), con base en cuña u obtusa y redondeada o ensanchada. En ocasiones el ápice es muy obtuso, entero, coriáceo, pinatinervado con venas transparentes, de color verde oscuro o verde amarillento y brillante en el haz, verde brillante y opaco en el envés y liso en ambas superficies. Miden aproximadamente de 7 a 20 cm de largo y de 4 a 12 cm de ancho. Los pecíolos son aplanados con la base un tanto dilatada, generalmente de color café y de 1 a 1.5 cm de largo (Galdámez, 2004).

Figura 6: Tipos de hojas, hoja ovada (izquierda) y hoja oblonga (derecha)



Fuente: Galdámez, 2004

Inflorescencia

El marañón posee una inflorescencia en forma de panícula, que posee flores tanto masculinas como bisexuales; los dos tipos de flores se encuentran en cantidades y proporciones que varían tanto entre plantas como entre panículas de una misma planta. En promedio la relación entre flores masculinas y flores bisexuales o hermafroditas es de 10 a 1. La panícula mide entre 20 y 30 cm. de largo.

Los 5 sépalos son lanceolados en forma angosta, agudos, de color verde intenso y densamente pubescentes externamente, de color verdeamarillento por dentro y de 0.3 a 0.4 cm. de largo. Los pétalos son lineales-lanceolados, agudos, densamente pubescentes en ambas superficies, de color blanco o blanquizco, manchados de violeta, tornándose pronto de color rojo claro, de 1 a 1.2 cm. de largo y 0.1-0.15 cm. de ancho. Hay de 7 a 10 estambres unidos en la base en un tubo, desiguales, de los cuales sólo uno es fértil. El estilo es subterminal, filiforme, blanco, liso y de 1 cm. de largo.

Normalmente la apertura de las flores masculinas se inicia por la mañana y cierra por la tarde; las flores bisexuales inician su apertura al iniciar la tarde y cierran durante la noche; el espacio entre la apertura y cierre de las flores, permite la polinización en la misma

panícula, por este fenómeno fisiológico es baja su fecundación. La polinización más efectiva es la realizada por los insectos (Ver Figura 7) (Galdámez, 2004).

Figura 7: Inflorescencia del marañón



Fuente: Galdámez, 2004

Fruto

La verdadera fruta del marañón es la semilla, conocida como pepa, que contiene una almendra la cual es considerada el principal producto del cultivo. Esta semilla es de forma reniforme, marginada en un lado y marcada con una cicatriz; la almendra mantiene la forma periforme, es de color verde grisáceo, de brillo tenue, de 2.5 a 3 cm. de largo y de 2 a 2.5 cm. de ancho. Este representa de 8 a 12 % del peso total de la fruta (Galdámez, 2004).

Falso fruto

Suele confundirse como fruto, sin embargo, es realmente el pedúnculo, que es un falso fruto de color amarillo o rojo brillante, con dimensiones de 4 a 12 cm. de largo y de 4 a 6 cm. de grueso (Galdámez, 2004).

Figura 8: Fruto (nuez grisácea) y falso fruto (pedúnculo carnososo de coloración roja)



Fuente: Galdámez, 2004

Requerimientos climáticos

Altitud

Los mejores rendimientos se obtienen en alturas menores a 600 msnm. A mayor altura el marañón desarrolla poca producción y es más susceptible al ataque de enfermedades (Coto, 2003).

Temperatura

La media anual es de 27°C la mínima y máxima de 38°C. Las temperaturas mínimas y máximas afectan el óptimo desarrollo de la planta. El marañón no tolera el frío, este es un factor ambiental que mayor daño causa a las plantas jóvenes (Coto, 2003).

Humedad relativa

El rango de humedad relativa adecuado es de 70 a 80 %. Las humedades relativas mayores facilitan la propagación de enfermedades fungosas, especialmente la antracnosis, que afecta

la producción. Asimismo, humedades relativas menores al 50 % durante la fase de producción, pueden reducir la viabilidad del polen y la receptividad del estigma; también puede ocurrir la caída de frutos pequeños por la sequedad existente (Galdámez, 2004).

Precipitación pluvial

A pesar de ser un cultivo tolerante a la sequía, se ve favorecido con una precipitación pluvial entre 800 y 1500 mm, bien distribuida (Coto, 2003).

Vientos

En lugares donde la velocidad del viento es mayor a los 10 Km. por hora y es permanente, ocasiona la caída de hojas, flores y frutos. Para disminuir el daño por viento, se recomienda el establecimiento de cortinas rompevientos (Galdámez, 2004).

Luminosidad

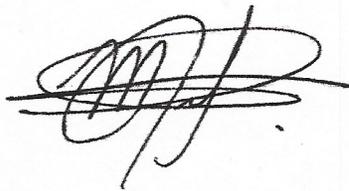
El marañón requiere de buena luminosidad, distribuida uniformemente sobre su copa durante todo el día. La falta de luminosidad afecta la formación de flor y el desarrollo del fruto. Significa esto, que debe crecer libre y sin competencia de luz (Galdámez, 2004).

Suelos

El marañón crece en suelos arenosos, salinos y pedregosos, sin embargo, los mejores resultados se obtienen cuando estos resultados son profundos y fértiles, con textura franco arenosa. Soporta pH que varía entre 4.3 y 8.7 (Coto, 2003).

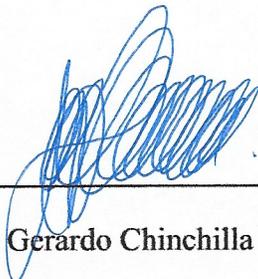
Cosecha

En Guatemala existe un enorme potencial para la producción de este cultivo, sobre todo, en aquellas áreas ubicadas entre los 100 y 250 msnm, donde sería posible producir marañón de alta calidad de acuerdo con los requerimientos del mercado internacional, en cuanto a tamaño, color, sabor, etc. La temporada de cosecha dura 4 meses, de marzo a junio (Hérendez, 2005).



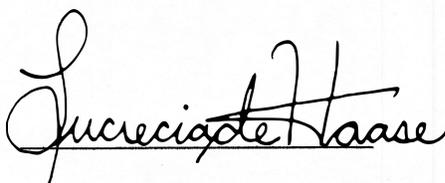
Manuel Andrés Gudiel Méndez

AUTOR



Lic. Julio Gerardo Chinchilla Vettorazzi

ASESOR



M.A. Alma Lucrecia Martínez de Haase

REVISORA



M.A. Alma Lucrecia Martínez de Haase

DIRECTORA DE ESCUELA



M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto

DECANO