



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA**

**PROPIEDADES ANTIOXIDANTES, ANTIBACTERIANA Y
ANTIINFLAMATORIA DE ROSA MOSQUETA.**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO
DE LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA**

**AUTORES: DIEGO ARRATIA ROJAS
JAVIERA VILLALOBOS CONTRERAS
PROFESOR GUÍA: TM. PhD. LUIS GUZMÁN JOFRÉ.**

**TALCA-CHILE
2020**

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2021

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1.General	2
2.2.Específicos	2
3. METODOLOGÍA	3
4. MARCO TEÓRICO	4
4.1.Generalidades de la rosa mosqueta	4
4.2.Capacidad antioxidante de la rosa mosqueta	10
4.3.Capacidad antiinflamatoria de la rosa mosqueta	23
4.4.Capacidad antimicrobiana de la rosa mosqueta	28
5. CONCLUSIONES	33
6. BIBLIOGRAFÍA	34

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Taxonomía de la rosa mosqueta	6
TABLA 2: Efecto de GOPO® en la quimiotaxis de polimorfonucleares.	26
TABLA 3: Concentración mínima inhibitoria, concentración mínima bactericida y efecto bactericida del polvo de rosa mosqueta.	29
TABLA 4: Acción del extracto de fruto de rosa mosqueta en la inhibición de bacterias desencadenantes de enfermedades autoinmunes inflamatorias.	32

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Arbusto de la Rosa mosqueta.	5
FIGURA 2: Hojas y flor de la rosa mosqueta.	7
FIGURA 3: Fruto de la Rosa mosqueta.	8
FIGURA 4: Semillas Rosa mosqueta.	9
FIGURA 5: Agallas de rosa mosqueta producidas por <i>Diplolepis mayri</i> .	12
FIGURA 6: Estructura química del ácido ascórbico.	13
FIGURA 7: Estructura química de antioxidantes.	16
FIGURA 8: Estructura química de β -caroteno y licopeno.	18
FIGURA 9: Estructura química de tocoferoles y tocotrienoles.	20
FIGURA 10: Estructura química de α -tocoferol y γ -tocoferol.	21
FIGURA 11: Estallido respiratorio.	24
FIGURA 12: Halos de inhibición: Acción antimicrobiana del polvo de rosa mosqueta en: (12A). <i>Staphylococcus aureus</i> . (12B). <i>Escherichia coli</i> . (12C). <i>Klebsiella pneumoniae</i>	29

RESUMEN

El estrés oxidativo se caracteriza por ser un desequilibrio entre los agentes oxidantes y los antioxidantes. Para compensar esta situación, previniendo el estrés oxidativo y los efectos de este, una de las mejores opciones es incorporar antioxidantes a través de la dieta. La rosa mosqueta, la que tiene diversas especies, es una planta que fue introducida a Chile durante la época de la conquista española y, en la actualidad, es la principal planta medicinal exportada por nuestro país, de la cual se han descrito numerosas propiedades, tales como antioxidantes, antiinflamatorias y actividad antibacteriana de sus diversos componentes, además de otros efectos como combatir la deshidratación de la piel debido a sus altos niveles de ácidos grasos, ser efectiva para resfríos por su alto contenido de vitaminas, entre otros. Por tanto, con el presente trabajo se busca presentar un análisis de la evidencia de las propiedades biológicas de la rosa mosqueta y sus componentes en estos últimos 20 años.

Palabras claves: Rosa mosqueta; actividad antioxidante; actividad antimicrobiana; actividad antiinflamatoria; escaramujo; semilla; extracto; polvo.

1. INTRODUCCIÓN

La **rosa mosqueta** es un arbusto silvestre de la familia de las rosáceas. Es originaria de Europa del Este, pero actualmente también puede encontrarse en América, Asia y norte de África. En Chile, crece en forma silvestre en el sur y se caracteriza por crecer en suelos duros, sin necesidad de un clima especial. Es altamente utilizada en la industria, principalmente en la cosmética, debido a que a partir de sus semillas se puede extraer aceites los cuales se utilizan en diversos productos de belleza y alimentaria, ya que a partir de la cáscara se pueden realizar infusiones o mermeladas.

En Chile, la rosa mosqueta se considera una maleza, por lo que se realiza exportación de esta principalmente a Europa. Además, en nuestro país se utiliza popularmente en infusiones, en la que mezclan frutos, flores y semillas, para tratar diarreas, tos, resfríos y aceites como cicatrizante.

El nombre de rosa mosqueta es un nombre genérico que se da a una variedad de rosa silvestre del género rosa (familia de las rosáceas). Las más utilizadas son la *rosa rubiginosa* que también es conocida como rosa mosqueta, la *rosa canina* y la *rosa moschata*. La diferencia entre estas es muy leve, pero podrían distinguirse por la flor, tamaño y forma del arbusto y el lugar de procedencia.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evidenciar la actividad biológica de los distintos componentes de la rosa mosqueta.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir la capacidad antioxidante de los distintos componentes de la rosa mosqueta.
2. Evidenciar la capacidad antiinflamatoria de los distintos componentes de la rosa mosqueta.
3. Describir la actividad antibacteriana de distintos extractos de rosa mosqueta.

3. METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA

Se realizó una revisión bibliográfica relacionada con la información disponible acerca de las propiedades biológicas de la rosa mosqueta. Para esta búsqueda, se consultó en revistas indexadas para así asegurar que estos artículos han cumplido con criterios de calidad, los que les ha permitido ingresar a bases de datos internacionales y nacionales. Las bases de datos consultadas fueron: ScienceDirect, Scopus, PubMed, Web of Science y Scielo con la finalidad de revisar trabajos publicados relacionados con el tema investigado, durante los últimos 20 años.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. GENERALIDADES DE LA ROSA MOSQUETA

La rosa mosqueta es un arbusto que puede llegar a crecer 1-2 metros de altura, es de rápido crecimiento, florece al segundo año, a partir de semillas y esquejes y el primer año a partir de estacas (Figura 1). Tiene hojas anuales ovaladas de bordes serrados, de anverso liso y reverso velludo de 1,5 - 2 cm de longitud, flores de cinco pétalos rosados, solitarias o agrupadas de dos a tres. No es exigente respecto a la calidad del suelo, pero sí en relación con la gran luminosidad que necesita. Es una planta muy resistente a plagas y enfermedades. Crece en forma natural en toda Europa (Polonia, Balcanes, Hungría y el Cáucaso), oeste de Asia y norte de África, aunque su uso se ha extendido a lo largo del mundo debido a sus propiedades. Fue introducida a Chile durante la conquista y en la actualidad se puede encontrar desde la provincia de Colchagua hasta las provincias de Valdivia y Osorno. (1)



Figura 1: Arbusto de la rosa mosqueta. Arbustos ramificados desde la base, con numerosos tallos de hasta tres metros de largo, delgados y cubiertos de abundantes espinas ganchudas. Tomado de Tacón, A. 2017. (2)

El género *Rosa* está compuesto por más de 100 especies distintas (Tabla 1), pero en Chile la *R. rubiginosa* es la más abundante, la *R. canina* se distribuye en pequeños grupos y *R. moschata* se ubica principalmente en la cuenca de Santiago. Chile es el principal productor y exportador de rosa mosqueta, con un 85 por ciento de la oferta mundial, ya que esta cubre alrededor de 15.000 hectáreas. (1)

Tabla 1: Taxonomía de la rosa mosqueta. Tomado y adaptado de Tormo, R. 2014. y Ohacoa, E. 2018. (3, 4)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Género	Rosa
Especie	<i>Rosa canina</i> , <i>rosa dumalis</i> , <i>rosa rubiginosa</i> (<i>rosa eglantheria</i>), <i>rosa moschata</i> , <i>rosa sempervirens</i> , etc

Esta planta se utiliza principalmente en la industria alimentaria para la producción de mermelada, puré, gelatina, jarabe, compotas, bebidas, postres, galletas, pasteles, etc. Además del contenido de componentes bioactivos, las frutas tienen un sabor y un aroma muy agradable lo que hace que la rosa mosqueta seca sea muy beneficiosa para la producción de té de sabor (1). Los té hechos de escaramujo tienen tendencias leves a laxantes y diuréticos, ayudan a regular el ciclo menstrual y detienen los períodos abundantes. Las infusiones hechas de hojas y pétalos (Figura 2) son relajantes para la piel y pueden ayudar a curar erupciones y abrasiones. Una infusión de pétalos es buena para reducir la fiebre, ayudar al hígado y la vesícula biliar, y tratar los síntomas de resfriados e influenza, como secreción nasal y dolor de garganta. Además, los pétalos también son buenos para detener la diarrea. (5)

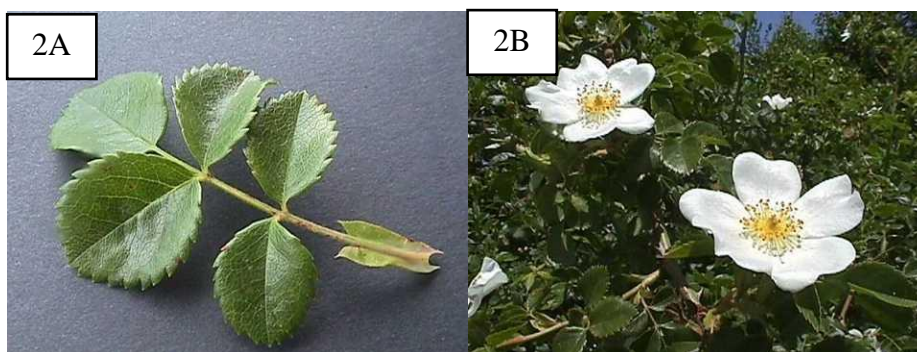


Figura 2: Hojas y flor de la rosa mosqueta. (2A) Hojas de la rosa mosqueta. Hojas anuales ovaladas de bordes serrados, de anverso liso y reverso velludo. **(2B) Flor de la rosa mosqueta.** Las flores tienen cinco pétalos libres, de color rosado o blanco-rosado y olor almizclado, dependiendo de la especie. Tomado de Tormo, R. 2014. (3)

La rosa mosqueta contiene compuestos biológicos activos, como carotenoides, tocoferoles, polifenoles y aminoácidos, hay diversas especies que tienen los mismos efectos y son similares, donde solo cambia el lugar de procedencia o el color de la flor. (6)

Los frutos o escaramujos se encuentran en varios tamaños y colores, desde amarillo-naranja hasta rojo oscuro (Figura 3) y, a veces, incluso negro, dependiendo del patrón de pigmentos como carotenoides, flavonoides o antocianinas. (7)



Figura 3: Fruto de la rosa mosqueta. La imagen muestra el fruto, escaramujo o cadera. Es de color rojo, tiene una cáscara semiblanda de 1 mm de espesor, de color rojo anaranjado brillante, que contiene semillas en su interior. Tomado de Tacón, A. 2017. (2)

Debido a la presencia de una gran cantidad de carotenoides y ácido ascórbico junto con azúcares naturales, ácidos orgánicos, ácidos grasos poliinsaturados, fenólicos y aceites esenciales, (8) la fruta de la rosa mosqueta se ha utilizado durante mucho tiempo para la prevención y el tratamiento de enfermedades infecciosas, resfriados, trastornos gastrointestinales y enfermedades del tracto urinario, (9) ya que se ha demostrado que los extractos poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, inmunomoduladoras, anticancerígenas, cardioprotectoras, antidiabéticas, neuroprotectoras y antimicrobianas por lo que se consideran beneficiosos contra diversas enfermedades como la enfermedad del hígado graso no alcohólico, osteoartritis, artritis reumatoide, obesidad, entre otras patologías. (10) Es común que el fruto sea consumido como té, mermelada y bebidas además de ser usado como ingrediente en bebidas probióticas, yogures y sopas como suplementos para la salud. (11)

Las semillas de rosa mosqueta constituyen aproximadamente el 30% en peso de la fruta (Figura 4) y es un producto de desecho en el proceso de producción industrial de los alimentos, como lo son té de hierbas, jugo de frutas, gelatina, mermelada y también se usan como aditivo, principalmente en bebidas probióticas, yogures y sopas en las que se utiliza la pulpa del fruto de la rosa mosqueta. (12)



Figura 4: Semillas rosa mosqueta. La imagen muestra el escaramujo con numerosas semillas en su interior, las cuales se utilizan para la obtención de aceite de la rosa mosqueta, el cual tiene valiosas propiedades. Tomado de Tormo, R. 2014. (3)

La cáscara de rosa mosqueta es un subproducto subutilizado, que permanece después de la extracción de la semilla de la fruta, para la preparación del aceite. Este subproducto es rico en pigmentos carotenoides y representa una oportunidad para la obtención de extractos con propiedades antioxidantes y pigmentadoras y, por ende, para aumentar el valor económico de la rosa mosqueta y su utilización para cualquier industria relacionada. (13)

4.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA ROSA MOSQUETA.

Un antioxidante es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. La oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante. Los antioxidantes son los responsables de la eliminación o conversión de especies reactivas de oxígeno (ERO) a productos menos reactivos. (15) Es así entonces que algunas ERO se transforman en peróxido de hidrógeno que es más estable, H_2O_2 , para luego ser convertido en O_2 y H_2O por la enzima catalasa. Otras enzimas antioxidantes como la superóxido dismutasa y la glutatión peroxidasa contribuyen adicionalmente a la desintoxicación de ERO en los tejidos. (16) Por otra parte, la dieta es la principal fuente de antioxidantes exógenos, como los polifenoles, ciertas vitaminas (C, E, β -caroteno) y componentes minerales (Se, Zn, Fe, Mn, Cu) que ayudan al cuerpo en la eliminación de radicales libres excesivos a través de las proteínas enzimáticas adecuadas. (17)

La ingesta de antioxidantes exógenos, como fenoles y polifenoles, impide la formación de patologías manteniendo un estilo de vida seguro y funciones celulares óptimas ya que pueden prevenir o ralentizar masivamente las enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, debido a su actitud intrínseca para neutralizar, desactivar o suprimir las especies de radicales libres, al donar un electrón o un átomo de hidrógeno o, directamente, para actuar como inhibidores de reacción en cadena de lipoperoxidación. (18) En el proceso de peroxidación lipídica, los carotenoides y tocoferoles actúan como antioxidantes que rompen la cadena al donar un átomo de hidrógeno y, por lo tanto, eliminar los radicales libres. El ácido ascórbico reacciona con los radicales tocoferoles que regeneran las moléculas de tocoferoles. (9)

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de la planta y son necesarios para el crecimiento y desarrollo normales de esta, ya que la protegen contra factores adversos que amenazan su supervivencia en un entorno desfavorable, como sequía, radiación UV, infecciones o daños físicos. (14) Los compuestos fenólicos engloban a todas aquellas sustancias que poseen varias funciones fenol (hidroxibenceno) unidas a estructuras aromáticas o alifáticas. Estos tienen su origen en el mundo vegetal. Son uno de los principales metabolitos secundarios de las plantas y su presencia en el reino animal se debe a la ingestión de éstas. En las plantas actúan como fitoalexinas cuando se genera daño en ellas, secretando fenoles para defenderse de posibles ataques fúngicos o bacterianos. Además, contribuyen a la pigmentación de muchas partes de la planta. (19)

Los carotenoides son pigmentos generalizados en plantas en las que participan en la fotosíntesis y la fotoprotección, pero también se encuentran en tejidos animales donde pueden actuar como antioxidantes o como agentes inmunomoduladores, antimutagénicos y preventivos de tumores, siendo los más comunes licopeno, β -caroteno y luteína. (15) Las plantas pueden sintetizar carotenoides, mientras que los humanos no son capaces de sintetizar estos compuestos y deben obtenerlos a través de la dieta. Algunos carotenoides son precursores de la vitamina A, (16) mientras que otros pueden tener funciones más específicas, como por ejemplo capacidad antioxidante en la protección celular contra la peroxidación lipídica, evitando así, riesgo de enfermedades degenerativas como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y degeneración macular. También reduce el riesgo de cataratas y fortalece el sistema inmunológico. (17)

En un estudio realizado por Barros y col., 2011, se analizaron algunos componentes como los pétalos, escaramujos, las agallas (Figura 5) y las semillas de *rosa canina*, de las cuales las agallas demostraron tener la actividad antioxidante más prominente, con los fenoles y flavonoides más altos. Los pétalos y escaramujos también mostraron propiedades antioxidantes, siendo la semilla la que demostró tener una propiedad antioxidante más baja.

Los escaramujos maduros de *rosa canina* revelaron mejores propiedades de inhibición de la peroxidación de lípidos que los escaramujos demasiado maduros. Las muestras estudiadas revelaron ser una fuente de fitoquímicos importantes, principalmente antioxidantes como tocoferoles, ácido ascórbico, carotenoides y azúcares. El α -tocoferol fue el compuesto principal en todas las muestras, y los tocoferoles γ y δ no fueron detectados en las semillas maduras de los escaramujos. Los frutos maduros presentaron el mayor contenido de tocoferoles totales (79,73 mg/100 g de peso seco), con los niveles más altos de tocoferoles α ($52,13 \pm 4,22$ mg/100 g) y γ ($27,19 \pm 0,38$ mg/100g). El ácido ascórbico fue la vitamina más abundante en todas las partes estudiadas, siendo más abundante en los escaramujos inmaduros ($262,9 \pm 1,87$ mg/100 g) y maduros ($213,83 \pm 9,49$ mg/100g). Los escaramujos inmaduros dieron la concentración más alta de β -caroteno ($25,88 \pm 0,05$ mg/100 g), mientras que los pétalos no lo presentaban, en cambio, dieron la concentración más alta de licopeno ($8,72 \pm 0,42$ mg/100 g) y clorofila ($16,94 \pm 0,49$ mg/100 g). Los principales ácidos grasos encontrados en las muestras fueron el ácido linoleico y el ácido α -linolénico. El ácido oleico fue un ácido graso principal en las agallas ($32,77 \pm 1,08$ %), mientras que el ácido palmítico estaba presente en cantidades considerables tanto en los pétalos ($18,16 \pm 0,07$ %) como en los escaramujos maduros ($17,05 \pm 0,96$ %). (18)



Figura 5: Agallas de rosa mosqueta producidas por *Diplolepis mayri*. Respuesta de la planta ante la presencia de algún insecto, en este caso de *Diplolepis mayri* con un crecimiento extraño de tejido que intenta aislar el ataque o infección. Tomado de Tormo, R. 2014. (3)

La alta actividad antioxidante del fruto de la rosa mosqueta se atribuye principalmente al ácido ascórbico, además de los carotenoides, principalmente licopeno y β -caroteno. Los tocoferoles detectados en rosa mosqueta incluyen los tocoferoles α y γ , y los compuestos polifenólicos incluyen flavonoides (catequinas) y proantocianidinas. (6)

Se conoce que el fruto de la rosa mosqueta es rico en vitamina C, también conocida como ácido ascórbico (Figura 6), los por lo que se utilizan en la prevención y el tratamiento de diversas enfermedades que incluyen resfriado, gripe, deficiencia de vitamina C, diabetes, artritis, ciática, mala circulación periférica, gastrointestinal, riñón y trastornos del tracto urinario inferior. (1)

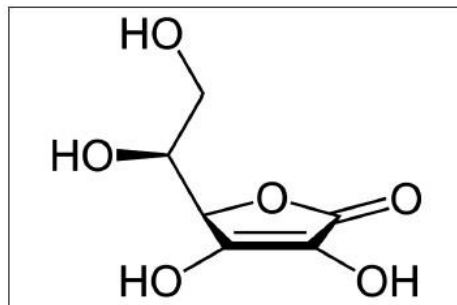


Figura 6: Estructura química del ácido ascórbico. Es una vitamina hidrosoluble y no se almacena en el cuerpo por un largo período de tiempo ya que se elimina en pequeñas cantidades a través de la orina. Tomado de Zago, G. 2010. (19)

Se considera que el ácido orgánico y los flavonoides en los escaramujos evitan la oxidación de la vitamina C, lo que además aumenta su estabilidad y biodisponibilidad en humanos. Los escaramujos de *Rosa canina* tienen el mayor contenido de vitamina C en la etapa de madurez, en donde el fruto completamente maduro tiene seis veces mayor contenido de vitamina C que la naranja. (6)

Nadpal y col., 2016, analizaron compuestos fenólicos en la República de Serbia de la *Rosa canina*, en seis extractos de esta, los cuales fueron: extractos de agua de escaramujo fresco con semillas (WF), de escaramujo secado al aire con semillas (WD), extractos de metanol fresco con semillas y extractos de conservas preparadas tradicionalmente (MF), de escaramujos secados al aire con semillas y extractos de conservas preparadas tradicionalmente (MD), puré (P) y mermelada (J), en los cuales se determinó el ácido ascórbico, para ello, cada muestra se evaporó al vacío a 40 °C y se mezcló con ácido meta fosfórico (0,1g/ml) para obtener concentraciones finales de 60, 90 y 120 mg/ml para todos los extractos, excepto los extractos de puré que se prepararon en concentraciones de 40, 60 y 80 mg/ml. Las mezclas se agitaron durante 45 minutos a temperatura ambiente. Los extractos preparados en ácido meta fosfórico (30 µL) se mezclaron con 270 µL de 2,6-diclorofenolindofenol (72 mg/ml) y se midió la absorbancia dentro de 5 min a 515 nm. (11)

El contenido de vitamina C se determinó utilizando la curva de calibración estándar de vitamina C (que varía de 0 a 320 µg/ml) y los resultados se presentaron como un valor medio de tres mediciones, los cuales resultaron más altos en el extracto de agua de escaramujo secado al aire con semillas (WD) ($2,09 \pm 0,20$ mg/g de peso en seco) y puré (P) ($3,73 \pm 0,03$ mg/g de peso en seco) y más bajo en mermelada (J) ($0,56 \pm 0,05$ mg/g de peso en seco). En cuanto al contenido total de fenoles, se realizó usando el reactivo Folin-Ciocalteu usando tres concentraciones de extracto en un rango de 0,125-0,5 mg/mL y tres repeticiones por concentración, donde el ácido gálico se usó como estándar y el contenido total de fenol se expresó como mg de equivalentes de ácido gálico (GAE) por g de peso en seco, donde se

demonstró el mayor nivel en puré (P) ($96,2 \pm 4,35$ mg GAE/g de peso en seco), seguido por los extractos de agua de escaramujo fresco con semillas (WF) ($74,6 \pm 3,08$ mg GAE/g de peso en seco) y de escaramujo secado al aire con semillas (WD) ($61,0 \pm 3,37$ mg GAE/g de peso en seco) y mermelada (J) con el menor nivel ($11,9 \pm 0,84$ mg GAE/g de peso en seco). Conjuntamente, se demostró un mayor contenido de catequinas en el extracto de agua de escaramujo fresco con semillas (WF) ($7,83 \pm 0,41$ μ g/g de peso en seco), en puré (P) ($7,64 \pm 0,28$ μ g/g de peso en seco) y el extracto de agua de escaramujo secado al aire con semillas (WD) ($7,35 \pm 0,17$ μ g/g de peso en seco) mientras que el extracto de metanol con escaramujos secados al aire con semillas y extractos de conservas preparadas tradicionalmente (MD) demostró el nivel más bajo de catequinas ($2,37 \pm 0,08$ μ g/g de peso en seco). La determinación total de flavonoides se realizó de acuerdo con el método del cloruro de aluminio y los resultados se expresaron como mg de equivalentes de quercetina (QE) por g de peso en seco calculados según la curva de calibración estándar. Puré (P) indicó un alto nivel ($2,94 \pm 0,02$ mg QE/g de peso en seco) mientras que el extracto de metanol fresco con semillas y extractos de conservas preparadas tradicionalmente (MF) ($0,65 \pm 0,03$ mg QE/g de peso en seco), el extracto de agua escaramujos secados al aire con semillas y extractos de conservas preparadas tradicionalmente (MD) ($0,63 \pm 0,04$ mg QE/g de peso en seco) y mermelada (J) ($0,61 \pm 0,03$ mg QE/g de peso en seco) demostraron los niveles más bajos. (11)

Elmastas y col., 2017, realizaron un estudio que se llevó a cabo en un huerto de rosa mosqueta ubicado en las áreas de investigación y aplicación en la Universidad de Gaziosmanpaşa (Turquía), donde se analizaron los cambios en compuestos fenólicos individuales, derivados de ácidos orgánicos y flavonoides durante la maduración del fruto de tres especies de la rosa mosqueta: *Rosa dumalis*, *Rosa canina* y *Rosa villosa*, donde se utilizó cambio de color del fruto como base para determinar el tiempo de las primeras cuatro cosechas, mientras que el ablandamiento del hipanto se usó como base para las dos cosechas restantes, donde la primera cosecha ocurrió cuando el color de la fruta comenzó a cambiar de verde a amarillo (H-1); la segunda cosecha ocurrió cuando el color del fruto era más del 50% de amarillo (H-2); la tercera cosecha ocurrió cuando la fruta era de color naranja (H-3);

la cuarta cosecha ocurrió cuando la fruta se volvió naranja oscura o roja dependiendo de la especie (H-4); la quinta cosecha ocurrió cuando el hipanto comenzó a ablandarse en algunos lugares (H-5); y la sexta cosecha ocurrió cuando el hipanto se suavizó por completo (H-6). Se descubrió que la catequina (Figura 7A) es el principal flavonoide presente en todas las especies de rosa mosqueta en todos los tiempos de cosecha, encontrándose la mayor cantidad cuando los frutos tenían algunas partes del hipanto blandas (H-5) (*R. dumalis* $323,17 \pm 17,29$ mg kg⁻¹; *R. canina* $437,42 \pm 93,85$ mg kg⁻¹; *R. villosa* $472,67 \pm 44,68$ mg kg⁻¹), seguido por la rutina (Figura 7B) (*R. dumalis* $226,92 \pm 108,30$ mg kg⁻¹; *R. canina* $137,75 \pm 14,60$ mg kg⁻¹; *R. villosa* $256,92 \pm 23,82$ mg kg⁻¹), el cual se encontraba en mayor cantidad en *Rosa villosa*. Además, el mayor contenido de ácido fenólico en los escaramujos fue de ácido cafeico y el menor fue el ácido ferúlico. (14)

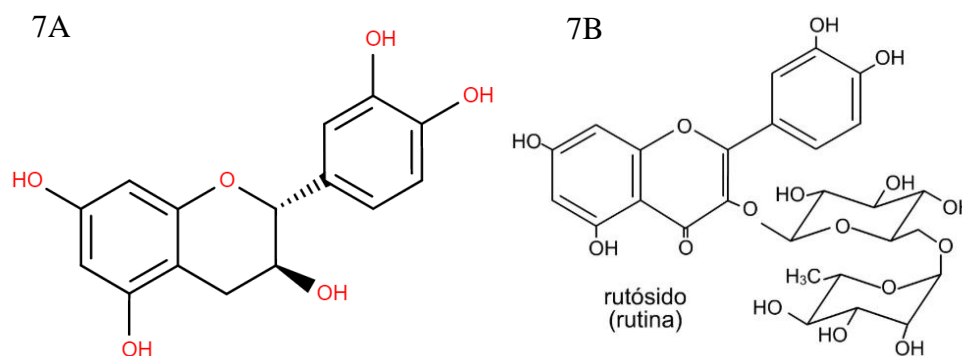


Figura 7: Estructura química de antioxidantes. (7A). Estructura química de la catequina. Pertenece al grupo de los flavonoides, es considerado un antioxidante natural ya que puede secuestrar radicales libres. Tomado de Elmastas, M. 2017 (14) **(7B). Estructura química de la rutina.** Rutina, rutósido, quercetin-3-rutinósido o soforina, es un flavonoide glicosilado que se puede encontrar en algunas plantas. Tomado de Tormo, R. 2014 (20)

Nadpal y col., 2018, en la República de Serbia analizaron compuestos fenólicos de las especies *Rosa dumalis*, *Rosa dumetorum* y *Rosa sempervirens*, de los cuales se prepararon

seis extractos de cada especie, las cuales fueron: extractos de agua de escaramujo fresco con semillas (WF), de escaramujo secado al aire con semillas (WD), extractos de metanol fresco con semillas y extractos de conservas preparadas tradicionalmente (MF), de escaramujos secados al aire con semillas y extractos de conservas preparadas tradicionalmente (MD), puré (P) y mermelada (J) al igual que en el estudio del año 2016. En este estudio se identificaron varios ácidos fenólicos en extractos de rosa mosqueta, entre los cuales el ácido elágico fue el compuesto más abundante en todos los extractos examinados, con el mayor contenido en extracto de *Rosa sempervirens* en el extracto de agua con escaramujos secados al aire (MD) ($(15,4 \pm 1,08) \times 10^3 \mu\text{g/g}$ de peso en seco). Además, se analizaron flavonoides, de los cuales los flavanoles detectados estuvieron presentes en grandes cantidades en todas las especies examinadas siendo la clase más común de flavonoides en la familia de las rosáceas, estando de forma predominante en los extractos de *Rosa dumalis*. También se encontró catequina en todos los extractos, aunque con mayor contenido en *Rosa sempervirens* en el extracto de agua con escaramujos secados al aire (MD) ($223 \pm 0,22 \mu\text{g/g}$ de peso en seco) y *Rosa dumetorum* en extractos de metanol fresco con semillas y extractos de conservas preparadas tradicionalmente (MF) ($239 \pm 0,24 \mu\text{g/g}$ de peso en seco). En cuanto al contenido fenólico total, se realizó de la misma forma que en estudio del 2016, donde el ácido gálico se usó como estándar y el contenido total de fenol se expresó como mg de equivalentes de ácido gálico (GAE) por g de peso en seco. Se observó un contenido ligeramente mayor del contenido fenólico total en los extractos de *Rosa sempervirens* en el extracto de agua con escaramujos secado al aire con semillas (WD) ($84,0 \pm 0,94 \text{ mg GAE/g}$ de peso en seco), mientras que los extractos de *R. dumalis* y *R. dumetorum* en puré (P) mostraron una cantidad similar de fenoles totales ($61,0 \pm 4,04 \text{ mg GAE/g}$ de peso en seco y $58,2 \pm 5,39 \text{ mg GAE/g}$ de peso en seco respectivamente). (6)

La determinación cuantitativa del contenido de flavonoides en extractos de rosa mosqueta se realizó de acuerdo con el método del cloruro de aluminio y los resultados se expresaron como mg de equivalentes de quercetina (QE) por g de peso en seco. La cantidad de flavonoides totales varió entre especies y extractos de la misma especie, con el contenido más alto encontrado en el puré (P) de *Rosa semperviren* ($4,99 \pm 0,30 \text{ mg QE/g}$ de peso en

seco) y el valor más bajo en el extracto de *R. dumetorum* ($0,21 \pm 0,02$ mg QE/g de peso en seco) en extractos de metanol fresco con semillas y extractos de conservas preparadas tradicionalmente (MF). El nivel más alto de ácido ascórbico se encontró en los extractos de *Rosa sempervirens* en el puré (P) ($2,71 \pm 0,31$ mg/g de peso en seco), seguido de los extractos de *R. dumalis* ($2,42 \pm 0,25$ mg/g de peso en seco), mientras que los extractos de *R. dumetorum* contenía la cantidad más baja en mermeladas (J), pero aún significativa ($0,30 \pm 0,00$ mg/g de peso en seco). (6)

El aceite extraído de las semillas de rosa mosqueta se ha revelado como una fuente importante de ácidos grasos insaturados, siendo los más abundantes los ácidos linoleicos, seguido por los ácidos α -linolénico y oleico. (21) Se ha encontrado que la fracción de aceite posee un alto contenido de ácido transretinoico, que tiene una influencia efectiva en los procesos antipsoriasis, cicatrizantes y queratosis. Por esta razón, las cremas que contienen una base de aceite de rosa mosqueta se emplean como tratamiento regenerador de la piel en cicatrices y quemaduras. (22) Además, es una importante fuente natural involucrada en la producción de productos para el cuidado de la piel y antienvjecimiento, debido a componentes como vitaminas (C y E), carotenoides, como el β -caroteno y licopeno (Figura 8) y ácidos grasos esenciales (omega 3, 6 y 9). (12)

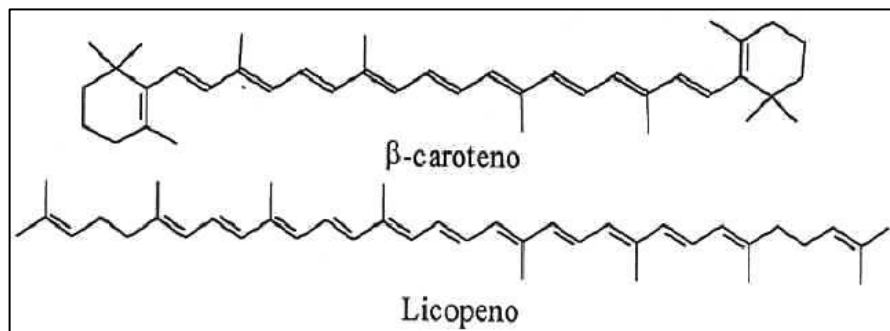


Figura 8: Estructura química de β -caroteno y licopeno. Especies de carotenoides, donde los dobles enlaces conjugados son los responsables de la intensa coloración de los alimentos que contienen estos pigmentos. Tomado de Meléndez, A. 2004. (23)

La producción de aceite de semilla de la rosa mosqueta se realiza a través de la técnica prensado en frío lo que permite una obtención de alta calidad. Esta técnica ofrece ventajas significativas para preservar muchos de los compuestos bioactivos, como ácidos grasos esenciales, fenólicos, flavonoides y tocoferol en los aceites, pero proporciona un bajo rendimiento de aceite. Los aceites prensados en frío se consideran aceites saludables que son importantes para la nutrición humana debido a su contenido favorable de ácidos grasos poliinsaturados, especialmente el ácido α -linolénico y el ácido linoleico. (12)

El prensado no es un método económico para la extracción de aceite de semilla de rosa mosqueta debido a que tiene bajo contenido de aceite graso, siendo más apropiada la extracción con solvente. En un estudio se compararon varios métodos de extracción, utilizando diferentes solventes (Soxhlet, ultrasonido y extracción con microondas con hexano, SFE (extracciones de fluido subcrítico y supercrítico) con CO_2 y SFE con propano de CO_2), el cual demostró que las sustancias biológicamente activas de las semillas de rosa mosqueta se pueden extraer con un rendimiento favorable mediante SFE (extracciones de fluido subcrítico y supercrítico) con dióxido de carbono y propano, sin embargo, el SFE con dióxido de carbono da como resultado un aceite menos rico en caroteno y feofitina. (24)

El término “vitamina E” se utiliza para señalar a un grupo de ocho especies naturales de tocoferoles y tocotrienoles (α , β , γ , y δ). (25) Los tocoferoles alfa y gamma son los antioxidantes naturales más abundantes en los aceites de semillas. Los tocoferoles y tocotrienoles (Figura 9) contribuyen a la actividad de la vitamina E, tienen propiedades

antioxidantes y propiedades relacionadas con la salud, como menor riesgo de enfermedad cardiovascular, varios tipos de cáncer y enfermedades inflamatorias. (26)

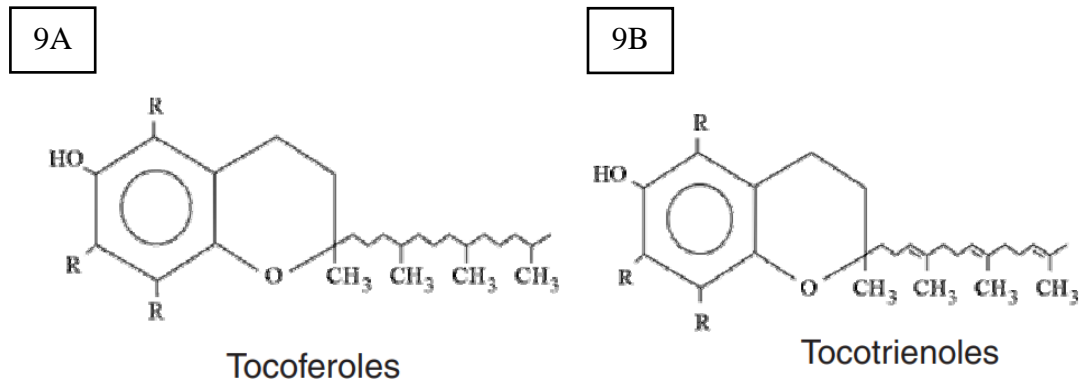


Figura 9: Estructura química de tocoferoles y tocotrienoles. (9A). Estructura química del tocoferol Estructura con un anillo complejo cromano y una larga cadena lateral saturada. **(9B). Estructura química del tocotrienol.** Estructura con un anillo complejo cromano y una larga cadena lateral insaturada con 3 dobles enlaces en los carbonos 3, 7 y 11. Tomado de Sayago, A. 2007. (25)

Los tocoferoles actúan como antioxidantes al donar un átomo de hidrógeno a los radicales peroxilo de las moléculas de lípidos insaturados, formando un hidroperóxido y un radical tocoferoxilo, que reacciona con otros radicales peroxilo o tocoferoxilo formando productos más estables. (27)

Andersson y col., 2012, realizaron un estudio durante tres años (2004-2006) en el cual analizaron muestras de *Rosa spinosissima*, *Rosa dumalis* y *Rosa rubiginosa*, donde el contenido medio de α -tocoferol y γ -tocoferol (Figura 10) y la actividad de la vitamina E fue

diferente entre todas las especies estudiadas. Para ello se liofilizaron y molieron alrededor de 40 g de escaramujo fresco en un molino de laboratorio y luego, para cada muestra, se homogeneizaron tres réplicas de 1 g en 20 ml de etanol con 0,1 g de butilhidroxitolueno (BHT) usando un Ultraturrax, para luego ser analizadas en un sistema de cromatografía líquida de alto rendimiento. Para todas las cosechas, *R. spinosissima* tuvo el contenido medio más alto de α -tocoferol ($232,1 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco), tocoferoles totales ($248,1 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco) y la mayor actividad media de vitamina E ($233,0 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco), aunque tenía el contenido más bajo de γ -tocoferol ($45,3 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco). *Rosa dumalis* tuvo el contenido más bajo de α -tocoferol ($125,0 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco), casi dos veces más bajo que *R. spinosissima* ($232,1 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco), pero el contenido más alto de γ -tocoferol ($82,3 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco). *Rosa rubiginosa* tenía un contenido más alto de α -tocoferol ($177,9 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco) y un contenido más bajo de γ -tocoferol ($60,6 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco) que *R. dumalis* ($82,3 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco). En la determinación de tocoferoles totales, *R. spinosissima* tuvo el contenido medio más alto ($248,1 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco), seguido por *R. rubiginosa* ($207,1 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco) y finalmente *R. dumalis* ($194,0 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco). En cuanto a la determinación de vitamina E, *R. spinosissima* dio el mayor resultado en actividad de la vitamina E ($233,0 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco), seguida por *R. rubiginosa* ($170,4 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco), aunque *R. dumalis* tuvo el resultado más bajo ($103,2 \mu\text{g/g}^{-1}$ peso seco) (26)

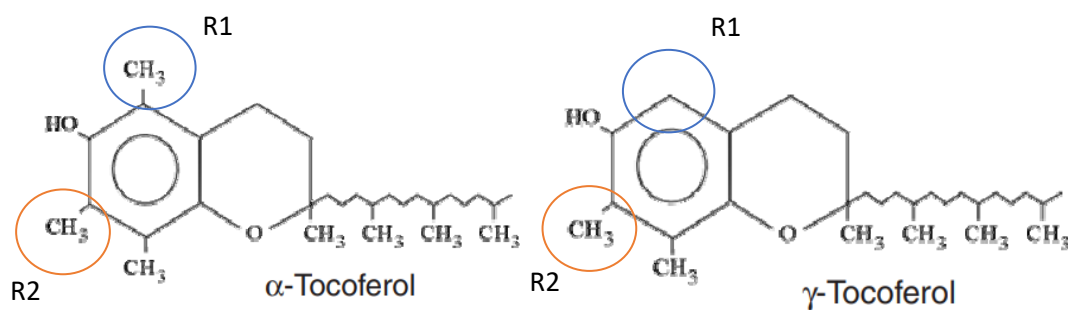


Figura 10: Estructura química de α -tocoferol y γ -tocoferol. Estructura con un anillo aromático y una larga cadena lateral saturada, que difieren en el número y posición de los grupos metilo en el anillo aromático, donde α -tocoferol, tiene un metilo en R1 y R2 y γ -tocoferol tiene un hidrógeno en R1 y un metilo en R2. Tomado de Sayago, A. 2007. (25)

En un estudio de Romero y col., 2007, se analizó un aceite de canola sin tratar (CO), el cual fue suministrado por Agromaule S.A. (Santiago, Chile), aceite de canola despojado de antioxidantes (TCO) mediante cromatografía de adsorción utilizando una columna de vidrio llena de alúmina activada para eliminar los tocoferoles y aceite de canola libre de antioxidante con agregado de un concentrado de la cáscara de la rosa mosqueta (TCO + RME), para lo cual se molió la cáscara de *rosa rubiginosa* (3,2 kg) y se extrajo con hexano (3,2 L) para luego ser agitada a temperatura ambiente durante 2 horas. Los extractos se combinaron y finalmente se diluyeron en un matraz aforado de 500 ml con hexano. Al analizar el extracto de la cáscara de la *rosa rubiginosa* (RME) encontraron licopeno (trans-Licopeno 81 $\mu\text{g/mL}$ y cis-Licopeno 55 $\mu\text{g/mL}$), β -caroteno (trans- β -caroteno 251 $\mu\text{g/mL}$ y cis- β -caroteno 85 $\mu\text{g/mL}$) y rubixantina (trans-rubixantina 207 $\mu\text{g/mL}$ y cis- rubixantina 146 $\mu\text{g/mL}$), siendo los trans- β -caroteno (251 $\mu\text{g/mL}$) y trans-rubixantina (207 $\mu\text{g/mL}$) los principales pigmentos carotenoides, además de poseer α -tocoferol (825 $\mu\text{g/mL}$), por lo que se añadió al aceite de canola despojado de antioxidantes (TCO) extracto de la cáscara de la *rosa rubiginosa* (RME). Se determinaron los tocoferoles mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) con detección de fluorescencia, donde el aceite de canola natural (CO) los tocoferoles α y γ fueron los principales antioxidantes naturales presentes, con concentraciones de 247 mg/kg y 348 mg/kg, respectivamente. El aceite de canola despojado de antioxidantes (TCO) (sin la cáscara y tratado para eliminar antioxidantes) no mostró cambios importantes en su composición de ácidos grasos en comparación con el aceite de canola sin tratar (CO), el cual contenía 61% de ácidos grasos monoinsaturados y el ácido graso principal era el ácido oleico (56%) además de tener un bajo contenido de ácidos grasos saturados (8.1%) y un contenido medio de ácidos grasos poliinsaturados (30.7%), compuesto principalmente por los ácidos linoleico y linolénico (21,5% y 8,0%, respectivamente) los cuales fueron analizados mediante cromatografía de gases (GLC) utilizando un cromatógrafo. (13)

4.3. CAPACIDAD ANTIINFLAMATORIA DE LA ROSA MOSQUETA.

La inflamación es un mecanismo de protección contra diferentes estímulos dañinos, como infecciones, exposición a químicos, daño tisular, trauma o exposición a endotoxinas como el lipopolisacárido (LPS). Este proceso está mediado por una variedad de moduladores pro-inflamatorios que pueden causar degeneración celular, necrosis y apoptosis. (29) Por lo tanto, no recibir tratamiento a tiempo puede derivar en patologías o consecuencias dañinas en las personas.

El proceso inflamatorio se asocia con un aumento de las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, se cree que juegan un papel importante en el proceso y en el daño tisular que se genera, es en este contexto que nutrientes antioxidantes como la vitamina C, vitamina E, los carotenoides, polifenoles y enzimas antioxidantes cumplen un rol importante en la protección contra los efectos dañinos de ERO/ERN (radicales libres derivados del oxígeno/radicales libres derivados del nitrógeno). Por lo anterior, pacientes con patologías inflamatorias crónicas dolorosas, como la artritis reumatoide, que a menudo buscan terapias alternativas terminan optando por utilizar frutos de rosa mosqueta como remedio para su enfermedad. (30)

El estallido respiratorio (Figura 11) es un fenómeno que ocurre durante la inflamación, es una respuesta celular a agentes patógenos, y se caracteriza por un aumento en el consumo de oxígeno por fagocitos. En el caso de los neutrófilos se activan mediante la activación de una NADPH oxidasa asociada a la membrana transformando oxígeno molecular en anión superóxido, además de esta especie reactiva de oxígeno, se producen otras como peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y ácido hipocloroso (HOCl). Estas sustancias fuertemente reactivas liberadas por los neutrófilos están destinadas a participar en la destrucción de virus y

bacterias dentro de los fagosomas, pero también tienen varios efectos nocivos en el cuerpo. Al salir de la célula pueden causar daño a compuestos bioquímicos sensibles en el espacio extracelular y en las membranas de las células. (31)

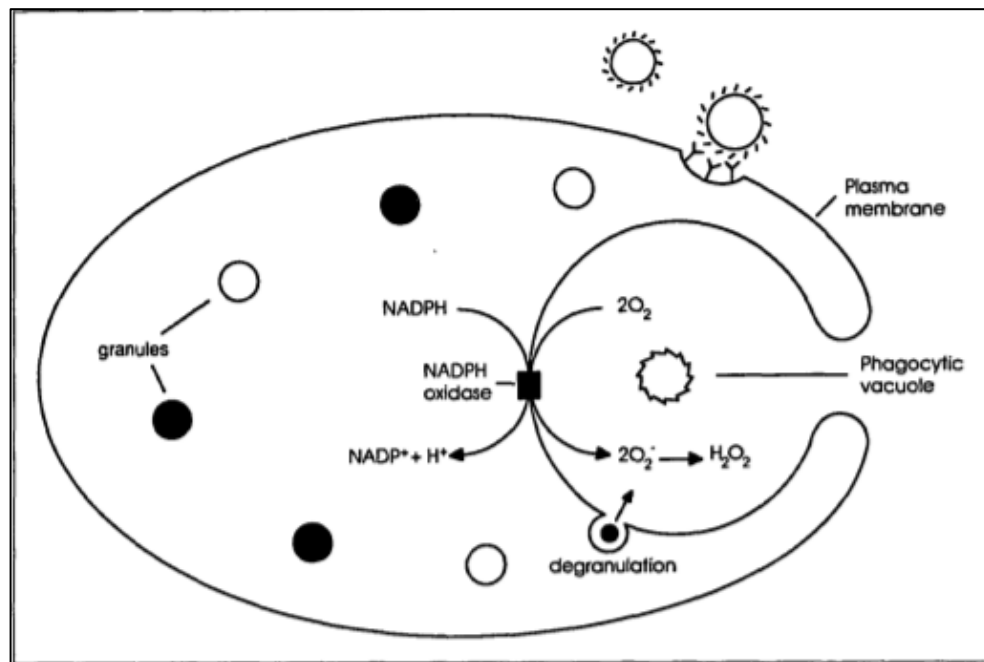


Figura 11: Estallido respiratorio. Representación esquemática de un fagocito atrapando un microorganismo en la vacuola fagocítica. La NADPH oxidasa se activa selectivamente en la membrana de la vacuola y genera anión superóxido y peróxido de hidrógeno en el lumen de la vacuola. Otros enzimas se liberan en la vacuola por desgranulación de los gránulos citoplasmáticos. Tomado de Segal, A. 1993. (32)

En un estudio, Daels-Rakotoarison y col., 2002, prepararon un extracto de fruto de rosa mosqueta sin contenido de vitamina C. El extracto contenía principalmente fenólicos como proantocianidinas y flavonoides. Midieron el potencial citotóxico del extracto a través de la liberación de la enzima citosólica lactato deshidrogenada (LDH) cuya actividad en medio

extracelular representa la destrucción celular. Para esto utilizaron 400 μL de una suspensión de PMN (5×10^6 PMN/mL) incubada a 37 °C por 30 minutos en presencia del extracto de rosa mosqueta a distintas concentraciones (0,1–100 mg/L) y la actividad de LDH fue determinada por la tasa de NADH convertido a NAD a 340 nm en presencia de piruvato expresándose el resultado como el porcentaje de actividad de LDH. Los datos obtenidos mostraron que la actividad LDH no fue sustancialmente modificada después de 30 minutos de incubación con extracto de rosa mosqueta, y no superó el 5%. Estas actividades débiles demuestran que el extracto de fruto de rosa mosqueta no posee actividad citotóxica para los polimorfonucleares. Por otra parte, en el estudio determinaron que el extracto tiene la capacidad de eliminar las especies reactivas de oxígeno al interactuar directamente con ellas (estudio sin células) obteniendo efectos incluso mejores contra HOCl y H₂O₂ que otros antioxidantes como MESNA (mercaptoetan-sulfonato sódico) y N-acetilcisteína siendo la concentración inhibitoria 50 (IC₅₀) obtenida para anión superóxido, peróxido de hidrógeno y ácido hipocloroso de 5,73 mg/L, 2,34 mg/L y 1,33 mg/L, respectivamente. Además, se evaluó el efecto del extracto sobre el metabolismo oxidativo de los PMN *in vitro* mediante la incubación de PMN en presencia del extracto y la adición posterior del estimulante PMA (forbol-12-miristato-13-acetato). Los resultados mostraron que el extracto de rosa mosqueta condujo a una reducción de liberación de anión superóxido, así como a una reducción de liberación de peróxido de hidrógeno y ácido hipocloroso por PMN. (31)

Los leucocitos polimorfonucleares (PMN) corresponden a la primera línea de defensa del organismo en virtud de su capacidad de movilizarse y migrar rápidamente desde la sangre periférica, a través de espacios endoteliales y matrices de tejidos, a sitios donde eventualmente fagocitar y destruir microorganismos. La capacidad de las células de migrar *in vivo* hacia un sitio inflamatorio es un proceso complejo que requiere el reconocimiento de sustancias quimioatrayentes y la dirección y movimiento a lo largo de un gradiente de concentración del atrayente. Este proceso es conocido como quimiotaxis y se considera fundamental en los procesos inflamatorios. (33)

En un estudio, Kharazmi, 2008, se analizó el efecto en la quimiotaxis de un polvo de rosa mosqueta estandarizado (*Rosa canina L.*) preparado por un proceso de secado especial proporcionado por la compañía Hyben Vitalen, se utilizaron polimorfonucleares purificados los cuales fueron incubados con diferentes diluciones del polvo de rosa mosqueta y concentraciones de GOPO®, galactolípido que corresponde al componente clave que se aísla o se obtiene mediante un proceso patentado, las concentraciones de GOPO® utilizadas van de 0 a 50 µg/ml. Después de la incubación se probó la quimiotaxis hacia un suero quimiotáctico activado con zimósán (ZAS), que contiene el quimioatrayente biológico C5a. Los resultados arrojaron que el polvo de rosa mosqueta tiene la capacidad de inhibir la quimiotaxis de los polimorfonucleares (Tabla 2). (34)

Tabla 2: Efecto de GOPO® en la quimiotaxis de polimorfonucleares. Tomado y adaptado de Arsalan, K., 2008. (34)

Concentraciones de GOPO® (µg/ml)	Quimiotaxis (% inhibición)
50	99
25	52
10	62
1	64
0,1	7
0	0

GOPO®: Compuesto activo presente en el polvo de rosa mosqueta.

La osteoartritis (OA) es un trastorno común de las articulaciones y puede ocurrir en cualquier articulación sinovial del cuerpo, aunque la afección es más común en manos, rodillas, caderas y columna vertebral. Los problemas clínicos, junto con los cambios patológicos y radiográficos, incluyen dolor en las articulaciones, rigidez, movimiento con un rango restringido y grietas en las articulaciones. (35)

Christensen y col.,2008, realizaron un estudio de meta-análisis en el cual se analizaron los resultados de 3 investigaciones que incluían pacientes diagnosticados con osteoartritis, diseño de estudio aleatorizado controlado y que comparaban la acción de polvo de rosa mosqueta con un placebo. Como resultado se llegó a la conclusión de que el polvo de frutos de rosa mosqueta tiene la capacidad para reducir el dolor, sin embargo, el estudio fue en base a una cantidad escasa de datos por lo que proponen un estudio a gran escala para confirmar los resultados. (35)

Se realizó un estudio, Gehrcke y col., para desarrollar nano cápsulas cargadas con I₃C (Indol-3-carbinol) el cual tiene efectos beneficiosos ya que actúa como antitumoral, neuroprotector y antiinflamatorio, utilizando policaprolactona (PCL), un poliéster biodegradable, con el fin de estudiar la influencia de la naturaleza del aceite en las características de estas, por lo que se utilizó el aceite de la semilla de la rosa mosqueta como núcleo oleoso. Como resultado se indicó que aceite de semilla de la rosa mosqueta se considera un material adecuado para el desarrollo de las nano cápsulas, ya que no se observó hinchamiento/disolución de películas de polímero. Este resultado puede ser interesante porque la PCL es un material biocompatible y biodegradable, que puede administrarse sistémicamente con menos riesgo de causar eventos inflamatorios, hemolíticos y trombóticos. (36)

4.4. CAPACIDAD ANTIMICROBIANA DE LA ROSA MOSQUETA.

La capacidad antimicrobiana de las plantas está relacionada con su composición química, es decir, la presencia de compuestos polifenólicos, carotenoides, flavonoides, vitaminas, etc. (37) En otros estudios se ha llegado a la conclusión que combinar los compuestos fenólicos con antibióticos adecuados tendría una acción más fuerte en los microorganismos que por sí mismos. (38)

Aliona y col., 2018, analizaron la acción del polvo de rosa mosqueta y de espino en 3 bacterias patógenas: *Staphylococcus aureus* (cepa ATCC 25923), *Escherichia coli* (cepa ATCC 25922) y *Klebsiella pneumoniae* (cepa ATCC 13883). Se midió la actividad antimicrobiana mediante la prueba de difusión en agar, los resultados indicaron que el polvo de rosa mosqueta muestra una actividad antimicrobiana pronunciada para *Staphylococcus aureus* con un halo de inhibición de 16 ± 1 milímetros en comparación al polvo de espino, el cual, produjo un halo de 10 ± 1 milímetros. En el caso de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* la actividad antimicrobiana del polvo de rosa mosqueta fue de 10 ± 1 y 9 ± 1 milímetros respectivamente, mientras que el polvo de espino obtuvo halos de inhibición de 8 ± 1 y 7 ± 1 milímetros. Por tanto, la actividad antimicrobiana del polvo de rosa mosqueta en estas últimas bacterias es en promedio 1,3 veces mayor que los polvos de espino. Además, en el estudio se determinó la acción antibacteriana mediante una concentración mínima inhibitoria (CMI) y una concentración mínima bactericida (CMB) y fue evaluada mediante la relación CMI/CMB (Tabla 3). Si la relación es 1 o 2, el efecto es bactericida y si es 4 o 16, es bacteriostática. Los resultados obtenidos indicaron que los polvos de rosa mosqueta mostraron la mejor actividad inhibitoria contra *Staphylococcus aureus*, bacterias Gram positivas, seguido de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* - bacterias Gram negativas (Figura 12). (37)

Tabla 3: Concentración mínima inhibitoria, concentración mínima bactericida y efecto bactericida del polvo de rosa mosqueta. Tomado y adaptado de Aliona, G-M., 2018. (37)

Bacteria	CMI (mg/ml)	CMB (mg/ml)	CMI/CMB	Efecto Bactericida
<i>Staphylococcus aureus</i>	3,91 ± 0,15	7,81 ± 0,21	2	+
<i>Escherichia coli</i>	31,25 ± 0,98	62,5 ± 1,8	2	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	62,5 ± 2,1	125 ± 5	2	+

CMI: Concentración mínima inhibitoria, CMB: Concentración mínima bactericida.

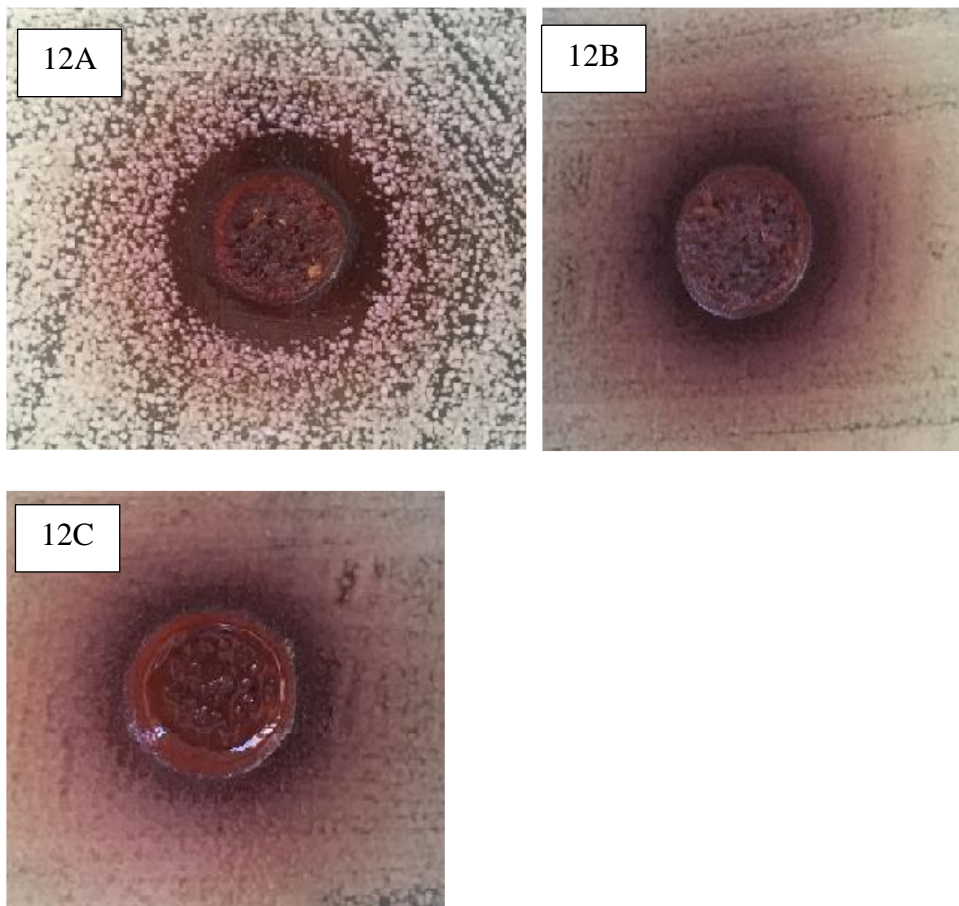


Figura 12: Halos de inhibición: Acción antimicrobiana del polvo de rosa mosqueta en: (12A). *Staphylococcus aureus*. (12B). *Escherichia coli*. (12C). *Klebsiella pneumoniae*. Tomado de Aliona, G. 2018. (37)

El continuo aumento de la resistencia bacteriana, la cual, surge principalmente por el uso indiscriminado de antibióticos, provoca que las bacterias generen mecanismos para evadir la acción de estas sustancias a través de mutaciones puntuales a nivel cromosómico o transferencia horizontal de genes interespecies o intraespecies, lo que termina expresándose, a nivel clínico, en dificultades para el tratamiento y aumento de las complicaciones clínicas de las personas infectadas, impactando en la morbilidad, mortalidad y costos. Sumado a la disminución en la investigación y creación de nuevos antibióticos, ha desencadenado en la búsqueda de nuevas alternativas para el tratamiento de estas bacterias multirresistentes, en este contexto, la terapia basada en plantas puede constituir una alternativa válida que permita potenciar los efectos de determinados antibióticos.

Wang y col., 2020, en un estudio (Tabla 4) analizaron la acción del extracto de fruto de rosa mosqueta preparado en distintos solventes en la inhibición de bacterias desencadenantes de algunas enfermedades autoinmunes inflamatorias (artritis reumatoide, espondilitis anquilosante, esclerosis múltiple y fiebre reumática). La preparación de los extractos se hizo en base a 1 gramo de fruto molido de rosa mosqueta disuelto en 50 ml de metanol, agua desionizada, acetato de etilo, cloroformo o hexano, obteniendo así, cinco tipos de extractos. (39) Los resultados obtenidos en la inhibición de bacterias desencadenantes de artritis reumatoide (*P. mirabilis* y *P. vulgaris*) determinaron que el extracto de metanol fue el inhibidor más fuerte del crecimiento de *Proteus mirabilis* con una zona de inhibición de 8.6 ± 0.4 milímetros, los extractos de agua y acetato de etilo obtuvieron resultados similares mientras que los extractos de cloroformo y hexano fueron ineficaces. Respecto a *P. vulgaris* la tendencia demostrada fue similar siendo el extracto de metanol el más efectivo con una zona de inhibición de $7,7 \pm 0,3$ mm, los extractos acuosos y de acetato de etilo obtuvieron $7,3 \pm 0,3$ mm y $6,7 \pm 0,3$ mm respectivamente y los extractos de cloroformo y hexano fueron ineficaces. En ambos controles se usaron como control negativo agua y como control positivo los antibióticos ampicilina y cloranfenicol. Los datos respecto a la inhibición de bacterias desencadenantes de espondilitis anquilosante (*K. pneumoniae*) fueron los siguientes, el extracto de metanol fue el inhibidor más fuerte con una zona de inhibición relativamente pequeña de $7,5 \pm 0,5$ mm, el extracto de hexano obtuvo una zona de inhibición de $6,7 \pm 0,3$

mm y los demás fueron ineficaces, estos dos extractos podrían ser útiles en la prevención y tratamiento de la enfermedad, se usaron como control negativo agua y control positivo cloranfenicol y ampicilina. (39)

Por otra parte, los resultados de la inhibición de bacterias desencadenantes de esclerosis múltiple (*A. baylyi* y *P. aeruginosa*) demostraron que solo el extracto de metanol inhibió el crecimiento de *A. baylyi* con una zona de inhibición de $6,8 \pm 0,3$ mm, actividad antibacterial débil, *A. baylyi* demostró ser resistente a ampicilina pero susceptible a cloranfenicol, con respecto a la inhibición de *P. aeruginosa*, solo el extracto de metanol inhibió su crecimiento produciendo una zona de inhibición de $6,6 \pm 0,3$ mm, *P. aeruginosa* fue resistente tanto a ampicilina como a cloranfenicol produciendo ambos antibióticos zonas de inhibición de aproximadamente 6,5 mm, por lo que, el extracto de rosa mosqueta en metanol podría usarse para tratar infecciones por *P. aeruginosa* y en la prevención y tratamiento de la esclerosis múltiple, ya que los antibióticos usados en las pruebas fueron compuestos puros usados en una concentración de 10 µg, mientras que, de los extractos se infundieron 10 µL al disco lo que equivale a aproximadamente 100 µg de este, que corresponde a una mezcla mixta por lo que los compuestos antimicrobianos representan un pequeño porcentaje del total del extracto. Respecto a la fiebre reumática desencadenada por *S. pyogenes* se obtuvo que el crecimiento fue solo inhibido por el extracto de metanol y el extracto acuoso, de los cuales, el extracto de metanol fue particularmente potente obteniendo una zona de inhibición de $9,3 \pm 0,6$ mm, mientras que el acuoso presentó actividad antimicrobiana débil. (39)

Tabla 4: Acción del extracto de fruto de rosa mosqueta en la inhibición de bacterias desencadenantes de enfermedades autoinmunes inflamatorias. Tomado y adaptado de Wang, Y. 2020. (39)

	Metanol	Agua desionizada	Acetato de etilo	Cloroformo y hexano
Inhibición de bacterias desencadenantes de artritis reumatoide				
<i>Proteus mirabilis</i>	Inhibición eficaz (8.6 ± 0.4 mm)	Inhibición eficaz	Inhibición eficaz	Inhibición ineficaz
<i>Proteus vulgaris</i>	Inhibición eficaz (7,7 ± 0,3 mm)	Inhibición eficaz (7,3 ± 0,3 mm)	Inhibición eficaz 6,7 ± 0,3 mm	Inhibición ineficaz
Inhibición de bacterias desencadenantes de espondilitis anquilosante				
<i>K. pneumoniae</i>	Inhibición eficaz (7,5 ± 0,5 mm)	Inhibición ineficaz	Inhibición ineficaz	Inhibición eficaz (6,7±0,3 mm)
Inhibición de bacterias desencadenantes de esclerosis múltiple				
<i>A. baylyi</i>	Inhibición eficaz (6,8 ± 0,3 mm)	Inhibición ineficaz	Inhibición ineficaz	Inhibición ineficaz
<i>P. aeruginosa</i>	Inhibición eficaz (6,6 ± 0,3 mm)	Inhibición ineficaz	Inhibición ineficaz	Inhibición ineficaz
Inhibición de bacterias desencadenantes de fiebre reumática				
<i>S. pyogenes</i>	Inhibición eficaz (9,3 ± 0,6 mm)	actividad antimicrobiana débil	Inhibición ineficaz	Inhibición ineficaz

5. CONCLUSIONES

En los estudios analizados se evidencia que la actividad antioxidante del fruto de la rosa mosqueta se atribuye principalmente al ácido ascórbico, carotenoides (principalmente licopeno y β -caroteno), tocoferoles α y γ , y compuestos polifenólicos los cuales incluyen flavonoides como la catequina y la rutina. También, se evidencia que los escaramujos de la *Rosa canina* tienen el mayor contenido de vitamina C en la etapa de madurez. Asimismo, se ha revelado el aceite extraído de las semillas de rosa mosqueta como una fuente importante de ácidos grasos insaturados, siendo los más abundantes los ácidos linoleicos, seguido por los ácidos α -linolénico y oleico; ácido ascórbico y vitamina E (la cual se compone por ocho especies naturales de tocoferoles y tocotrienoles (α , β , γ , y δ) de los cuales los tocoferoles alfa y gamma son los antioxidantes naturales más abundantes en el aceite de las semillas) además de carotenoides, como el β -caroteno y licopeno.

Respecto a la capacidad antiinflamatoria de la rosa mosqueta, se encuentra directamente relacionada con su destacable capacidad antioxidante ya que al ser capaz de inhibir de buena forma el estallido respiratorio, se transforma en una buena opción para el tratamiento de enfermedades inflamatorias crónicas como la osteoartritis, además, la rosa mosqueta es capaz de inhibir la quimiotaxis de los polimorfonucleares sin tener actividad citotóxica sobre ellos.

Finalmente, los estudios analizados han demostrado que a pesar de que la rosa mosqueta posee una acción antimicrobiana, esta parece ser demasiado débil por sí sola, sin embargo, al combinar los extractos o polvos de rosa mosqueta con antibióticos ya comercializados podrían constituir una alternativa de tratamiento tanto en infecciones normales como por bacterias multirresistentes.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Paunovic D, Kalusevic A, Petrovic T, Urosevic T, Djinovic D, Nedovic V, et al. Assessment of Chemical and Antioxidant Properties of Fresh and Dried Rosehip (*Rosa canina* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2019;47(1):108-13.
2. Tacón A. Serie Cuadernos para la Innovación FIA - Cuadernos de Campo de Buenas Prácticas de Recolección Sustentable para Productos Forestales No Madereros Prioritarios: Rosa mosqueta (*Rosa* spp.). Primera ed. Santiago de Chile 2017
3. Tormo R. Plantas y hongos [Internet]. España 2014. [cited 2020]. Available from: http://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Rosa_canina.htm.
4. Ohacoa E, Paulino C, Ochoa M, De Michelisb A. ELABORACIÓN y CONSERVACIÓN de PRODUCTOS ALIMENTARIOS DE ROSAS SILVESTRES COMESTIBLES. CONOCIMIENTOS GENERALES, TÉCNICAS y TECNOLOGÍAS ADECUADAS PARA PEQUEÑA ESCALA. Argentina: Facultad de Ciencias y Tecnología de los Alimentos - Universidad Nacional del Comahue.; 2018.
5. Nojavan S, Khalilian F, Kiaie FM, Rahimi A, Arabanian A, Chalavi S. Extraction and quantitative determination of ascorbic acid during different maturity stages of *Rosa canina* L. fruit. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2008;21(4):300-5.
6. Nađpal JD, Lesjak MM, Mrkonjić ZO, Majkić TM, Četojević-Simin DD, Mimica-Dukić NM, et al. Phytochemical composition and in vitro functional properties of three wild rose hips and their traditional preserves. *Food Chemistry*. 2018;241:290-300.
7. Bhave A, Schulzova V, Chmelarova H, Mrnka L, Hajslova J. Assessment of rosehips based on the content of their biologically active compounds. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2017;25(3):681-90.
8. Ahmad N, Anwar F, Gilani A-u-H. Chapter 76 - Rose Hip (*Rosa canina* L.) Oils. In: Preedy VR, editor. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. San Diego: Academic Press; 2016. p. 667-75.

9. Strugala P, Gladkowski W, Kucharska AZ, Sokol-Letowska A, Gabrielska J. Antioxidant activity and anti-inflammatory effect of fruit extracts from blackcurrant, chokeberry, hawthorn, and rosehip, and their mixture with linseed oil on a model lipid membrane. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2016;118(3):461-74.
10. Patel S. Rose hip as an underutilized functional food: Evidence-based review. *Trends in Food Science & Technology*. 2017;63:29-38.
11. Nađpal JD, Lesjak MM, Šibul FS, Anačkov GT, Četojević-Simin DD, Mimica-Dukić NM, et al. Comparative study of biological activities and phytochemical composition of two rose hips and their preserves: *Rosa canina* L. and *Rosa arvensis* Huds. *Food Chemistry*. 2016;192:907-14.
12. Salgın U, Salgın S, Ekici DD, Uludağ G. Oil recovery in rosehip seeds from food plant waste products using supercritical CO₂ extraction. *The Journal of Supercritical Fluids*. 2016;118:194-202.
13. Romero N, Robert P, Masson L, Ortiz J, González K, Tapia K, et al. Effect of α -tocopherol, α -tocotrienol and *Rosa mosqueta* shell extract on the performance of antioxidant-stripped canola oil (*Brassica* sp.) at high temperature. *Food Chemistry*. 2007;104(1):383-9.
14. Elmastaş M, Demir A, Genç N, Dölek Ü, Güneş M. Changes in flavonoid and phenolic acid contents in some *Rosa* species during ripening. *Food Chemistry*. 2017;235:154-9.
15. Machmudah S, Kawahito Y, Sasaki M, Goto M. Process optimization and extraction rate analysis of carotenoids extraction from rosehip fruit using supercritical CO₂. *The Journal of Supercritical Fluids*. 2008;44(3):308-14.
16. Zhong L, Gustavsson K-E, Oredsson S, Głąb B, Yilmaz JL, Olsson ME. Determination of free and esterified carotenoid composition in rose hip fruit by HPLC-DAD-APCI+-MS. *Food Chemistry*. 2016;210:541-50.
17. Bermudez OI, Ribaya-Mercado JD, Talegawkar SA, Tucker KL. Hispanic and non-hispanic white elders from Massachusetts have different patterns of carotenoid intake and plasma concentrations. *Journal of Nutrition*. 2005;135(6):1496-502.
18. Barros L, Carvalho AM, Ferreira ICFR. Exotic fruits as a source of important phytochemicals: Improving the traditional use of *Rosa canina* fruits in Portugal. *Food Research International*. 2011;44(7):2233-6.

19. Zago G KI, García F MY, Di Bernardo ML, Vit P, Luna JR, Gualtieri M. Determinación del contenido de vitamina C en miel de abejas venezolanas por volumetría de óxido-reducción. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*. 2010;41:25-30.
20. Tormo R. *Plantas y hongos* 2014. [cited 2020]. Available from: <http://www.plantasyhongos.es/glosario/flavonoides.htm>.
21. Grajzer M, Prescha A, Korzonek K, Wojakowska A, Dziadas M, Kulma A, et al. Characteristics of rose hip (*Rosa canina* L.) cold-pressed oil and its oxidative stability studied by the differential scanning calorimetry method. *Food Chemistry*. 2015;188:459-66.
22. Franco D, Pinelo M, Sineiro J, Núñez MJ. Processing of *Rosa rubiginosa*: Extraction of oil and antioxidant substances. *Bioresource Technology*. 2007;98(18):3506-12.
23. Meléndez-Martínez AJ, Vicario IM, Heredia FJ. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 2004;54:209-15.
24. Szentmihályi K, Vinkler P, Lakatos B, Illés V, Then M. Rose hip (*Rosa canina* L.) oil obtained from waste hip seeds by different extraction methods. *Bioresource Technology*. 2002;82(2):195-201.
25. Sayago A, Marín MI, Aparicio R, Morales M. Vitamin E and vegetable oils. *Grasas y Aceites*. 2007;58:74-86.
26. Andersson SC, Olsson ME, Gustavsson KE, Johansson E, Rumpunen K. Tocopherols in rose hips (*Rosa* spp.) during ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2012;92(10):2116-21.
27. Braunrath R, Isnardy B, Solar S, Elmadfa I. Impact of α -, γ -, and δ -tocopherol on the radiation induced oxidation of rapeseed oil triacylglycerols. *Radiation Physics and Chemistry*. 2010;79(7):764-9.
28. Andersson SC, Olsson ME, Gustavsson KE, Johansson E, Rumpunen K. Tocoferoles en escaramujo (*Rosa* spp.) Durante la maduración. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2012;92(10):2116-21.
29. Cheng BC-Y, Ma X-Q, Kwan H-Y, Tse K-W, Cao H-H, Su T, et al. A herbal formula consisting of *Rosae Multiflorae Fructus* and *Lonicerae Japonicae Flos* inhibits inflammatory mediators in LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages. *Journal of Ethnopharmacology*. 2014;153(3):922-7.
30. Kirkeskov B, Christensen R, Bügel S, Bliddal H, Danneskiold-Samsøe B, Christensen LP, et al. The effects of rose hip (*Rosa canina*) on plasma antioxidative activity and C-

- reactive protein in patients with rheumatoid arthritis and normal controls: A prospective cohort study. *Phytomedicine*. 2011;18(11):953-8.
31. Daels-Rakotoarison DA, Gressier B, Trotin F, Brunet C, Luyckx M, Dine T, et al. Effects of *Rosa canina* fruit extract on neutrophil respiratory burst. *Phytotherapy Research*. 2002;16(2):157-61.
 32. Segal AW, Abo A. The biochemical basis of the NADPH oxidase of phagocytes. *Trends in Biochemical Sciences*. 1993;18(2):43-7.
 33. Jensen P, Kharazmi A. Computer-assisted image analysis assay of human neutrophil chemotaxis in vitro. *Journal of Immunological Methods*. 1991;144(1):43-8.
 34. Kharazmi A. Laboratory and preclinical studies on the anti-inflammatory and anti-oxidant properties of rosehip powder – Identification and characterization of the active component GOPO®. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2008;16:S5-S7.
 35. Christensen R, Bartels EM, Altman RD, Astrup A, Bliddal H. Does the hip powder of *Rosa canina* (rosehip) reduce pain in osteoarthritis patients? – a meta-analysis of randomized controlled trials. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2008;16(9):965-72.
 36. Gehrcke M, Giuliani LM, Ferreira LM, Barbieri AV, Sari MHM, da Silveira EF, et al. Enhanced photostability, radical scavenging and antitumor activity of indole-3-carbinol-loaded rose hip oil nanocapsules. *Materials Science and Engineering: C*. 2017;74:279-86.
 37. Aliona G-M, Daniela C, Greta B, Rodica S. ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ROSE HIP AND HAWTHORN POWDERS ON PATHOGENIC BACTERIA. *Journal of Engineering Science (Chişinău)*. 2018;XXV(4):100-7.
 38. Konaté K, Hilou A, Mavoungou J, Lepengué A, Souza A, Barro N, et al. Antimicrobial activity of polyphenol- rich fractions from *Sida alba* L. (Malvaceae) against co-trimoxazol- resistant bacteria strains. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*. 2012;11(1):5.
 39. Wang Y, Liang Y, Cock I. *Rosa canina* L. Fruit Extracts Inhibit the Growth of Bacterial Triggers of some Autoimmune Inflammatory Diseases and Potentiate the activity of Conventional Antibiotics. *Pharmacognosy Communications*. 2020;10(1):7-17.