

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

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure on horseback, a castle, and a lion. The shield is set against a background of a blue sky and green hills. The seal is surrounded by a circular border containing the Latin text "ACADEMIA CAROLINA CONSPICUA COACTEMALENSIS INTER CAETERA" and "CAROLINA ACCADEMIA COACTEMALENSIS INTER CAETERA".

**“EVALUACIÓN ANTIARRUGAS DE UNA CREMA ELABORADA A BASE DEL
EXTRACTO DE ACEITE DE MARAÑÓN (*Anacardium occidentale L.*)”**

María Fernanda Batres Solares

Química Farmacéutica

Guatemala, noviembre del 2019

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

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red dress and white headscarf, holding a book. Above her is a golden crown. To the left is a golden castle, and to the right is a golden lion. Below the central figure is a landscape with green hills and a white path. A figure in a blue and yellow outfit is riding a white horse along the path. The seal is surrounded by a grey border with Latin text: "CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CÆTERAS VIBIS CONSPICUA".

**“EVALUACIÓN ANTIARRUGAS DE UNA CREMA ELABORADA A BASE DEL
EXTRACTO DE ACEITE DE MARAÑÓN (*Anacardium occidentale L.*)”**

Informe de Tesis

Presentado por

María Fernanda Batres Solares

Para optar al título de

Química Farmacéutica

Guatemala, noviembre del 2019

JUNTA DIRECTIVA

M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto	Decano
Licda. Miriam Roxana Marroquín Leiva	Secretaria
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal I
Dr. Roberto Enríquez Flores Arzú	Vocal II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal III
Br. Giovani Rafael Funes Tovar	Vocal IV
Br. Carol Merarí Caceros Castañeda	Vocal V

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad de San Carlos de Guatemala** y a la **Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia**, por ser mi casa de estudios y brindarme los conocimientos necesarios para mi vida profesional.

A la **Escuela de Química Farmacéutica**, por ser mi segundo hogar durante seis largos años, donde adquirí nuevos conocimientos, amistades y experiencias inolvidables que llevare en el corazón toda la vida.

Al **Departamento de Farmacia Industrial**, por facilitar el uso del equipo y las instalaciones durante el proceso de investigación.

A mi **Asesor, Lic. Julio Gerardo Chinchilla Vettorazzi**, por su apoyo incondicional, por sus enseñanzas, por su dedicación, paciencia y contribución con el desarrollo de este trabajo de investigación.

A mi **Revisora, M.A. Alma Lucrecia Martínez de Haase**, por su tiempo, dedicación y apoyo en la realización de este trabajo de investigación.

A mis padres, **Juan Francisco Batres Rivera** y **Jacqueline Argentina Johanna Solares Méndez**, por su inmenso amor, comprensión, su apoyo incondicional no solo para poder terminar con mi carrera y ser una profesional, sino por el apoyo que me han dado toda la vida y estar allí siempre que los necesito, ellos son mi fuerza.

A mis hermanos, **Alejandra Batres**, **Juan Francisco Batres**, **Daniela Batres** y **Zareen Batres** por estar conmigo en las buenas y en las malas, por apoyarme siempre y por motivarme a seguir adelante.

A **TODOS** mis amigos con los que viví esta dura pero satisfactoria experiencia, sin ustedes la universidad no hubiera sido la misma.

ACTO QUE DEDICO A

A **Dios**, por darme la vida y permitirme tener la maravillosa familia que tengo. Por todas las bendiciones que me ha dado no solo a lo largo de mi carrera universitaria sino a lo largo de mi vida, por brindarme sabiduría e inteligencia, por darme la fuerza y perseverancia de salir adelante y por permitirme culminar con éxito este logro que no solo lo enorgullece a él, sino a mis padres también. La honra y la gloria sean para él.

A **mis padres, Juan Francisco y Jacqueline**, por su amor, sacrificio, paciencia, apoyo incondicional, por ser mi fuerza, mi motivación y por ser esas personas que me hacen salir adelante y por las cuales estoy donde ahora estoy. Por ser el ejemplo más grande de mi vida, por enseñarme a nunca rendirme y guiarme por el camino correcto. Porque este logro no solo es mío, sino de ustedes también. Los amo con la vida entera.

A **mis hermanos, Ale, Juan Fran, Dany y Zareen**, por ser parte de este logro tan importante, por sus palabras de aliento, apoyo y por estar siempre que los necesito. Son parte de mi fuerza y mi motivación para salir adelante. Los amo con todo el corazón.

A **mi Abuelita Argentina Méndez** por abrirme las puertas de su casa para que yo pudiera cumplir y culminar con éxito este proyecto de vida, por sus palabras de aliente y su apoyo incondicional siempre.

A **toda mi familia, Abuelita negrita, tíos y primos**, por estar siempre pendientes de mí, por sus consejos apoyo y cariño.

A **TODOS mis amigos**, por estar siempre en los buenos y en los malos momentos, por sus consejos, por sus regañadas cuando eran necesarias, por las risas y por motivarme de alguna u otra forma a salir adelante y a seguir con este proyecto que hoy culmino con éxito.

A **todas las personas** que he conocido a lo largo de mi vida y mi carrera universitaria y que de alguna u otra forma hicieron de esta etapa inolvidable. Muchas Gracias.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN	3
3. ANTECEDENTES	5
3.1 Taxonomía.....	5
3.2 Caracterización de la materia prima.....	5
3.3 Estudios sobre el marañón.....	5
4. JUSTIFICACIÓN.....	11
5. OBJETIVOS.....	12
5.1 Objetivo General.....	12
5.2 Objetivos Específicos.....	12
6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	13
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
7.1 Universo y Muestra.....	14
7.2 Recursos Humanos.....	14
7.3 Materiales.....	14
7.4 Métodos.....	16
7.5 Evaluación antiarrugas: Análisis Estadístico.....	17
8. RESULTADOS.....	19
9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	30
10. CONCLUSIONES.....	34
11. RECOMENDACIONES.....	35
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
13. ANEXOS.....	40

1. RESUMEN

La investigación se realizó con el propósito de determinar si el aceite de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*) posee un efecto en la disminución de las arrugas epidérmicas, proporcionando una mejora parcial en la estructura de la piel, a través de una formulación cosmética hecha a base de su aceite; con el fin de proponer nuevas materias primas de origen natural para la formulación de productos cosméticos.

Se inició con la extracción del aceite a partir de 430 gramos de las semillas de marañón, de donde se obtuvieron 59.7 gramos de aceite lo que generó un rendimiento de 13.89%.

Se realizaron análisis microbiológicos y ensayos fisicoquímicos para determinar la calidad e inocuidad del aceite extraído de la nuez de marañón. Para comprobar la inocuidad microbiológica se realizaron las pruebas respectivas según los parámetros establecidos por la AOAC (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales), que indican que el aceite debe cumplir con recuento de mesófilos aerobios, mohos y levaduras y ausencia de microorganismos patógenos. Con la finalidad de comprobar la calidad del aceite se realizó el ensayo de kreis, dando negativo a la prueba, indicando ausencia de rancidez; concluyendo que el aceite conserva sus propiedades y es inocuo.

Una vez concluido el control de calidad del aceite extraído, se formuló el producto cosmético: crema antiarrugas. Posteriormente, se realizaron pruebas de control de calidad (características organolépticas, pH, consistencia, homogeneidad y análisis microbiológicos) según las especificaciones del RTCA 71.03.45:07. Ambas pruebas determinaron las propiedades y la inocuidad de la crema antiarrugas durante la manufactura.

Posteriormente, se realizó la evaluación antiarrugas de la formulación cosmética hecha a base del aceite de marañón, con 10 mujeres voluntarias, quienes firmaron un consentimiento informado previo a la utilización del producto cosmético. Se les explicó a las voluntarias que la crema antiarrugas sería utilizada por las noches con la cara limpia y seca, esto por un período de 3 meses. Se tomó una foto alrededor del ojo el día inicial de la prueba (día 0) y a partir de ahí en períodos de 15 días para evaluar el efecto en la disminución de la arruga epidérmica en las voluntarias. Después del período de tiempo

establecido para la prueba, mediante una plantilla de 100 cuadritos de 1 cm² se contó cuadrado por cuadrado a las fotos de los días 0 (día inicial) y 90 (día final) con la finalidad de establecer el largo de las arrugas; se observó una disminución en el porcentaje de ritides (arrugas) de las voluntarias desde el día inicial de la aplicación al día final de la aplicación de la crema. El efecto antiarrugas en las voluntarias fue de 21.81% para el ojo derecho y de 21.08% para el ojo izquierdo. Se analizaron los datos estadísticamente mediante la prueba de T de Student a dos colas, los resultados del análisis estadístico con un nivel de confianza del 95% indicaron que el aceite de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*) posee propiedades que ejercen una disminución de las arrugas epidérmicas, proporcionando una mejora parcial en la estructura de la piel.

2. INTRODUCCIÓN

El *Anacardium occidentale L.* conocido comúnmente como marañón, es un árbol silvestre que pertenece a la familia Anacardiaceae. Es originario de las zonas tropicales de América y del noroeste brasileño y posee excelentes propiedades medicinales y nutricionales (Pacay, 2002).

El marañón está dividido en dos partes: el fruto (nuez o semilla) rica en aceites y el pseudofruto, que es la parte carnosa de la cual se hacen jugos y mermeladas. De la nuez de marañón se extraen dos tipos de aceites: uno de la cáscara (pericarpio) de color negro, viscoso, irritante y cáustico que contiene compuestos fenólicos con aplicaciones en la industria de plásticos, insecticidas y tintas; y el otro aceite es extraído de la almendra, es de color amarillo brillante y menos viscoso que el aceite anterior, el cual presenta excelentes propiedades fisicoquímicas que cumplen con las normas internacionales para aceites utilizados en la industria de jabones y cosmética. Siendo éste aceite el objeto de estudio (Lafont, Páez, & Portacio, 2011).

El aceite de la nuez de marañón tiene un característico olor y una tonalidad amarilla clara. Presenta una composición química del 46.3% del aceite respecto a su peso total; es especialmente apreciado por su contenido en grasas monoinsaturadas y ácidos grasos esenciales (oleico y linoleico) que protegen a las células de daños oxidativos, esto debido a que ambos son antioxidantes y contribuyen notablemente a la regeneración celular. Sus propiedades son conocidas por ser precursores de prostaglandinas y leucotrienos. Las prostaglandinas, controlan y regulan la secreción de las glándulas sebáceas y retrasan la aparición de arrugas; y los leucotrienos, forman parte de membranas celulares y aumentan la capacidad de retención de agua (Mujica, Delgado, Ramírez, Velásquez, Pérez & Rodríguez, 2010) (López, 2010) (Sánchez, 2009).

La nuez de marañón contiene: proteínas, lípidos, almidón y vitaminas como tiamina (B1) y riboflavina (B2), que poseen poder hidratante, asegurando la suavidad y la hidratación de la piel. Además, ayudan a mantener sanos los epitelios, lo que contribuye a promover la salud y el cuidado de la piel. Posee un alto porcentaje de vitamina E y vitamina A (retinol), que contribuyen a la reconstrucción de las capas superiores de la epidermis, proporcionando

una mejora parcial de su estructura (Mujica, Delgado, Ramírez, Velásquez, Pérez & Rodríguez, 2010) (López, 2010) (Coronado, 1999) (Pérez & Ruano, 2004).

La nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*) es un fruto cultivado en Guatemala, por lo que se busca explotar las riquezas y cultivos del país; además se pretende demostrar los beneficios de dicho aceite sobre la piel mediante la elaboración de un cosmético natural hecho a base de su aceite.

Los cosméticos naturales son ampliamente utilizados hoy en día, ya que dentro de su formulación hay compuestos que no perjudican a la piel. Con el avance científico y en el marco de las modernas tecnologías desarrolladas, se le ha atribuido a la nuez de marañón mayores beneficios para el ser humano, pues tiene propiedades destinadas al mejoramiento y preservación del organismo; ahí la importancia de la fabricación de cremas elaboradas a base de productos naturales (Tello, 2012).

A pesar de la gran aplicabilidad de todas las partes de la planta del marañón, en la actualidad no se han reportado estudios e investigaciones sobre los beneficios estéticos del aceite de marañón para el cuidado de la piel; desde este punto de vista, este trabajo pretende aportar nuevos datos que sirvan como base para futuras investigaciones.

El objetivo de esta investigación consistió en evaluar las propiedades antiarrugas del aceite de la nuez del marañón sobre la piel, mediante la formulación de un producto cosmético natural hecho a base de su aceite. Además, Guatemala es un potencial agricultor de la nuez de marañón, por ello la investigación presenta una alternativa de uso mediante la formulación de un producto cosmético con propiedades antiarrugas a partir del aceite de su semilla.

3. ANTECEDENTES

3.1 Taxonomía

En la siguiente tabla se describe la clasificación taxonómica del *Anacardium occidentale* L.

Tabla 3.1.1: Clasificación Taxonómica

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	
NOMBRE	CARACTERÍSTICA
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	Anacardiaceae
Género	Anacardium
Especie	<i>Anacardium occidentale</i> L.
Sinónimo	cajú, anacardo, marañón

Fuente: Hernández, 2005.

3.2 Caracterización de la materia prima

El *Anacardium Occidentale* L. o mejor conocido como marañón o nuez del cajú, es un fruto compuesto por dos elementos importantes el fruto (nueces) y un pseudofruto (Anexo 1). El fruto contiene un alto contenido de proteínas y lípidos esenciales, en cambio el pseudofruto, que es consumido como fruta fresca y por su jugo, contiene grandes cantidades de vitamina C, con lo cual se elaboran compotas, mermeladas y licores. Además de esto, la cáscara produce un aceite que se utiliza para insecticidas, impermeabilizantes y barnices (Montenegro & Obando, 2015) (Vega, 2004).

3.3 Estudios sobre el marañón

Según una revisión realizada por Coronado en 1999, el fruto o nuez del marañón es un aquenio que pende de un pedúnculo carnoso o falso fruto, el cual contiene un líquido agridulce y astringente, rico en hierro y vitamina C. El verdadero fruto o nuez posee un

líquido aceitoso, caustico formado por una mezcla de ácido anacárdico y cardol; este aceite es usado con fines industriales para fabricación de barnices, tintes, etc. La almendra de forma arriñonada, está encerrada o recubierta por una membrana fina adherida a ella, la cual es fácilmente removible; está constituida por dos lóbulos semiduros, y cuando se ingiere en estado crudo tiene un gran poder laxante; cuando esta cocida, asada o tostada sirve de golosina o producto de pastelería, con un sabor agradable, olor característico y color blanco marfil. Esta almendra presenta un alto contenido de grasa, es rica en fósforo, hierro y vitamina A (Coronado, 1999).

La composición química de la almendra de marañón es similar a la de las almendras dulces, constituye un alimento muy nutritivo, pues contiene un alto contenido de proteínas y grasas. Las almendras contienen de un 45% a un 47% de aceite comestible ligeramente amarillo, este puede ser separado por extracción o prensado y sus propiedades son semejantes al aceite de oliva. En algunos países, las almendras se utilizan para la producción de aceites vegetales (Coronado, 1999)

Tabla 3.3.1: Composición promedio de la nuez de marañón

COMPONENTE	PORCENTAJE
Humedad	5.20
Cenizas	2.49
Grasas	44.9
Proteínas	15.78
Azucares	7.78
Almidón	19.82
Celulosa	3.97

Fuente: Coronado, 1999.

Un estudio realizado por Mujica, Delgado, Ramírez, Velásquez, Pérez & Rodríguez en el artículo “Formulación de un producto cosmético con propiedades antiarrugas a partir del aceite de semilla de merey (*Anacardium Occidentale L.*)” publicado en 2010; reporta que el aceite de marañón presenta excelentes propiedades fisicoquímicas que cumplen con las normas internacionales para aceites utilizados en la industria de jabones y cosmética. Se

determinaron las propiedades físico-químicas al aceite extraído mediante análisis de: índice de saponificación, índice de yodo, índice de acidez, índice de peróxidos, índice de refracción, densidad relativa, viscosidad y color. Finalmente se realizó el perfil de ácidos grasos, el cual permitió nombrar al aceite de la nuez de marañón como aceite linoléico. Las pruebas para la determinación de las propiedades físico-químicas del aceite extraído se basaron en la norma COVENIN.

Se realizó la formulación del producto cosmético que consistió en una emulsión de aceite en agua (O/W), bajo las normativas de calidad impuestas por la industria cosmética de La Farmacopea Argentina. La cantidad de aceite de la semilla de marañón extraído empleada en la formulación cosmética fue según el máximo recomendado de 5% según las Normas de Fabricación de la Comisión Europea de Cosméticos (Mujica, Delgado, Ramírez, Velásquez, Pérez & Rodríguez, 2010).

En cuanto al perfil de ácidos grasos, los porcentajes de ácidos grasos tanto insaturados como saturados presentes en el aceite de la semilla de marañón reportados en la bibliografía son: oleico 57.1%, linoléico 22.5%, palmítico 9%, esteárico 9%, linolénico 2%, no identificados 0.4%. En el aceite obtenido en el estudio, los ácidos grasos con mayor proporción fueron el linoléico con un 52.82% y el oleico con un 42.64% (Mujica, Delgado, Ramírez, Velásquez, Pérez & Rodríguez, 2010).

El aceite de la semilla de marañón posee un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados, vitamina E y vitamina A (retinol), que aportan como principio activo reconstrucción de las capas superiores de la epidermis, permitiendo una mejor hidratación y mayor elasticidad de la piel, proporcionando una mejora parcial de su estructura (Mujica, Delgado, Ramírez, Velásquez, Pérez & Rodríguez, 2010).

De los resultados obtenidos en el estudio de Mujica, Delgado, Ramírez, Velásquez, Pérez & Rodríguez, 2010, se evidencia que el producto cosmético desarrollado es capaz de potenciar la regeneración celular e inhibir la aparición de arrugas, ya que se determinó que el 74.5% de las personas opinaban que el aspecto del producto es bueno, el 25.5% que es muy bueno, de las cuales el 88.2% utilizó el producto regularmente, mientras que el 11.8% manifestó no haberlo hecho. Se exploró la característica antiarrugas del producto cosmético,

encontrándose que el 78.4% afirma haber conseguido mejoras en el aspecto y atenuación de las arrugas y el 21.6% opina no haber conseguido cambios importantes. Las zonas del rostro donde se obtuvieron mejores resultados, fueron en la frente con un 45.1%, en el contorno de ojos con un 25.5%, en las mejillas con un 23.5% y en el contorno de labios con un 5.9%.

Las cremas destinadas a la piel se basan en activos capaces de potenciar la regeneración celular y reactivar procesos biológicos esenciales como la reparación de las defensas, para construir una barrera frente al exterior. La sustitución de células deterioradas, por células nuevas ocurre mientras se duerme, así el uso de cremas con potenciales para atenuar los signos de deterioro hacen que se revitalice la piel; además, de noche los tejidos se irrigan y se relajan ya que se encuentran reposando y sin contracciones, condición fundamental para que las cremas penetren mejor (Mujica, Delgado, Ramírez, Velásquez, Pérez & Rodríguez, 2010)

Según el artículo publicado por Lafont, Páez, & Portacio en el 2011, titulado “extracción y caracterización fisicoquímica del aceite de la semilla (Almendra) del marañón (*Anacardium occidentale L*)”, el marañón es un árbol silvestre cuyo fruto puede ser rojo o amarillo, es astringente y nutricional, contiene 47% de grasa, 21% de proteína y 22% de carbohidratos, vitaminas y aminoácidos. El fruto está unido a un pseudofruto o nuez de color gris y forma arriñonada con una composición química del 46.3% de aceite respecto a su peso total. Este árbol es ampliamente aprovechado: el tronco se utiliza para la construcción de muebles; la corteza para la elaboración de tintas; la manzana o fruto se usa en la producción de dulces, conservas, vinos; la nuez, se emplea para endurecer chocolates y en la fabricación de dulces y jugos. En la nuez se producen dos aceites: uno de la cáscara (pericarpio, testa), de color negro, viscoso, irritante y cáustico que contiene compuestos fenólicos con aplicaciones en la industria de plásticos, insecticidas y tintas; y el otro aceite es extraído de la almendra, es de color amarillo brillante y menos viscoso que el aceite anterior (Lafont, Páez, & Portacio, 2011).

El objetivo del estudio publicado por Lafont, Páez, & Portacio consiste en evaluar las características fisicoquímicas del aceite de la almendra del marañón (*Anacardium occidentale L*), mediante la determinación de sus propiedades fisicoquímicas y el perfil de

ácidos grasos; esto debido a que a pesar de la gran aplicabilidad de todas las partes de la planta del marañón, en la actualidad hay pocos estudios sobre las características fisicoquímicas del aceite de la almendra. Según las características fisicoquímicas evaluadas, el índice de saponificación para el aceite obtenido sugiere su posible uso en la industria de jabones y cosméticos, el cual fue de 194.4 ± 0.9 mgKOH/g por lo que cumple con las normas CODEX y ANDI las cuales establecen un rango entre (184-196) mgKOH/g, facilitando su uso en la industria alimenticia y cosmética. La evaluación de ácidos grasos del aceite dio como resultado un 81.36% de ácidos grasos insaturados, formado por el 61.36% del ácido oleico (monoinsaturado), el 19.48% del ácido linoleico y el 0.52% del ácido linolénico (poliinsaturados). El 18.64% de ácidos grasos obtenidos fueron saturados; ácido palmítico con un 10.43% y el ácido esteárico con un 8.21% (Lafont, Páez, & Portacio, 2011).

Según Lafont, Páez, & Portacio, el aceite obtenido de la semilla de marañón en el estudio realizado posee buenas características organolépticas y excelentes propiedades fisicoquímicas; estas características cumplen con las normas internacionales para aceites utilizados en la industria de jabones y cosméticos. Por lo que se podría utilizar para dichos fines. De acuerdo con el alto contenido de ácido oleico encontrado en el aceite (61.36%), siendo este un ácido graso esencial (omega 9) se puede decir que el aceite extraído puede ser utilizado en la industria alimenticia (Lafont, Páez, & Portacio, 2011).

Un estudio publicado en el 2015 por Montenegro & Obando, en la tesis de licenciatura “Extracción y caracterización de aceite de la nuez del marañón (*Anacardium Occidentale L.*)”, indican que el *Anacardium Occidentale L.* es una planta con muchas utilidades: de su tronco se extrae una goma, la cual se emplea para la encuadernación, como repelente de polillas, entre otros; la corteza se emplea con fines medicinales y el fruto, del cual se extrae la almendra y como subproducto un aceite del cual se elaboran resinas, colorantes, tintes, material de aislamiento eléctrico, pastillas para frenos y adhesivos. Dentro de las propiedades de la almendra, comparado con las mejores nueces del mundo, presenta el primer lugar en contenido de proteínas con un 21%. La cáscara de la nuez, pericarpio, es rica en aceite entre el 25 a 30% en peso, con el que se fabrican barnices, tintas de

impresas, pinturas para materiales aislantes y para preservar de la humedad los botes y equipos de pesca, para la protección de maderas, entre otros.

La almendra o endospema es comestible, de agradable sabor y muy nutritiva, representa entre el 25 al 35% del peso total de la nuez. Esta almendra presenta un alto contenido de proteína y grasa, es rica en fósforo, hierro y vitamina A. Presenta 38.0% del valor diario recomendado de cobre, éste juega un papel importante en un amplio rango de procesos fisiológicos como el uso de hierro, eliminación de radicales libres, producción de melanina, y defensas antioxidantes. Contiene principalmente ácidos grasos monoinsaturados, 75% del cual es ácido oleico, el mismo encontrado en el aceite de oliva.

Tabla 3.3.2: Perfil de ácidos grasos de la nuez de marañón

ACIDOS GRASOS INSATURADOS	PORCENTAJE
Ácido mirístico	0.60%
Ácido palmítico	15.40%
Ácido esteárico	6.20%
Ácido oléico	48.00%
Ácido linoléico	29.80%

Fuente: Montenegro & Obando, 2015.

Los resultados de la caracterización fisicoquímica para el índice de yodo es de 90.33 Cg I/g, el cual indica que es un aceite para uso cosmético y un índice de saponificación de 178.02 mg KOH/g, el cual permitirá a futuras investigaciones desarrollar subproductos a base de aceite obtenido de este proceso. Los estudios revelan que un posible uso del aceite del marañón extraído, basados en su índice de yodo podría ser para la industria cosmética. Principalmente para la elaboración de cremas y jabones líquidos; ya que es un aceite no secante, debido a que los índices de yodo son menores a 100 Cg I, estos también pueden ser usados en la fabricación de cosméticos, por la facilidad con que son absorbidos por la piel ya que no exceden un índice de yodo de 110 Cg I/g (Montenegro & Obando, 2015.).

4. JUSTIFICACIÓN

El consumo de productos con una tendencia cada vez más natural, se ha incrementado en los últimos años, dando pie a investigaciones para obtener sustancias que tengan actividad funcional. La elaboración de un producto fitocosmético hecho a base del aceite de la nuez de marañón es un producto innovador que busca darle valor agregado a dicho fruto. El marañón es un producto que se cultiva en Guatemala, se distribuye en regiones cálidas del país; de tal manera que un producto cosmético hecho a base de su aceite busca explotar las riquezas y cultivos del país. Esta investigación busca extraer el aceite de la nuez de marañón para determinar y demostrar, mediante la formulación de una crema, las propiedades antiarrugas en la piel, proporcionando una mejora parcial en la estructura de la epidermis (Tello, 2012) (Hernández, 2007).

La extracción del aceite de la nuez de marañón se realizará mediante el método de prensado en frío, las muestras se elegirán de acuerdo a las características organolépticas (color, tamaño, estado, olor, forma, etc.) seleccionando las de mejor estado. El aceite extraído se usará como metabolito vegetal en la formulación de un producto fitocosmético con fines estéticos; y se comprobará la finalidad del estudio mediante la aplicación en las noches del producto cosmético en zonas del rostro de 10 voluntarias mujeres en edades comprendidas entre los 39-50 años.

A pesar de la gran aplicabilidad de todas las partes de la planta del marañón, en la actualidad no se han realizado o hay muy pocos estudios e investigaciones sobre los beneficios que el aceite de la almendra de marañón aporta para el cuidado y reconstrucción de la epidermis; desde este punto de vista, este trabajo pretende aportar nuevos datos que sirvan como base para futuras y nuevas investigaciones.

Debido a que el análisis fisicoquímico de los estudios realizados del aceite de la nuez de marañón reportan resultados del índice de yodo y del índice de saponificación dentro de los rangos establecidos, y que además, cumplen con las normas internacionales para aceites utilizados en la industria de jabones y cosmética según Lafont, Páez & Portacio en el 2011; el aceite de la nuez de marañón puede ser utilizado como base en la elaboración de una crema antiarrugas.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Determinar la capacidad antiarrugas del aceite de la semilla de marañón (*Anacardium occidentale L.*), evaluada en mujeres con ritides (arrugas) en el contorno del ojo en edades comprendidas entre los 39-50 años.

5.2 Objetivos Específicos

- 5.2.1 Determinar la inocuidad del aceite de marañón (*Anacardium occidentale L.*) extraído mediante pruebas de control microbiológico.
- 5.2.2 Comprobar por medio del ensayo de Kreis la ausencia de rancidez del aceite extraído de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*)
- 5.2.3 Evaluar la formulación final del producto cosmético mediante ensayos de control de calidad (pH, homogeneidad, consistencia y características organolépticas).
- 5.2.4 Determinar la inocuidad de la formulación cosmética hecha a base de aceite de marañón (*Anacardium occidentale L.*) mediante pruebas de control microbiológico.
- 5.2.5 Comprobar el efecto antiarrugas del aceite de marañón mediante pruebas iconográficas entre las voluntarias.

6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

El aceite de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*) posee propiedades que ejercen una disminución de las arrugas epidérmicas, proporcionando una mejora parcial en la estructura de la piel.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Universo y Muestra

- 7.1.1 Universo: Personas reclutadas con rugosidad en la piel para la evaluación de la actividad antiarrugas del aceite de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*).
- 7.1.2 Muestra: Personas que cumplan con los criterios de inclusión (voluntarias de sexo femenino en edades comprendidas entre 39 a 50 años) para la evaluación de la actividad antiarrugas del aceite de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*).

7.2 Recursos Humanos

- 7.2.1 Tesista: María Fernanda Batres Solares, estudiante de la Facultad de Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala
- 7.2.2 Asesor: Licenciado Julio Chinchilla, catedrático de la Facultad de Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala
- 7.2.3 Revisor: Licenciada Lucrecia de Haase, catedrática de la Facultad de Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Voluntarias con previo consentimiento informado.

7.3 Materiales

7.3.1 Materia Prima

- Nueces de Marañón (*Anacardium occidentale L.*)
- Aceite de la nuez de marañón
- Lanolina
- Cera de abeja
- Agente tensioactivo
- Preservante

- Agua destilada

7.3.2 Reactivos

- Solución fluoroglucinol al 1%
- Éter sulfúrico
- Ácido incipiente (clorhídrico concentrado)

7.3.3 Cristalería

- Beackers de 250 ml
- Varillas de Agitación
- Vidrio de Reloj
- Tubos de ensayo

7.3.4 Equipo

- Pizeta
- Espátula
- Baño maría
- Balanza analítica
- Homogeneizador
- Prensa hidráulica con cilindro de superficie lisa
- Refrigeradora
- Estufa

7.4 Métodos

7.4.1 Extracción del aceite de la nuez de marañón

La obtención del aceite del marañón a partir de la almendra de este fruto, por medio del método de prensado en frío se basa en que cada partícula retiene el aceite en su interior y el objetivo del prensado es lograr que el mismo salga del sistema hacia el exterior. El aceite, en la estructura celular, se encuentra dentro de pequeños orgánulos de forma esférica (esferosomas), rodeados por una fina membrana. La aplicación de una fuerza externa durante el prensado, produce una serie de alteraciones (deformaciones) tanto a nivel microscópico (células) como macroscópico. Se comprime cada partícula y se reacomodan en el conjunto. Las membranas que limitan a cada esferosoma se destruyen, al igual que las paredes celulares, permitiendo al aceite salir de la partícula y luego, a través del sistema macroscópico, hacia el exterior. Estos dos últimos efectos resultan de la deformación producida por la fuerza y la consecuente reducción del espacio físico disponible entre las semillas (Montenegro & Obando, 2015) (Doradea, 2013).

- Triturar las nueces para tener mayor superficie de contacto entre ellas
- Colocar la muestra en la prensa hidráulica con cilindro de superficie lisa
- Aplicar fuerza de compresión al pistón de la prensa hidráulica para la extracción del aceite
- Recibir el aceite extraído en un gotero de color ámbar e identificarlo
- Realizar nuevamente la fuerza de compresión a la torta anterior, para obtener la mayor cantidad de aceite posible
- Guardar el aceite en el refrigerador, para su posterior uso en la formulación

7.4.2 Prueba de Rancidez: Ensayo de Kreis

En un tubo de ensayo de 150 X 25 mm (perfectamente limpio, seco y libre de grasa), agitar vigorosamente durante 20 segundos, 10 ml del aceite extraído con 10 ml de la solución fluoroglucinol al 1% en éter sulfúrico y 10 ml de ácido incipiente (clorhídrico concentrado) (Kirk, Sawyer & Egan, 2008).

7.4.3 Procedimiento de manufactura de la emulsión cosmética

Formulación de la muestra

MATERIA PRIMA	%	FUNCIÓN
Lanolina	25%	Humectante
Cera de abeja	5%	Humectante y emoliente
Agente tensioactivo	5%	Emulsionante
Aceite de la nuez de marañón	c.s.	Principio activo (propiedades antiarrugas)
Agua c.s.p.	100%	vehículo

- La lanolina y la cera de abeja se calientan hasta 70-75 °C en un beacker a baño maría (Fase A)
- El extracto y el agua se calientan a 75 °C en un beacker (Fase B)
- Se incorpora la Fase B sobre la Fase A gradualmente con agitación
- Homogeneizar hasta 55-60 °C
- Envasar y etiquetar

7.5 Evaluación antiarrugas de la emulsión cosmética

Se utilizó una muestra de 10 personas (con previo consentimiento informado) y mediante iconografía, se comprobó la acción antiarrugas de la formulación cosmética. La aplicación de la crema fue durante 3 meses, aplicándola por las noches en el contorno del ojo con la piel limpia y seca. Los criterios de inclusión para el estudio fueron personas de sexo femenino, de etnia ladina, con edades comprendidas entre los 39-50 años y los criterios de exclusión fueron personas con alguna enfermedad de base en la piel. El conteo de la ritides alrededor del ojo en cada fotografía se realizó por medio de una plantilla de 100 cuadritos, en donde cada cuadrito representó el 1% de la arruga en el ojo de las voluntarias.

7.5.1 Análisis Estadístico

Al final del período de prueba estimado los resultados obtenidos se evaluaron mediante iconografía, se realizó una prueba inicial antes de la utilización del producto cosmético y pruebas cada 15 días durante la utilización del producto cosmético. Cada una de las imágenes tomadas antes, durante y al final de la

aplicación del producto cosmético fueron divididas en cuadrícula pequeña para evaluar mediante el conteo de la cuadrícula el tamaño de la arruga antes de la aplicación del producto cosmético y el tamaño de la arruga al final del ensayo.

Asimismo, el análisis estadístico de los datos obtenidos a partir de las pruebas fue evaluado mediante una prueba estadística llamada T de Student. Esta prueba se fundamenta en dos premisas; la primera: en la distribución de normalidad, y la segunda: en que las muestras sean independientes. Permite comparar muestras, $N \leq 30$ y/o establece la diferencia entre las medias de las muestras. El análisis matemático y estadístico de la prueba con frecuencia se minimiza para $N > 30$, utilizando pruebas no paramétricas, cuando la prueba tiene suficiente poder estadístico. Esta prueba se diseñó para examinar las diferencias entre dos muestras independientes y pequeñas que tengan distribución normal y homogeneidad en sus varianzas.

8. RESULTADOS

8.1 Rendimiento de la extracción del aceite de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*) (Anexo 2 y 7)

En la siguiente tabla se observa el porcentaje de rendimiento (% rendimiento real) del aceite de la nuez de marañón obtenido mediante prensado en frío comparado con el porcentaje de rendimiento reportado en la bibliografía (% rendimiento teórico).

Tabla 8.1.1 Rendimiento de la extracción del aceite obtenido de la nuez de marañón

ESPECIE	PESO NUECES	ACEITE OBTENIDO	% RENDIMIENTO REAL	% RENDIMIENTO TEÓRICO (Coronado, 1999)
<i>Anacardium occidentale L.</i>	430 gramos	59.7 gramos	13.89%	45-47%

8.2 Control de calidad microbiológico del aceite de marañón (Anexo 3)

En la siguiente tabla se observan los resultados obtenidos del análisis de control de calidad microbiológico realizados al aceite de la nuez de marañón en base a los parámetros del RTCA 71.03.45:07, que indica que el aceite debe cumplir con recuento de mesófilos aerobios, mohos y levaduras y ausencia de microorganismos patógenos: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*, dando como resultado que el aceite cumple con las especificaciones del RTCA.

Tabla 8.2.1 Análisis microbiológico del aceite de marañón (RTCA 71.03.45:07)

ANÁLISIS	RESULTADO	RTCA 71.03.45:07
Recuento total de mesófilos aerobios	< 10 UFC/g	< 10 ³
Recuento de Mohos y Levaduras	< 10 UFC/g	< 10 ²
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia	Ausencia

*UFC/g: Unidades formadoras de colonia por gramo de muestra.

8.3 Prueba de Rancidez: Ensayo de Kreis (Anexo 4)

En la siguiente tabla se observan los resultados del análisis de control de calidad fisicoquímico realizado al aceite de la nuez de marañón, según la Norma COGUANOR 34 072 h12. Esta es una prueba que se fundamenta en la reacción del aldehído epihidrial con el floroglucinol adicionado a la muestra, en medio clorhídrico, resultando en la formación de un color rosado. Las tres muestras analizadas dieron negativo a la prueba de kreis, indicando ausencia de rancidez oxidativa del aceite; haciéndolo apto para su uso cosmético.

Tabla 8.3.1 Resultado de la prueba de rancidez para las muestras obtenidas de aceite de marañón (*Anacardium occidentale L.*)

MUESTRAS	COLOR FINAL	RESULTADO
1,2 y 3	Amarillo claro	No hay rancidez

8.4 Control de calidad físico de la crema antiarrugas

Toda crema cosmética debe poseer cualidades mínimas para que su desempeño sea el deseado. En la siguiente tabla se describen las pruebas físicas realizadas a la formulación cosmética, donde se observa un pH neutro y características organolépticas, consistencia y homogeneidad aceptable.

Tabla 8.4.1 Pruebas de control de calidad física evaluadas en la formulación cosmética

PRUEBAS	RESULTADO
pH	7-8
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	Aspecto homogéneo, color y olor característico
CONSISTENCIA	Semisólida
HOMOGENEIDAD	No hay separación de fases ni formación de exudados

8.5 Control de calidad microbiológico de la crema antiarrugas (Anexo 6)

En la siguiente tabla se observan los resultados obtenidos del análisis de control de calidad microbiológico realizado a la crema antiarrugas en base a los parámetros del RTCA 71.03.45:07, que indican que el producto cosmético debe cumplir con recuento de mesófilos aerobios, mohos y levaduras y ausencia de microorganismos patógenos:

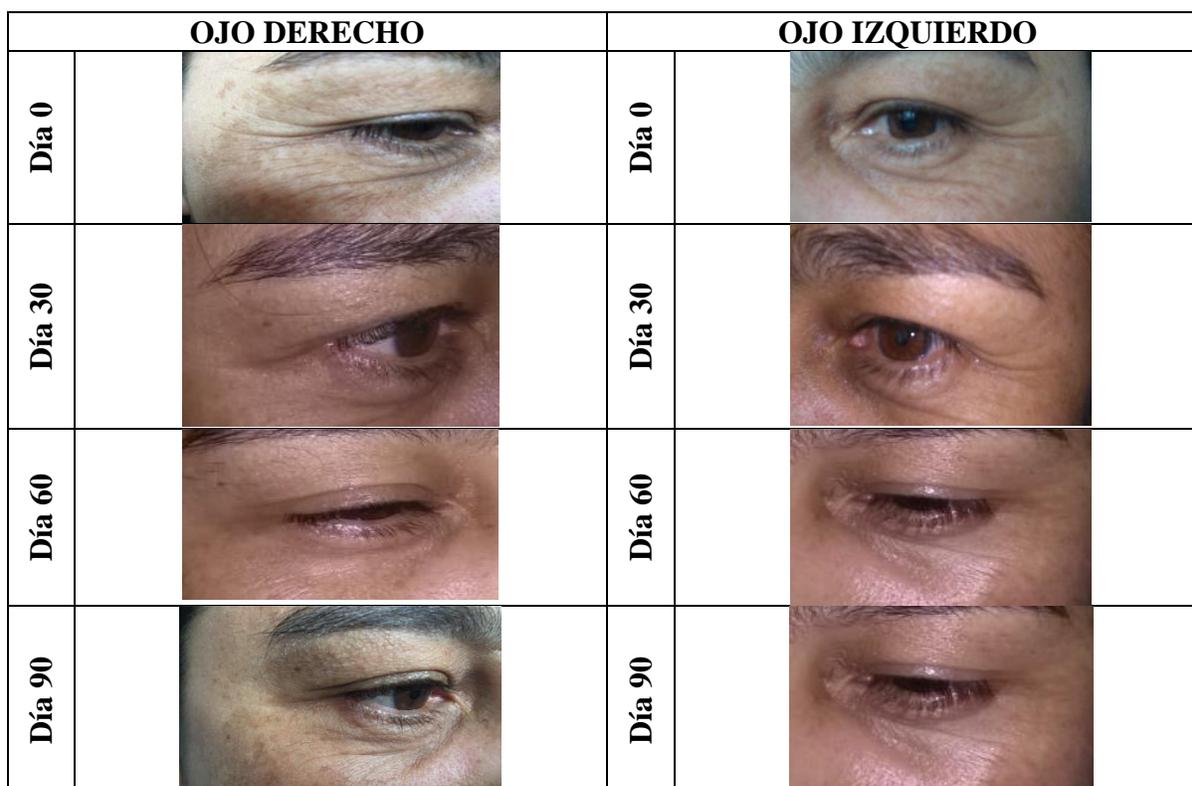
Escherichia coli, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*, dando como resultado que la crema cumple con las especificaciones del RTCA y que es apta para uso cosmético.

Tabla 8.5.1 Resultado del análisis microbiológico de la crema antiarrugas hecha a base de aceite de marañón (RTCA 71.03.45:07)

ANÁLISIS	RESULTADO	RTCA 71.03.45:07
Recuento total de mesófilos aerobios	< 10 UFC/g	< 10 ³
Recuento de Mohos y Levaduras	< 10 UFC/g	< 10 ²
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i> sp.	Ausencia	Ausencia

*UFC/g: Unidades formadoras de colonia por gramo de muestra.

8.6 Evaluación antiarrugas de la formulación cosmética



		OJO DERECHO		OJO IZQUIERDO	
Día 0				Día 0	
Día 30				Día 30	
Día 60				Día 60	
Día 90				Día 90	

		OJO DERECHO		OJO IZQUIERDO	
Día 0				Día 0	
Día 30				Día 30	
Día 60				Día 60	
Día 90				Día 90	

		OJO DERECHO				OJO IZQUIERDO	
Día 0				Día 0			
Día 30				Día 30			
Día 60				Día 60			
Día 90				Día 90			

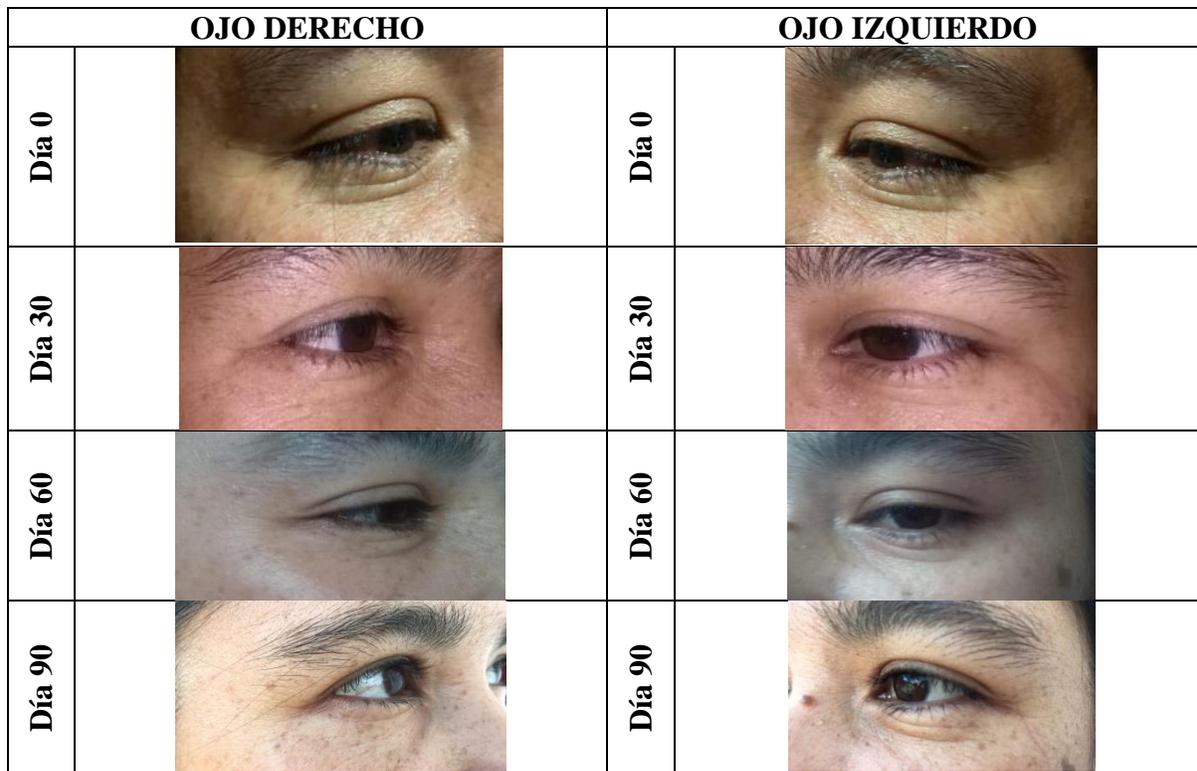
		OJO DERECHO				OJO IZQUIERDO	
Día 0				Día 0			
Día 30				Día 30			
Día 60				Día 60			
Día 90				Día 90			

		OJO DERECHO				OJO IZQUIERDO	
Día 0				Día 0			
Día 30				Día 30			
Día 60				Día 60			
Día 90				Día 90			

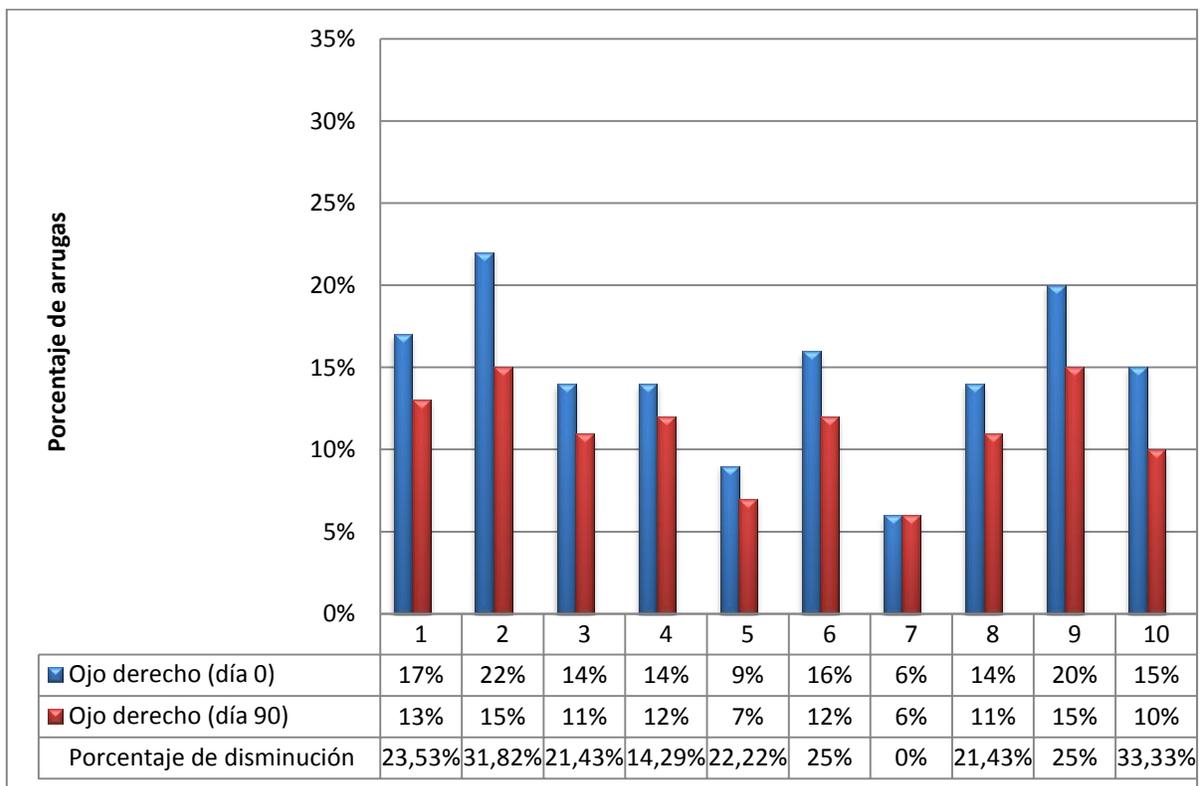
		OJO DERECHO				OJO IZQUIERDO	
Día 0				Día 0			
Día 30				Día 30			
Día 60				Día 60			
Día 90				Día 90			

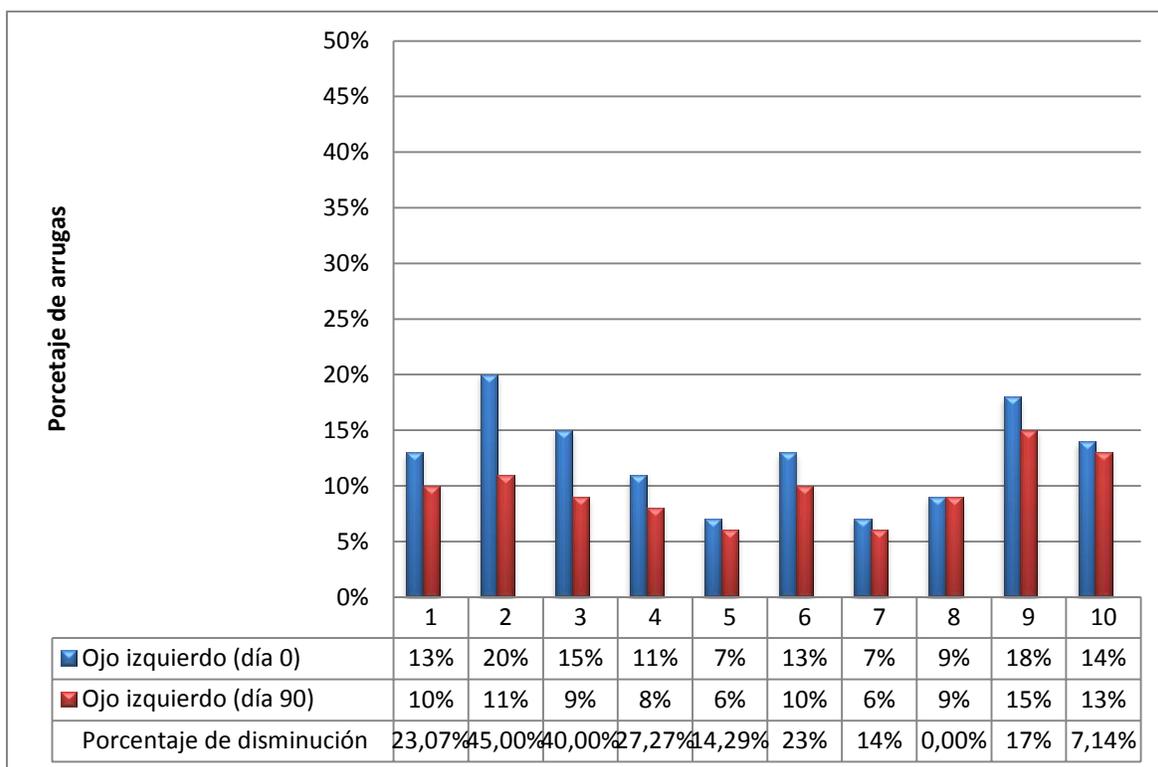
		OJO DERECHO		OJO IZQUIERDO	
Día 0				Día 0	
Día 30				Día 30	
Día 60				Día 60	
Día 90				Día 90	

		OJO DERECHO		OJO IZQUIERDO	
Día 0				Día 0	
Día 30				Día 30	
Día 60				Día 60	
Día 90				Día 90	



Gráfica No. 1 Comparación del ojo derecho de las voluntarias en el período de prueba



Gráfica No. 2 Comparación del ojo izquierdo de las voluntarias en el período de prueba

En las **gráficas 1 y 2** se observan los resultados obtenidos a partir del día 0 (día inicial) y día 90 (día final) de la aplicación y uso de la crema antiarrugas utilizada en las 10 participantes. En la gráfica 1 se muestra la comparación del ojo derecho al día inicial y del ojo derecho al día final de uso y el porcentaje de disminución de ambos días; y en la gráfica 2 se muestra la comparación del ojo izquierdo al día inicial y del ojo izquierdo al día final de uso y el porcentaje de disminución de ambos días. En ambas gráficas se observa una disminución del porcentaje de ritides (arrugas) presentado en las voluntarias desde el día inicial de aplicación al día final de aplicación del producto cosmético.

8.7 Análisis Estadístico: T de Student (Anexo 9)

El análisis estadístico se realizó por medio de una T de Student a dos colas (bilateral) con un nivel de confianza del 95% ya que los resultados indicaron que la ritides en el contorno de los ojos de las 10 voluntarias disminuían al utilizar la crema antiarrugas en el período de tiempo establecido (3 meses). En las siguientes tablas (8.7.1 y 8.7.2) se describe el análisis estadístico realizado al ojo derecho (día 0 y día 90) y al ojo izquierdo (día 0 y día 90)

respectivamente. Dando como valor de T para el ojo derecho $t=5.6530$ y $t=3.5032$ para el ojo izquierdo. Ambos datos por encima de la T teórica con un valor de $t_{0,05}=2.26$.

Tabla 8.7.1 Análisis de resultados mediante la prueba t-Student para el ojo derecho de las voluntarias a los 0 y a los 90 días de uso de la crema cosmética

Variable	Precisión	Media	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
Ojo derecho (0 días)	10	14.7	1.483614	4.6916	11.34383	18.05617
Ojo derecho (90 días)	10	11.2	0.9404491	2.973961	9.072556	13.32744
Diferencia	10	3.5	0.6191392	1.95789	2.09941	4.90059
Valor t	5.6530					
Grados de libertad	9					
Valor p	0.0002					

Tabla 8.7.2 Análisis de resultados mediante la prueba t-Student para el ojo izquierdo de las voluntarias a los 0 y a los 90 días de uso de la crema cosmética

Variable	Precisión	Media	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
Ojo izquierdo (0 días)	10	12.7	1.374773	4.347413	9.590048	15.80995
Ojo izquierdo (90 días)	10	9.7	0.8950481	2.830391	7.675261	11.72474
Diferencia	10	3	0.8563488	2.708013	1.062804	4.937196
Valor t	3.5032					
Grados de libertad	9					
Valor p	0.0033					

En la tabla 8.7.3 se observa la conclusión del análisis estadístico, siendo que para ambos ojos el valor de la T teórica está por debajo de los valores experimentales se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (hipótesis del investigador), quedando como resultado que el aceite de la nuez de marañón ejerce una disminución en las arrugas de la epidermis, proporcionando una mejora parcial en la estructura de la piel.

Tabla 8.7.3 Análisis estadístico

OJO DERECHO (DÍA 0 Y DÍA 90)		OJO IZQUIERDO (DÍA 0 Y DÍA 90)	
Ho	El aceite de la nuez de marañón no ejerce un efecto en la disminución de las arrugas de la epidermis	Ho	El aceite de la nuez de marañón no ejerce un efecto en la disminución de las arrugas de la epidermis
Hi	El aceite de la nuez de marañón ejerce un efecto en la disminución de las arrugas de la epidermis	Hi	El aceite de la nuez de marañón ejerce un efecto en la disminución de las arrugas de la epidermis
Valor p	0.0002	Valor p	0.0033
Valor t	5.6530	Valor t	3.5032
Conclusión	La hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis de investigación	Conclusión	La hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis de investigación

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La investigación se basó en determinar el efecto antiarrugas de una crema para uso cosmético hecha a base de aceite de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*).

En la tabla 8.1.1 se puede observar que a partir de 430 gramos de material vegetal seco (semilla), se obtuvieron 59.7 gramos de aceite vegetal, obteniendo un 13.89% de rendimiento real. Este rendimiento es bajo comparado con el rendimiento teórico establecido en la bibliografía para el método de extracción de prensado en frío como se observa en los resultados. Debido a que en un proceso experimental nunca se obtiene una recuperación del 100% de muestra.

Se extrajo la materia prima y se realizaron análisis de control de calidad microbiológico y fisicoquímico. En la tabla 8.2.1 se observan los resultados de los ensayos de control de calidad microbiológicos realizados al aceite de marañón según las especificaciones definidas por el RTCA 71.03.45:07. El resultado obtenido refiere que el aceite de marañón puede ser utilizado en la formulación y elaboración de productos cosméticos, ya que cumple con recuento de mesófilos aerobios, mohos y levaduras y ausencia de microorganismos patógenos. Los resultados de control de calidad fisicoquímicos se pueden observar en la tabla 8.3.1, donde se comprobó la ausencia de rancidez oxidativa mediante el ensayo de kreis según la Norma COGUANOR 34 072 h12; dando un resultado negativo para las tres muestras obtenidas de la extracción del aceite, determinando que el aceite de marañón carece de enranciamiento. Las pruebas microbiológicas y la prueba fisicoquímica realizadas como parte del ensayo de control de calidad del aceite de marañón fueron importantes. Con la prueba microbiológica se aseguró la inocuidad del aceite y con la prueba fisicoquímica se aseguró que los ácidos grasos estuvieran en buenas condiciones, ya que estos son parte de los compuestos que aportan las propiedades antiarrugas al aceite; asegurando la inocuidad y eficacia en la formulación cosmética.

Una vez obtenidos los resultados deseados del control de calidad del aceite extraído se continuó con el proceso de formulación de una crema cosmética a partir del aceite de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*). La formulación presentó características específicas aportadas por la materia prima.

En la tabla 8.4.1 se describen las características físicas y las cualidades mínimas que toda crema debe tener para un desempeño adecuado, dando como resultado un pH neutro, el cual es importante para no dañar la integridad de la piel con un pH básico. El aspecto de la formulación fue homogéneo sin separación de fases ni formación de exudados y poseía un color y olor característico. La crema presentaba una consistencia semisólida y fue bien tolerada por la piel de las voluntarias, presentando una textura agradable, una fácil aplicación, siendo inocua y respetando la integridad de la piel; esto según la opinión y las observaciones de las 10 voluntarias.

Para comprobar la ausencia de contaminación por microorganismos patógenos en la formulación cosmética se realizaron pruebas de control de calidad microbiológico. Los resultados según las especificaciones del RTCA 71.03.45:07 se presentan en la tabla 8.5.1, dando como resultado que la crema hecha a base del aceite de la nuez de marañón puede ser utilizada como producto cosmético ya que cumple con recuento de mesófilos aerobios, mohos y levaduras y ausencia de microorganismos patógenos.

En las gráficas 1 y 2 se observan los porcentajes de disminución de arrugas para ambos ojos en cada voluntaria. Puede observarse que en las voluntarias 2, 3, 4, 5, 8, 9 y 10 la disminución del porcentaje de arrugas en el ojo derecho es mucho mayor que el porcentaje de disminución de arrugas del ojo izquierdo. Es decir, la diferencia del porcentaje de disminución entre el ojo derecho y el ojo izquierdo en cada voluntaria es mucha. La razón por la que el ojo derecho se comportó de manera tan diferente que el ojo izquierdo en la misma voluntaria fue debido a la profesión a la que se dedicaban, estando más expuestas que las voluntarias 1, 6, y 7 a recibir la radiación solar; por lo que el fotodaño en las voluntarias 2, 3, 4, 5, 8, 9 y 10 impidió que el lado izquierdo disminuyera el mismo porcentaje de arrugas que el lado derecho. La voluntaria 2 manifestó tener un trabajo de oficina en donde el sol pegaba directamente en el lado izquierdo, la voluntaria 3 era maestra en un salón de clases y el pizarrón daba justo a la puerta, la voluntaria 4 era directora de un colegio por lo que también tenía un trabajo de oficina en donde el sol daba directo en su lado izquierdo, la voluntaria 5 era ama de casa (salía con regularidad a lavar platos y ropa porque la pila quedaba en una galera en la terraza), la voluntaria 8 conducía con regularidad al igual que la voluntaria 10 y la voluntaria 9 manifestó tener un trabajo de oficina donde la

ventana pegaba directamente en el lado izquierdo de su cuerpo. Todas las voluntarias mencionadas anteriormente coincidieron en que debido a sus profesiones estaban más expuestas a los rayos del sol justamente del lado izquierdo de su cuerpo, por lo que estaban más expuestas que las voluntarias 1, 6 y 7 que manifestaron casi no tener contacto con la radiación del sol, además de proteger su piel siempre con bloqueador solar.

El promedio de disminución de arrugas para el ojo derecho fue de 21.81% (Gráfica 1) y el promedio de disminución de arrugas para el ojo izquierdo fue de 21.08%, (Gráfica 2) teniendo una diferencia entre ambos ojos del 0.73%. El promedio en ambos ojos es muy similar, sin embargo, puede observarse según los resultados que el ojo derecho tuvo una disminución mayor de arrugas que el ojo izquierdo, por lo que se puede observar que la desviación para el ojo derecho (1.95789) (Tabla 8.7.1) es menor que la desviación para el ojo izquierdo (2.708013) (Tabla 8.7.2). La variación en la diferencia pudo deberse a diversos factores, tales como: la aplicación de la crema no fue pareja para ambos ojos, la falta de cumplimiento en la aplicación del producto cosmético, además del fotodaño de las voluntarias mencionado anteriormente.

Una vez obtenidos los porcentajes de arrugas tanto del ojo derecho como del ojo izquierdo, los resultados se analizaron estadísticamente mediante la T de Student con el propósito de comparar y así poder determinar si existía diferencia significativa en las arrugas del ojo derecho e izquierdo de las voluntarias al final de la prueba. En la tabla 8.7.1 se pueden observar los datos del análisis de la prueba del ojo derecho de las voluntarias, obteniendo como resultado un valor de $t=5.6530$ y un valor de $p=0.0002$ y en la tabla 8.7.2 se pueden observar los datos del análisis de la prueba del ojo izquierdo de las voluntarias, obteniendo como resultado un valor de $t=3.5032$ y un valor de $p=0.0033$. Se trata de un ensayo a dos colas, el valor crítico para el 95% de $t_{0.05}=2.262$, lo que permite establecer las zonas de aceptación y rechazo. En la tabla 8.7.3 se observa la hipótesis nula y la hipótesis alterna (hipótesis de investigación) planteada tanto del ojo derecho como del ojo izquierdo de las participantes. Observando los valores de t tanto para el ojo derecho como para el ojo izquierdo, ambos valores de t están por encima del valor crítico de t al 95%. Se comprueba que el resultado es estadísticamente significativo (y permite rechazar la hipótesis nula) ya que los dos valores de p (ojo derecho y ojo izquierdo) están por debajo del nivel de

significancia ($p < 0.05$). Por lo que se acepta la hipótesis alterna, quedando como conclusión que la crema hecha a base del aceite de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*) ejerce una disminución en las arrugas de la piel, proporcionando una mejora parcial en su estructura.

10. CONCLUSIONES

- 10.1** El aceite extraído de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*) cumple con las especificaciones microbiológicas establecidas por la AOAC.
- 10.2** El aceite extraído de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*) cumple con el ensayo fisicoquímico (ensayo de kreis), indicando ausencia de rancidez oxidativa.
- 10.3** Las características de la formulación final fueron pH neutro, aspecto homogéneo sin separación de fases ni formación de exudados, consistencia semisólida, color y olor aceptable.
- 10.4** El producto formulado a base de aceite de marañón cumple con las especificaciones microbiológicas para productos cosméticos establecidas por el RTCA 71.03.45:07.
- 10.5** El efecto antiarrugas de la crema hecha a base de aceite de marañón (*Anacardium occidentale L.*) fue de 21.81% para el ojo derecho y 21.08% para el ojo izquierdo, observando una disminución del porcentaje de ritides (arrugas) presentado en las voluntarias al día final de uso del producto cosmético.
- 10.6** El aceite de la nuez de marañón (*Anacardium occidentale L.*) posee propiedades que ejercen un efecto en la disminución de arrugas epidérmicas, proporcionando una mejora parcial en la estructura de la piel.

11. RECOMENDACIONES

- Formular un producto cosmético con una mezcla de aceites con propiedades antiarrugas (incluyendo el aceite de marañón) y evaluar la sinergia del efecto antiarrugas en las voluntarias por el mismo período de tiempo.
- Evaluar mediante un estudio la estabilidad de la formulación cosmética hecha a base de aceite de marañón (*Anacardium occidentale L.*) para indicar el grado de estabilidad del producto cosmético en las diversas condiciones a las que pueda estar sujeto.
- Comparar la formulación cosmética hecha a base de aceite de marañón con una crema antiarrugas comercializada actualmente, para determinar el efecto en la disminución de arrugas de ambas cremas.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acofarma. (2007). Fichas de Información Técnica. Recuperado de:

<http://lafarmaciadefelix.com/blog/wp-content/uploads/formulacion-emulsiones-pdf.pdf>

Calderón, C. & Concuá, C. (2015). Extracción de pectina de *Malus domestica* (manzana) y

Daucus carota (zanahoria) para la utilización en suspensiones y emulsiones cosméticas. Tesis de Licenciatura. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3765.pdf

Castillo, R. (2011). Elaboración de una Crema Cutánea Suavizante con Aceite de Nuez.

Desarrollo Tecnológico. UNAM. Recuperado de: http://www.feriadelas-ciencias.unam.mx/antiores/feria20/feria204_01_elaboracion_de_una_crema_cutanea_suavizante_con_ac.pdf

Coronado, A. (1999). Marañón. UFG. Recuperado de:

<http://ri.ufg.edu.sv/jspui/bitstream/11592/7369/3/664.763-C828d-Capitulo%20II.pdf>

Conabio. (2010). *Anacardium occidentale* L. Recuperado de:

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/1-anaca1m.pdf

Contreras, F. (2012). Una Finca Típica, para Descubrir la Cultura del Marañón. Recuperado

de: <http://aguadulce.panama.overblog.com/una-finca-tipica-para-descubrir-la-cultura-del-maranon>

Chávez, J. & Sánchez, D. (2011). Producción y Caracterización del Fruto Marañón

(*Anacardium Occidentale*) Ubicado en el Corregimiento de Zapatosa Municipio de Tamalameque. Recuperado de: http://www.upc-aguachica.edu.co/articulos/upciencia_maranon.pdf

Doradea, J. A. (2013). Evaluación del Rendimiento y Calidad del Aceite Fijo de Pulpa de

Aguacate (*Persea Americana Hass*) Obtenido por Presión en Frío en Función del Proceso de Secado. Tesis de Licenciatura. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1333_Q.pdf

Delgado, M., Modroño, M., Mujica, V., Ramírez, M., Rodríguez, M., Yamal, E. &

- Velásquez, I. (2010). Evaluación del Proceso de Extracción de Aceite de la Semilla de Merey (*Anacardium Occidentale L.*) a Escala Piloto en el Laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad de Carabobo. Revista Tecnológica de Ingeniería, 33(1). Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702010000100006
- Hernández, Z. E. (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. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1467_IN.pdf
- Hernández, J. F. (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. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_0330.pdf
- Kirk, R..S., Sawyer, R.. & Egan, H. (2008). Composición y Análisis de los Alimentos de Pearson. 9ª Ed. Ríos, J.L. Trad. México: Grupo Editorial Patria.
- Lafont, J. J., Páez, M.S. & Portacio, A.A. (2011). Extracción y Caracterización Físicoquímica del Aceite de la Semilla (Almendra) del Marañón (*Anacardium occidentale L.*). Información Tecnológica. 22(1). Recuperado de: <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v22n1/art07.pdf>
- López, A. (2010). AISLAMIENTO Y CUANTIFICACIÓN DE ÁCIDOS ANACÁRDICOS EN LA ESPECIE DE *Anacardium occidentale* (Marañón) DE LA REGIÓN DE TEZONAPA. Tesis de Licenciatura. Recuperado de: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/38020/1/lopezespindolaadrian.pdf>
- McLaughlin, J., Balerdi, C. & Crane, J. (2011). The Cashew Apple (*Anacardium occidentale*) in Florida. Recuperado de: <http://miamidade.ifas.ufl.edu/old/programs/urbanhort/publications/PDF/CashewApple.PDF>
- Montenegro, M. F. & Obando, R. J. (2015). Extracción y caracterización de aceite de la nuez del marañón (*Anacardium Occidentale L.*). Universidad Centroamericana, Nicaragua. Tesis de Licenciatura. Recuperado de: http://www.academia.edu/19433252/Extracci%C3%B3n_y_Caracterizaci%C3%B3n_de_Aceite_de_la_Nuez_de_Mara%C3%B1%C3%B3n

- Mujica, V., Delgado, M., Ramírez, M., Velásquez, I., Pérez, C. & Rodríguez, M. (2010).
Formulación de un producto cosmético con propiedades antiarrugas a partir del
aceite de semilla de merey (*Anacardium Occidentale L.*). Revista de la Facultad de
Ingeniería UCV, 25(2). Recuperado de:
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652010000200013
- Pacay, M. (25 de marzo de 2002). Fruto del huerto. El jocote marañón es fuente importante
de vitaminas. Prensa Libre. Recuperado de: http://www.prensalibre.com/vida/Fruto-huerto_0_54595405.html
- Palomo, M. E. (2011). Bases para Cosmética. Recuperado de:
https://reلمumapu.files.wordpress.com/2011/07/ficha_crema_noionica.pdf
- Pérez, M. & Ruano, A. (2004). Vitaminas y Salud. OFFARM. 23(8). Recuperado de:
[file:///C:/Users/Administrador/Downloads/13065403_S300_es%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Administrador/Downloads/13065403_S300_es%20(2).pdf)
- Perone, A. P. (2012). El Uso Popular de Marañón (*Anacardium Occidentale L.*) en
Tabatinga (Amazonas, Brasil) Y Su Potencial Como Planta Cicatrizante. Tesis de
Maestría. Recuperado de:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/9558/1/anapaulaperonedeandrade.2012.pdf>
- Sánchez, S. D. (2012). Cultivos en Guatemala. Recuperado de:
<https://es.scribd.com/doc/52422220/CULTIVOS-EN-GUATEMALA>
- Sanchez, L. (2009). Envejecimiento cutáneo: Prevención y Tratamiento. Combatir el paso
del tiempo. NEWS. Farmacia Lauria. Recuperado de:
https://www.farmacialauria.com/esp/09_articulos/rcs_articulos/NEWS_Lauria_001.pdf
- Sindoni, M., Hidalgo, P. & Méndez, J. (2009). El merey (*Anacardium occidentale L.*): La
especie frutal de las sabanas Orientales de Venezuela. Instituto Nacional de
Investigaciones Agrícolas. Recuperado de: <http://www.bioline.org.br/pdf?cg09001>
- Sistema Nacional de Información Forestal. (2008). *Anacardium occidentale L.* Secretaria
del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT. Recuperado de:
<file:///C:/Users/Administrador/Downloads/AnacardiumOccidentale.pdf>

Suñer, E. & Codina, A. (2012). Formulación Cosmética. Recuperado de:

http://www.aprofarm.org/doc/06_COSMETICA.pdf

Tello, M. S. (2012). Formulación de una Crema Hidratante Elaborada con Ingredientes

Orgánicos a Base de Sábila. Tesis de Licenciatura. Recuperado de:
http://www.academia.edu/13334730/FORMULACION_DE_UNA_CREMA_HIDRATANTE_A_BASE_SABILA

Vega, A. (2004). Guía para la Elaboración de Aceites Comestibles, Caracterización y

Procesamiento de Nueces. Bogotá, Colombia: Convenio Andrés Bello.

Ventura, E. R. (2006). Determinación de la Actividad Antioxidante del Laurel (*Litsea*

Guatemalensis), y su uso en Emulsiones Cosméticas. Tesis de Licenciatura.
Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3085.pdf

13. ANEXOS

ANEXO 1

1.1 Antecedentes históricos

El nombre original del marañón (*Anacardium occidentale L.*) en portugués brasileño es cajú, palabra que deriva del tupí acajú. Cuando llegaron los colonizadores portugueses, les llamo mucho la atención las propiedades nutricionales de sus nueces. Se dice que estos llevaron las semillas a la India en 1568 y a partir de ahí fue introducido en el sudoeste asiático, llegando a África en la segunda mitad del siglo XVI. Estados Unidos hizo las primeras importaciones de semillas desde la India en 1905 (Sistema Nacional de Información Forestal, 2008). El marañón (*Anacardium occidentale L.*) pertenece a un género de 400 especies de árboles y arbustos, es un árbol de crecimiento rápido, de madera blanca, de copa frondosa y hojas tupidas, propagado por semillas. El clima más adecuado para el cultivo del marañón es cálido seco. El fruto está compuesto por dos partes, la nuez y la pera. La pera es la parte carnosa y es hasta 10 veces más grande que la nuez que, a la vez, contiene una almendra rodeada por una cubierta dura y una capa intermedia llamada pericarpio. El marañón es originario de la zona tropical de Brasil. El género tiene un centro primario de diversidad en la Amazona y uno secundario en Plan Alto, Brasil. En Guatemala existe un enorme potencial para la producción de este cultivo, sobre todo, en áreas ubicadas entre los 100 y 250 msnm, donde se produce marañón de alta calidad. El árbol de marañón se cultiva en Guatemala, se distribuye en regiones cálidas del país (Hernández, 2007) (Hernández, 2005).

1.2 Descripción Botánica

El *Anacardium occidentale L.* es un árbol silvestre que pertenece a la familia Anacardiaceae. El árbol puede ir de pequeño a mediano, de 1.5 a 10 m (hasta 15 m) de altura, en su hábitat natural y entre 12 y 20 m en plantaciones comerciales, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 40 cm. La copa es amplia, densa, en forma irregular o globosa, follaje extendido, de más de 10 m de diámetro en árboles viejos. Posee un tronco grueso y contorsionado. La corteza externa es suave, café o gris con lenticelas dispersas y toscas fisuras longitudinales (agrietada). La corteza interna de color blancuzco a castaño,

gruesa, amarga y astringente y contiene una savia lechosa. Las Flores son pequeñas y aromáticas de color verdoso o gris con un poco de tinte rosado a rojizo. El fruto es una drupa subreniforme de 2 a 4 cm de largo por 1 a 2.5 cm de ancho, gris o café, suspendida en el extremo de un pedicelo alargado y carnoso en forma de pera "fruto falso" (ver Imagen 1). Solamente 1 ó 2 frutos por grupo de flores llegan a madurar. El fruto consta de dos partes: el seudofruto y la nuez. El seudofruto, denominado manzana de cajú, es el resultado del desarrollo del pedúnculo en una estructura carnosa característica de esta planta que se desarrolla y madura posteriormente a la nuez. Su uso está relacionado con la fabricación de mermeladas, conservas dulces, jaleas, gelatinas, merey pasado, merey seco, vino, vinagre, jugos, etc. A pesar de que esta parte del fruto posee un gran potencial, solo se procesa un 6% de la producción total actual ya que únicamente hay garantía de venta en el mercado para las semillas, debido a que éstas tienen mucha mayor demanda. El fruto real es la nuez (ver Imagen 2), localizada en la parte externa del pseudofruto y adyacente a este. Es de color gris con forma de riñón, duro y seco de unos 3 a 5 cm, en donde se aloja la semilla. (Sistema Nacional de Información Forestal, 2008) (Chávez & Sánchez, 2011).

1.3 “Fruto, Pseudofruto y semillas del *Anacardium occidentale* L.”



Fuente: Contreras, 2012.

ANEXO 2: PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE

2.1 “Prensa hidráulica”



2.2 “Extracción del aceite con prensado en frío”



2.3 “Residuo del marañón después de la extracción”



ANEXO 3: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL ACEITE DE MARAÑÓN

3.1 “Informe de Resultados del Análisis Microbiológico”

ID: 7222 - MEDICAMENTO MARIA FERNANDA BATRES

<https://lafym.clinsis.com/PatientFisioDetails?imprimir=YES&no...>

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

**Laboratorio de Análisis Físicoquímicos
y Microbiológicos - LAFYM**

3a. Calle 6-47, Zona 1
Centro Histórico, Guatemala Ciudad
Tel: 2253-1319
Email: lafymusac@gmail.com

Empresa : **MARIA FERNANDA BATRES**
N° de la muestra : **7222** (Protocolo firmado)
Temperatura : **Ambiente**
Muestra : **MEDICAMENTO**
Captación : **No aplica**

Fecha de toma de la muestra : **21/03/2019 12:52**
Fecha de recepción : **21/03/2019 12:52**
Número de lote : **ACEITE DE MARAÑÓN**

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE COSMÉTICOS

ANÁLISIS	RESULTADO	DIMENSIONAL	RTCA 71.03.45:07
Recuento total de mesófilos aerobios	< 10 UFC/g	UFC/g	< 10 ³
Recuento de Mohos y Levaduras	< 10 UFC/g	UFC/g	< 10 ²
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP.Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

Conclusión:

La muestra recibida y analizada en el laboratorio cumple con los límites recomendados, por lo que se considera satisfactoria.

Nomenclatura utilizada:

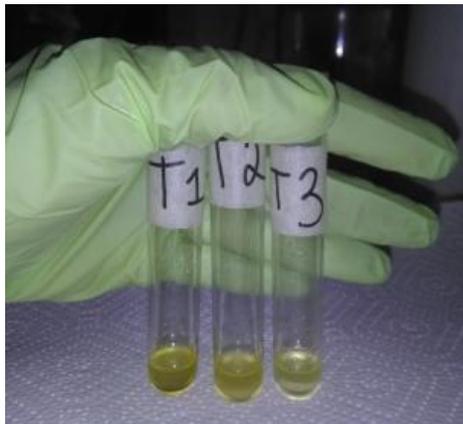
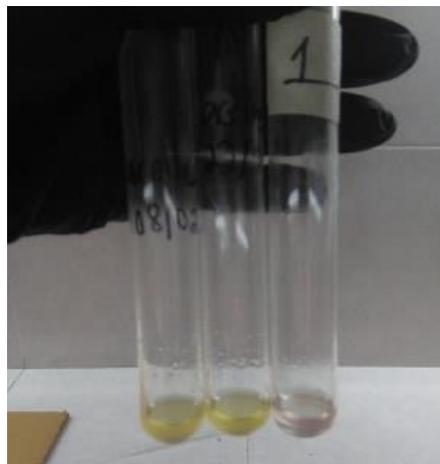
UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo
UFC/mL Unidades Formadoras de Colonia por mililitro

Licda. Ana Rodas de García, QB.
Jefatura

Licda. Ana E. Rodas García
QUÍMICA BIÓLOGA
COL. 2323



Este Resultado se refiere unicamente a la muestra analizada.
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

ANEXO 4: PRUEBA DE RANCIDEZ: ENSAYO DE KREIS**4.1 “Las tres muestras del aceite de marañón extraído”****4.2 “Negativo para el ensayo de kreis a las tres muestras extraídas”****4.3 “Muestras comparadas con un blanco”**

ANEXO 5: PROCESO DE MANUFACTURA

5.1 “Las dos fases de la emulsión en calentamiento”



5.2 “Homogeneizando las dos fases de la emulsión”



5.3 “Presentación final de la emulsión”



ANEXO 6: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO COSMÉTICO

6.1 "Informe de Resultados del Análisis Microbiológico"

7221 - MEDICAMENTO MARIA FERNANDA BATRES https://lafym.clinsis.com/PatientFisioDetails?imprimir=YES&nc



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

**Laboratorio de Análisis Físicoquímicos
y Microbiológicos - LAFYM**
3a. Calle 6-47, Zona 1
Centro Histórico, Guatemala Ciudad
Tel: 2253-1319
Email: lafymusac@gmail.com

Empresa : MARIA FERNANDA BATRES **Fecha de toma de la muestra : 21/03/2019 12:50**
N° de la muestra : 7221 (Protocolo firmado) **Fecha de recepción : 21/03/2019 12:50**
Temperatura : Ambiente **Número de lote : CREMA DE MARAÑÓN**
Muestra : MEDICAMENTO
Captación : No aplica

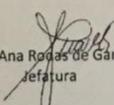
COSMÉTICOS

ANÁLISIS	RESULTADO	DIMENSIONAL	RTCA 71.03.45:07
Recuento total de mesófilos aerobios	< 10 UFC/g	UFC/g	< 10 ³
Recuento de Mohos y Levaduras	< 10 UFC/g	UFC/g	< 10 ²
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP.Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

Conclusión:
La muestra recibida y analizada en el laboratorio cumple con los límites recomendados, por lo que se considera satisfactoria.

Nomenclatura utilizada:
 UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo
 UFC/mL Unidades Formadoras de Colonia por mililitro


 Licda. Ana Rodas de García, QB.
Jefatura


 Licda. Ana E. Rodas García
 QUÍMICA BIÓLOGA
 COL. 2323

Este Resultado se refiere unicamente a la muestra analizada
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

1 de 1
7/05/2019 13:39

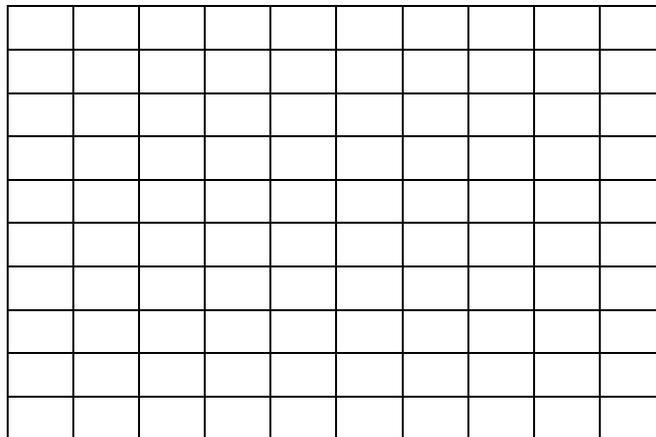
ANEXO 7: CÁLCULOS DEL PORCENTAJE DE RENDIMIENTO

Peso del marañón: 430 gramos

Peso frasco ámbar: 100 gramos

Peso total del frasco: 159.7 gramos

$$\frac{59.7 \text{ g}}{430 \text{ g}} * 100 = 13.89$$

ANEXO 8:**8.1 “Plantilla cuadriculada utilizada para el conteo de ritides (arrugas)”**

ANEXO 9: ANÁLISIS DE RESULTADOS T DE STUDENT

9.1 “Análisis estadístico del ojo derecho y del ojo izquierdo”

```
10 . ttest der0= der90
```

```
Paired t test
```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
der0	10	14.7	1.483614	4.6916	11.34383	18.05617
der90	10	11.2	.9404491	2.973961	9.072556	13.32744
diff	10	3.5	.6191392	1.95789	2.09941	4.90059

```

      mean(diff) = mean(der0 - der90)
Ho: mean(diff) = 0
Ha: mean(diff) < 0
Pr(T < t) = 0.9998

      t = 5.6530
degrees of freedom = 9
Ha: mean(diff) != 0
Pr(|T| > |t|) = 0.0003
Ha: mean(diff) > 0
Pr(T > t) = 0.0002

```

```
11 . ttest izq0= izq90
```

```
Paired t test
```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
izq0	10	12.7	1.374773	4.347413	9.590048	15.80995
izq90	10	9.7	.8950481	2.830391	7.675261	11.72474
diff	10	3	.8563488	2.708013	1.062804	4.937196

```

      mean(diff) = mean(izq0 - izq90)
Ho: mean(diff) = 0
Ha: mean(diff) < 0
Pr(T < t) = 0.9967

      t = 3.5032
degrees of freedom = 9
Ha: mean(diff) != 0
Pr(|T| > |t|) = 0.0067
Ha: mean(diff) > 0
Pr(T > t) = 0.0033

```



María Fernanda Batres Solares

TESISTA



Lic. Julio Gerardo Chinchilla Vettorazzi

ASESOR



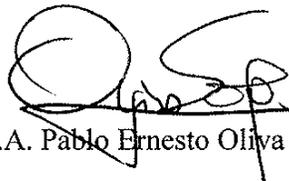
M.A. Alma Lucrecia Martínez de Haase

REVISORA



M.A. Alma Lucrecia Martínez de Haase

DIRECTORA DE ESCUELA



M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto

DECANO