

COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y BIOACTIVIDAD DE LA NUEZ Y PSEUDOFRUTO DE
***Anacardium occidentale* L: UNA REVISIÓN**

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE QUÍMICO

KARINA ANDREA CAUSIL ESPITIA



GRUPO DE INVESTIGACIÓN QUÍMICA DE LOS PRODUCTOS NATURALES

DIRECTOR:

ALBERTO ANTONIO ANGULO ORTIZ

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

MONTERÍA - CÓRDOBA.

2020

COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y BIOACTIVIDAD DE LA NUEZ Y PSEUDOFRUTO DE
***Anacardium occidentale* L: UNA REVISIÓN**

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE QUÍMICO

KARINA ANDREA CAUSIL ESPITIA



GRUPO DE INVESTIGACIÓN QUÍMICA DE LOS PRODUCTOS NATURALES

DIRECTOR:

ALBERTO ANTONIO ANGULO ORTIZ

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

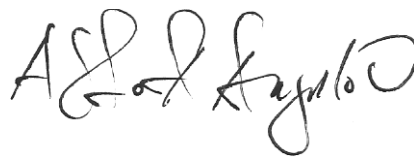
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

MONTERÍA - CÓRDOBA.

2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

El informe de trabajo de grado en modalidad de monografía titulado “**COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y BIOACTIVIDAD DE LA NUEZ Y PSEUDOFRUTO DE *Anacardium occidentale* L: UNA REVISIÓN**” realizado por la estudiante **KARINA ANDREA CAUSIL ESPITIA** cumple con los requisitos exigidos por la facultad de Ciencias Básicas para optar por el título de QUÍMICO y ha sido aprobado



Director del trabajo de grado.

ALBERTO ANGULO ORTIZ, M.Sc

JURADO: MARY CECILIA MONTAÑO CASTAÑEDA, Ph.D

JURADO: ORLANDO JOSE PASTRANA FRANCO, M.Sc

DEDICATORIA

A mi madre y mi hija, mis dos ángeles en el cielo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme fuerzas y voluntad para culminar este proceso de formación.

A mi madre Enaisa Espitia (QEPD) por sus sacrificios, inculcarme el amor por la educación, los deseos de superación y los valores que me han permitido crecer como persona.

A mi familia; principalmente a mis hermanas Liliana Espitia y Jessica Causil a quienes amo y admiro con todo lo que soy; a mi tía Minerva Espitia y Aliscair Guzmán, por apoyarme e impulsarme cada día a seguir y no desfallecer.

A mis compañeros y amigos, especialmente a Senis Montiel, Julissa Villarreal, Yury Calderón, Natalia Quintero, William Negrete, Vanessa Montes, Sergio Rivero, Guillermo Jiménez, Cristian Camargo y grupo fusión. A quienes agradezco inmensamente por haber estado en este proceso académico, por los momentos de alegría, las enseñanzas, y la paciencia que tuvieron para conmigo en estos años.

Al profesor Alberto Angulo Ortiz, por brindarme la oportunidad de trabajar con él, orientarme y colaborar en esta etapa.

A los profesores del departamento de química, por formarme como profesional.

A mis compañeros del grupo de investigación Química de los Productos Naturales.

A todas esas personas que contribuyeron para que hoy este sueño ya sea una realidad.

¡Infinitas gracias!

TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN	1
2.	ABSTRACT	2
3.	INTRODUCCIÓN	3
4.	OBJETIVOS	5
4.1.	OBJETIVO GENERAL	5
4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
5.	METODOLOGÍA	6
6.	CAPITULO I: GENERALIDADES <i>Anacardium occidentale</i> L	7
6.1	REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS:	8
6.2	COSECHA	9
6.3	PLAGAS Y ENFERMEDADES	9
6.4	TAXONOMÍA	11
6.5	PRODUCCIÓN, IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN MUNDIAL	11
6.6	PRODUCCIÓN EN COLOMBIA	14
6.7	USOS Y PRODUCTOS DE LA NUEZ Y PSEUDOFRUTO	16
6.8	USOS ETNOBOTÁNICOS	17
7.	CAPITULO II: COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	18
7.1	COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA NUEZ	18
7.2	COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL PSEUDOFRUTO	20
8.	FITOQUÍMICA DE <i>Anacardium occidentale</i> L.	22
8.1	FLAVONOIDES	22
8.2	CAROTENOIDES	26
8.3	TERPENOS	29
8.4	ÁCIDOS ANACÁRDICOS	30
8.5	ÁCIDOS FENÓLICOS	31
8.6	FITOESTEROLES	33
9.	BIOACTIVIDAD	39
9.1	ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	39
9.2	ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA	41
9.3	ACTIVIDAD ANTIPARASITARIA	43
9.4	ACTIVIDAD HIPOGLUCÉMICA	44
10.	CONCLUSIÓN	46

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
-------------------------------------	----

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Árbol de marañón. .	7
Figura 2: Nuez y pseudofruto del marañón (<i>Anacardium occidentale L</i>) en sus tres variedades. ..	8
Figura 3: Producción mundial de marañón con cáscara, 2018.....	12
Figura 4: Países importadores de anacardo sin cáscara, 2019.....	13
Figura 5: Exportación de anacardos con cáscara 2019.....	14
Figura 6: Flavonoles identificados en la nuez y falso fruto de <i>A. occidentale L</i>	24
Figura 7: Flavanoles, flavona y flavanona presentes en la nuez y pseudofruto de <i>Anacardium occidentale L</i>	25
Figura 8: Antocianina y antocianidina aisladas e identificadas del extracto hidrolizado del pseudofruto de <i>A. occidentale</i>	26
Figura 9: Carotenoides contenidos en nuez y pseudofruto de <i>Anacardium occidentale L</i>	28
Figura 10: Terpenos registrados en nuez y pseudofruto de <i>Anacardium occidentale L</i>	30
Figura 11: Ácidos anacardicos de <i>Anacardium occidentale L</i> , nuez y pseudofruto.	31
Figura 12: Ácidos fenólicos que posee el pseudofruto y nuez de <i>Anacardium occidentale L</i>	32
Figura 13: Fitosteroles de las nueces de marañón <i>Anacardium Occidentale L</i>	34

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Plagas y enfermedades que afectan el cultivo de marañón.	10
Tabla 2: Clasificación taxonómica de <i>Anacardium occidentale</i> L.	11
Tabla 3: Área sembrada, área cosechada, producción y rendimiento del cultivo de marañón 2007-2017 ..	15
Tabla 4: Municipios productores de marañón en Colombia 2016-2017	16
Tabla 5: Usos etnobotánicos de <i>A. occidentale</i> L, en el mundo.....	17
Tabla 6: Composición de proteína, carbohidrato, vitaminas y minerales de la nuez de marañón.	19
Tabla 7: Ácidos grasos del aceite de la semilla de marañón	19
Tabla 8: Composición de aminoácidos nuez de marañón	20
Tabla 9: Composición nutricional de las variedades roja y amarilla del pseudofruto de <i>A. Occidentale</i> L.	22
Tabla 10: Perfil volátil del aceite esencial obtenido del pseudofruto de <i>Anacardium occidentale</i> L.	35
Tabla 11: Compuestos de aroma de la nuez de marañón tostadas por HA-RFK y HAK	37
Tabla 12: Actividad inhibidora del extracto de anacardo contra diferentes bacterias patógenas.....	42
Tabla 13: Actividad antiparasitaria de alquil fenoles presentes en la nuez del marañón.....	44

1. RESUMEN

El marañón (*Anacardium occidentale L*); es un árbol tropical que presenta dualidad en su fruto, consta de un pseudofruto y almendra, la cual es de alta demanda y competitividad en el mercado de nueces. El árbol es cultivado en casi todo el mundo, India, Vietnam, Costa de Marfil, son los países que reportan mayor producción y exportaciones. En el territorio colombiano, los departamentos de Vichada y Córdoba son los cultivadores mayoritarios.

El propósito contemplado en este estudio monográfico consistió en documentar la composición bromatológica, fitoquímica y bioactiva del fruto de *Anacardium occidentale L*. Encontrándose en él un cuantioso valor nutricional, un rico perfil mineral, así como vitamínico y lipídico. Además de diversos fitoquímicos, habiéndose registrado más de 70 metabolitos secundarios que incluyen flavonoides, ácidos fenólicos, carotenoides, terpenos, fitoesteroles y ácidos anacardicos. Compuestos que están relacionados a su vez con actividad antioxidante, antimicrobiana, antiparasitaria y antidiabética. La validez de estas actividades biológicas resulta como respaldo a los diferentes usos tradicionales que se atribuye al marañón en distintos países, donde es utilizado en pluralidad de tratamientos a saber de antigripal, cicatrizante, presión arterial, colesterol, y enfermedades venéreas.

2. ABSTRACT

The cashew (*Anacardium occidentale* L); is a tropical tree that presents the duality in its fruit, composed by pseudofruit and almond, which has a high demand and competitiveness in the market of nuts. The tree is cultivated almost all the world, India, Vietnam, Costa de Marfil are the countries that report greater production and exports. This fruit can be found in Colombia in the departments of Vichada and Córdoba. The purpose contemplated in this monographic study consisted to document the bromatological, phytochemical and bioactive composition of the fruit of *Anacardium occidentale* L. which has a considerable nutritional value. Cashew nuts have a high nutritional value, a rich mineral profile, vitamin and lipid. In addition, it has a variety of phytochemicals, having reported more than 70 secondary metabolites that include flavonoids, phenolic acids, carotenoids, terpenes, phytosterols and anacardic acids. These compounds have shown antioxidant, antimicrobial, antiparasitic and antidiabetic activity. The validity of these biological activities are supported by different traditional uses of cashew in different countries, where it is used in a variety of treatments, such as anti-influenza, healing, blood pressure, cholesterol, and venereal diseases.

3. INTRODUCCIÓN

El marañón *Anacardium occidentale* L pertenece a la familia Anacardiaceae, es originario de Brasil, y se cultiva en diferentes países de América, África, y Asia. Es conocido mundialmente con los seudónimos anacardo, pequi, cajeiro, merey, y en Colombia como marañón. El fruto está constituido por una almendra o nuez arriñonada, que cuelga de un falso fruto (pseudofruto o manzana) carnosos, jugoso y astringente con forma de pera, el falso fruto presenta pigmentaciones roja, amarilla y naranja (Betancourt & Ramírez Beltrán, 2016; Dendena & Corsi, 2014; McLaughlin *et al.*, 2018).

La nuez de marañón está posicionada entre los frutos secos más consumidos, para el 2018 se cultivaron cerca de 5.9 millones de hectáreas con un consumo total aproximado de 720.17 mil toneladas métricas de anacardos en todo el mundo (Shahbandeh, 2020). Los países asiáticos dominan el mercado de la almendra con un 67 %, seguido de los países africanos con el 30.8 % (Faostat, 2020). El pseudofruto, tiene poca competitividad en el mercado de exportación e importación mundial debido a que es muy perecedero, el mayor aprovechamiento se da en la producción artesanal de bebidas, vinos y productos naturistas y de belleza.

El perfil nutricional de *Anacardium occidentale* L, nuez y falso fruto, lo hace fuente excepcional de nutrientes, proteínas, minerales, ácidos grasos, ácido ascórbico y fitoquímicos, a saber, de flavonoides, carotenoides, ácidos fenólicos, y ácidos anacárdicos considerados marcadores quimiotaxonómicos de la familia Anacardiaceae (Gordon *et al.*, 2012; Schweiggert *et al.*, 2016; Alves Filho *et al.*, 2019). Actividades biológicas en la que destacan la capacidad antirradicalaria, antimicrobiana contra cepas de *Streptococcus pyogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Enterococcus*

faecalis y *Bacillus cereus* entre otras, actividad antiparasitaria y demás actividades biológicas que siguen estando en estudio (Trox *et al.*, 2011; De Abreu *et al.*, 2013; Bhagirathi & Asna, 2018).

La alta diversidad vegetal, el surgimiento de nuevas enfermedades, medicamentos sintéticos cada vez más costosos, ha sacado a relucir la importancia de estudios e información farmacológica de especies de origen vegetal que han sido utilizadas a través de la historia como plantas medicinales, mostrando resultados cada vez más efectivos, por ello que se plantea realizar este estudio monográfico sobre la composición bromatológica, fitoquímica y actividades biológicas de la nuez y pseudofruto de *Anacardium occidentale* L, con el cual se espera incrementar las fuentes de información acerca de este fruto.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Documentar información bibliográfica referente a la composición bromatológica, constituyentes fitoquímicos y bioactividad de la nuez y pseudofruto de *Anacardium occidentale* L.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la composición bromatológica de la nuez y pseudofruto de *Anacardium occidentale* L.
- Enunciar y analizar los componentes fitoquímicos de la nuez y pseudofruto del marañón, utilizando información bibliográfica obtenida de fuentes primarias y secundarias.
- Destacar la bioactividad de extractos de la nuez, pseudofruto de *Anacardium occidentale* L.

5. METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda sistemática del material bibliográfico, consultando bases de datos incluidas American Chemical Society (ACS), Scopus, ScienceDirect, Embase, además de tesis, trabajos monográficos, libros y páginas web, que presentaron información relevante sobre la composición nutricional, bioactividades, fitoquímica de la nuez y pseudofruto de *Anacardium occidentale* L. La información se seleccionó y clasificó por año de publicación, relevancia sobre el tema e idioma, se incluyeron artículos publicados en inglés, portugués y español. Posteriormente se analizó y sintetizó la información presente en este documento.

6. CAPÍTULO I: GENERALIDADES *Anacardium occidentale L*

El Marañón (*Anacardium occidentale L*), es una planta de hoja perenne perteneciente a la familia *Anacardiaceae*. Es originario de América del Sur; propiamente de Brasil y ha sido expandido por Europa, Asia y África, convirtiéndose en un fruto de gran importancia comercial (Dendena & Corsi, 2014). EL árbol es de tamaño mediano, de acuerdo a las condiciones climáticas y suelos, puede crecer entre 5 y 12 metros inclusive superar los 15 metros de altura (figura 1). Es conocido popularmente como; Anacardo, pequi, cajeiro, cajú, merey, y en Colombia como Marañón (Betancourt & Ramírez, 2016).



Figura 1: Árbol de marañón. Tomado de (Betancourt & Ramírez, 2016).

El fruto consta de una almendra o nuez reniforme, la cual en su etapa de maduración desarrolla una pulpa jugosa, carnosa, astringente y cerosa con forma romboide, denominada pseudofruto, falso fruto o manzana de anacardo (figura 2). Esta es muy perecedera, luego de desprenderse del árbol tarda menos de 24 horas en descomponerse, por lo tanto, para mayor perduración el pseudofruto debe almacenarse a bajas temperaturas. Se puede encontrar en color rojo, amarilla y naranja las propiedades de estos varían en cuanto a astringencia, características fisicoquímicas y contenido de

metabolitos secundarios (McLaughlin *et al.*, 2018; Okpanachi *et al.*, 2016; Schweiggert *et al.*, 2016).



Figura 2: Nuez y pseudofruto del marañón (*Anacardium occidentale L*) en sus tres variedades. Tomado de (Schweiggert *et al.*, 2016)

6.1 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS:

El marañón es una planta resistente a las estaciones secas, con pocas lluvias, condiciones que se originan principalmente en regiones tropicales y subtropicales, donde la humedad no sobrepasa el 80%, rangos de temperaturas de 10 °C a 22 °C representan mayor productividad, temperaturas por debajo de 10 °C y heladas no son adecuadas para la supervivencia y desarrollo del cultivo, los suelos de textura media, profunda y bien drenada con pH entre 4.3 y 8.7 son generalmente más adecuados. Cuando el árbol se desarrolla en condiciones ideales de temperatura, suelos y humedad es un árbol atractivo, de tronco erecto que alcanza los 15 metros y con una corteza lisa. A demás de poseer un follaje perenne que desarrolla una copa densa y simétrica. A diferencia en situaciones no aptas este árbol no sobrepasa los 10 metros de altura y puede crecer sin desarrollar un tronco definido (Coto, 2003; Chandra *et al.*, 2013; McLaughlin *et al.*, 2018).

6.2 COSECHA

La producción comienza a los dos o tres años después de la siembra, la floración se presenta siempre en tiempo seco, la presencia de lluvias en esta etapa y la maduración de los frutos afectan al rendimiento. El árbol presenta producción durante todo el año, es de vida prolongada, las cosechas más definidas se obtienen entre cinco y siete años, hasta los veinte, donde empieza a disminuir la producción. La cosecha se da en Colombia entre febrero y mayo, la siembra se encuentra en la cúspide en los meses de septiembre, octubre y noviembre (MinAgricultura, 2017).

6.3 PLAGAS Y ENFERMEDADES

El cultivo, el rendimiento y la producción de marañón a menudo se ve limitada por la presencia de insectos plagas; de acuerdo con Nair (2010) más de 190 especies de insectos han sido catalogados como plagas que afectan el cultivo alrededor del mundo, principalmente se ve afectado por insectos barrenadores de tallo como *Plocaederus ferrugineus* el cual causa la muerte del árbol, doblamiento y agujeros en el tronco. De igual forma el insecto del mosquito del té (*Helopeltis antonii*), causa bajas en el rendimiento, debido a la inflorescencia, manchas, y caída prematura de la tuerca del árbol (Wonni *et al.*, 2017).

Otros insectos que afectan el cultivo, principalmente a la nuez y pseudofruto, son *Holopothrips fulvas*, Chinche patas de hoja (*Leptoglossus zonatus*), Abejita negra o Congo (*Trigona sp.*), los cuales producen manchas necróticas, perforaciones en la nuez, pseudofruto y daños de manera general en el árbol, inflorescencia, incisión de hojas (tabla 1) (Jimenez *et al.*, 2016; Lima *et al.*, 2017; Dendena & Corsi, 2014).

La enfermedad más común en los cultivos de marañón es la antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, los síntomas se caracterizan por manchas empapadas de agua

inicialmente que se tornan de color marrón anaranjado a rojizo claro con la edad y esporulación del hongo, puede dañar completamente la floración, las hojas y el fruto, representando pérdidas considerables a los cultivadores de marañón en cuanto a rendimiento y calidad (Coto, 2003; Wonni *et al.*, 2017).

Tabla 1: Plagas y enfermedades que afectan el cultivo de marañón.

PLAGA E INSECTOS	NOMBRE COMÚN	ORDEN	FAMILIA
<i>Helopeltis Antonii</i>	Insecto del mosquito del té	Hemiptera	Miridae
<i>Acrecerpos syngamma</i>	Minador de hojas	Lepidóptera	Gracillariidae
<i>Plocaederus ferrugineus</i>	Barrenador del tallo y raíz	Coleóptera	Cerambycidae
<i>Thiloctopila Paurosema M</i>	Barrenador de manzana y nuez	Lepidóptera	Pyralidae
<i>Nephoterix sp</i>	Barrenador de la manzana y la nuez	Lepidóptera	Pyralidae
<i>Selenothrips Rubrocintus</i>	Trips en follaje	Thysanoptera	Thripidae
<i>Retithrips siriacus</i>	Trips en follaje	Thysanoptera	Thripidae
<i>Leptoglossus zonatus</i>	Chinche patas de hoja	Hemiptera	Coreidae
<i>Holopothrips fulvos</i>	Barrenador de la manzana y nuez	Thysanoptera	Phlaeothripidae
<i>Atta mexicana</i>	Zompopo	Himenópteros	Formicidae
<i>Coccoidea</i>	Cochinilla	Hemiptera	Pseudococcidae,
<i>Trigona silvestrianun</i>	Abeja negra	Hemiptera	Apidae
ENFERMEDADES	SÍNTOMAS	AGENTE CAUSAL	FAMILIA
Antracnosis	Tizón de las flores, manchas en las hojas, manchas en los frutos	Hongo	Glomerellaceae
	Inflorescencia, caída de flores y fruto	Hongo	Erysiphales
Mancha foliar angular	Manchas color marrón oscuro, defoliación de las plántulas	Hongo	Mycosphaerella ceae
Necrosis y momificación	Inflorescencia y momificación de los frutos	Hongo	Botryosphaeriaceae

Fuente: (Coto, 2003; Wonni *et al.*, 2013; Freire *et al.* 2002; Nair 2010, citado por Dendema y Corsi, 2014)

6.4 TAXONOMÍA

En la tabla 2 se presenta la taxonomía de *Anacardium occidentale*, el cual pertenece a la familia Anacardiaceae que se sitúa en el orden Sapindales, y consta de más de 600 especies y 60-80 géneros, dentro de esta familia se encuentran las especies *Spondias purpurea*, *Mangifera indica* y demás (Olivera, 1998)

Tabla 2: Clasificación taxonómica de *Anacardium occidentale* L.

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Superdivisión	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Sapindales
Familia	Anacardiaceae
Género	Anacardium
Especie	<i>Anacardium occidentale</i> L

Fuente: Departamento de agricultura de EE.UU (USDA) (consultada: 2 de octubre en: <https://www.usda.gov/>)

6.5 PRODUCCIÓN, IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN MUNDIAL

El mercado mundial del marañón gira en torno a la comercialización de la nuez con o sin cáscara, la nuez presenta alta demanda, es altamente consumida y su producción ha ido aumentando progresivamente, para el año 2018 mundialmente se cultivaron 5.9 millones de hectáreas, los países con mayor producción fueron Vietnam con 2663.885 toneladas (t), seguido de la India con 785.925 t y Costa de Marfil con 688.000 t (figura 3). La mayor producción fue por parte de los países

asiático y africanos con un 67 % y 30.8 %. América abarcó solamente el 3.5 % en la producción mundial (Faostat, 2020). En cuanto a la producción del pseudofruto de acuerdo con Betancourt & Ramírez, (2016), en 2013, se estimó que el aprovechamiento del pseudofruto en el mundo correspondió a unas 694 mil hectáreas, estando el 89.9 % de estas en Brasil. La producción mundial entre 2010 y 2013 se estimó en 7 millones de toneladas, 90 % de las cuales fueron brasileñas.

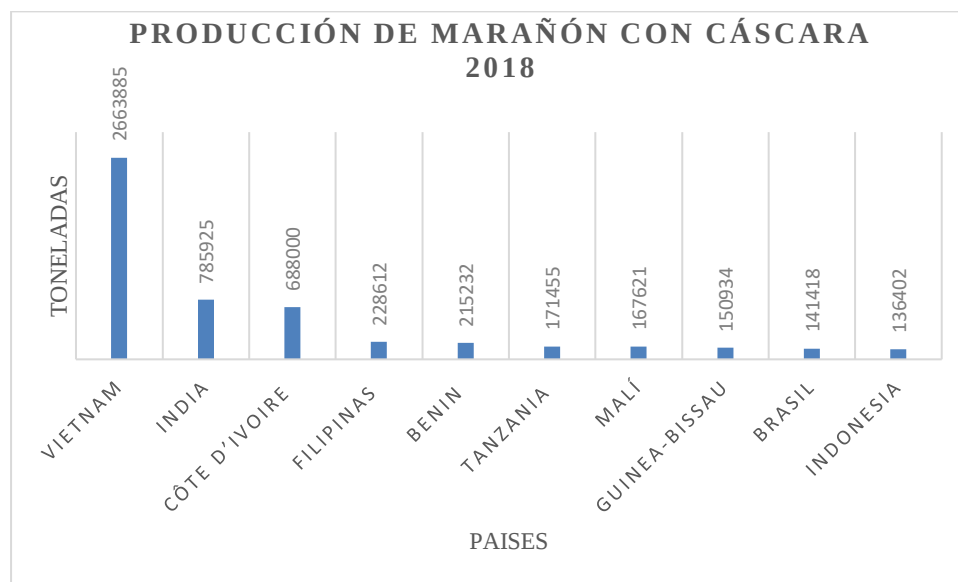


Figura 3: Producción mundial de marañón con cáscara, 2018. Fuente: Faostat, 2020 (consultada: 30 de septiembre en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>).

Los principales importadores de nuez de marañón, seca o tostada, sin cáscara, durante el año 2019 fueron Estados Unidos con 549.497 t, evidenciando el 28 % de las importaciones por valor en el mercado mundial, seguido de Alemania con 154 787 t y con una participación de 11.3 % y Países Bajos con 60.222 t y 9.3 % (figura 4). A diferencia en el mercado de importación de la nuez de marañón comercializada con cáscara Estados Unidos no encabeza la lista, representa solo el 0.1 %, siendo India (55.7 %) y Vietnam (39.1 %) los países más interesados en la importación y comercio interno de esta (ITC Trade Map, 2020).

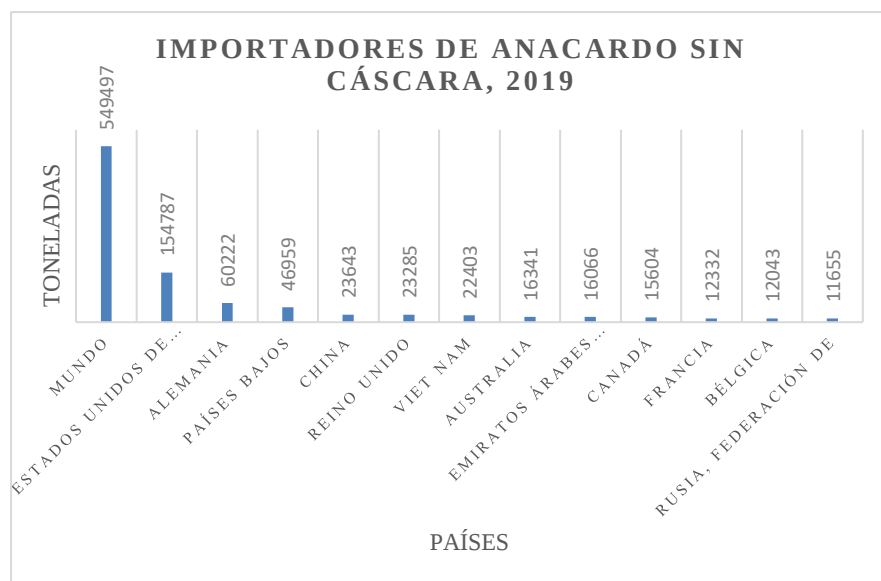


Figura 4: Países importadores de anacardo sin cáscara, 2019. Fuente: ITC Trade Map, 2020 (1 de octubre en: <http://www.trademap.org/Index.aspx>).

Haciendo referencia a las exportaciones, para el año 2019 se exportaron cerca de 577.051 toneladas (t) en todo el mundo, de nuez de marañón sin cascara, entre los países con mayor representación se encuentra Vietnam (347.245 t), India (68.222 t) y Países Bajos con (35.918 t). La exportación de la nuez con cáscara fue liderada por los países africanos Costa de Marfil, Ghana, Burkina Faso y Benín (figura 5) (ITC Trade Map, 2020).

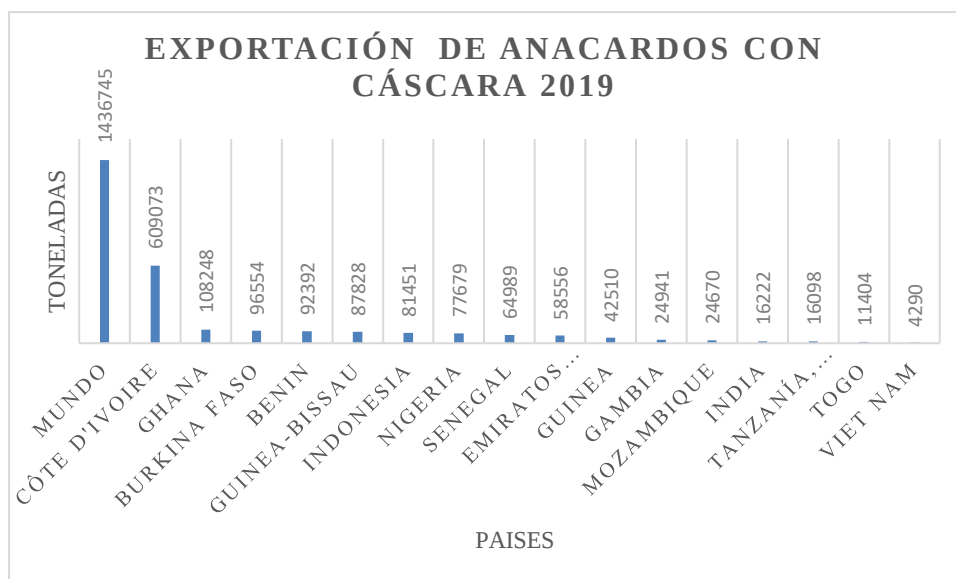


Figura 5: Exportación de anacardos con cáscara 2019. Fuente: ITC Trade Map, 2020 (consultada: 1 de octubre en: <https://www.trademap.org/Index.aspx>).

6.6 PRODUCCIÓN EN COLOMBIA

El cultivo de marañón en el país ha ido incrementando sustancialmente, pasando de tener 469 ha en el año 2007 a 3.330 ha en el 2017 (tabla 3). La producción más alta se registró en 2016 con 7164 (t) y rendimiento de 4.11 (t/ha), en el año 2017 la producción fue de 4.312 (t) con un rendimiento de 2.11 (t/ha) menor al del año anterior. Los departamentos de Vichada con una obtención de 3.330 (t) que representa el (77.2 %), Córdoba con 600 (t) (13.9 %) y Atlántico con 382 (t) (8.9 %) son los cultivadores centrales de marañón en el país (MinAgricultura, 2017).

Tabla 3: Área sembrada, área cosechada, producción y rendimiento del cultivo de marañón 2007-2017

AÑO	ÁREA SEMBRADA (ha)	ÁREA COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	RENDIMIENTO (t/ha)
2007	469	280	460	1.64
2008	436	420	622	1.48
2009	554	431	804	1.87
2010	591	417	1116	2.68
2011	1730	724	3067	4.24
2012	1540	1391	5852	4.21
2013	975	941	3938	4.19
2014	2054	1580	6392	4.05
2015	2817	1540	6289	4.08
2016	3223	1745	7164	4.11
2017	3330	2043	4312	2.11

Fuente: (MinAgricultura, 2017)

Los cultivos más extensos de marañón se encuentran distribuidos en los municipios de Puerto Carreño y Chinú (tabla 4). Puerto Carreño está ubicado en el departamento de Vichada con un área sembrada de 2.000 hectáreas y producción de 2.720 (t) para el año 2017. El municipio de Chinú se encuentra ubicado en el departamento de Córdoba, en el cual para el año 2017 se sembraron 950 hectáreas con 4.041 toneladas producidas (MinAgricultura, 2017).

Tabla 4: Municipios productores de marañón en Colombia 2016-2017

MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN 2016 (t)	PRODUCCIÓN 2017 (t)	VARIACIÓN (%)	PARTICIPACIÓN (%)
	TOTAL	7164	4312	-39.8	100,0
Puerto Carreño	Vichada	2720	2720	-	63.1
La Primavera	Vichada	0	600	-	13.9
Chinú	Córdoba	4035	595	-85.3	13.8
Polo nuevo	Atlántico	44	180	309.1	4.2
Santo Tomás	Atlántico	153	153	-	3.5
Palmar de Varela	Atlántico	25	43	70.0	1.0
Cumaribo	Vichada	125	10	-92.0	0.2
Sabanagrande	Atlántico	12	7	-45.7	0.2

Fuente: (MinAgricultura, 2017).

6.7 USOS Y PRODUCTOS DE LA NUEZ Y PSEUDOFRUTO

El consumo de frutos secos ha incrementado el comercio de la nuez de marañón, pues ésta se posiciona entre las nueces más consumidas, estando por debajo del maní (Shahbandeh, 2019). El sabor agradable y diferentes presentaciones hacen de la nuez un alimento preferido, se puede consumir frita, horneada, en chocolate, mantequilla, galletas y demás. Teniendo amplio uso en la repostería (Azam-Ali & Judge, 2001).

El pseudofruto se consume habitualmente en forma de jugo, según Agra *et al.*, (2007), este es utilizado contra la anemia y la diabetes. También se comercializa como vinagre, dulces, mermelada, manzana enlatada, encurtidos. Del jugo de igual forma se puede obtener vino por un proceso fermentativo (Rodríguez *et al.*, 2011). Los residuos restantes después de la extracción del jugo son nutritivos gracias a que contienen proteína, grasa, fibra y pectina. Se usa para fabricar harinas, galletas y alimento para animales (Bezerra *et al.*, 2015). También se han implementado procesos biotecnológicos para la producción de bioetanol a partir del bagazo considerado como un

desecho en el proceso de elaboración de jugos (Deenanath *et al.* 2013). El bagazo a su vez se ha estudiado como una alternativa en la producción de cosméticos (Gonçalves & Gobbo, 2012).

6.8 USOS ETNOBOTÁNICOS

En la tabla 5 se muestra los diferentes usos etnobotánicos atribuidos al fruto del marañón, dejando ver la diversidad de propiedades y la trascendencia que ha tenido a través de las culturas y países, principalmente en el continente americano.

Tabla 5: Usos etnobotánicos de *A. occidentalis* L, en el mundo

PAÍS	USO ETNOBOTÁNICO
África	Tratamiento para el paludismo
Brasil	Asma, gripe, congestión, dolor de garganta, amigdalitis, cólicos intestinales, leishmaniasis, debilidad muscular, enfermedades venéreas como la sífilis, úlceras, insuficiencia urinaria, cicatrizante de heridas
Colombia	Cicatrizante, diabetes, malaria, gripe, dolores dentales, cólicos, purgante
Haití	Caries, diabetes, estomatitis, dolor de muelas, verrugas
Malasia	Estreñimiento, la dermatosis, la diarrea, la gripe, las náuseas y el afta
México	Diabetes, diarrea, pecas, lepra, hinchazón, sífilis, úlcera, verruga
Nigeria	Hemorroides, dolor de muelas, diarrea,
Panamá	Asma, resfriados, congestión, diabetes, diarrea, hipertensión, inflamación
Perú	Diarrea, gripe, infección, infecciones de la piel y usado como antiséptico
Turquía	Verrugas, diarrea, fiebre, envenenamiento,
Venezuela	Disentería, la lepra, el dolor de garganta y usado como gárgaras

Fuente: (Alasalvar & Shahidi, 2009; Andrade, 2012)

7. CAPITULO II: COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA

7.1 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA NUEZ

La inclusión de alimentos funcionales, nutritivos y con beneficios que contribuyan a la mejora de la salud, ha impulsado la comercialización de frutos secos. El alto valor nutricional que aportan las nueces, la necesidad de consumir alimentos sanos y ricos en nutrientes han hecho de la nuez el cuarto fruto seco más consumido con 793.32 toneladas métricas (Shahbandeh, 2019). La semilla presenta buenas cualidades nutricionales para ser utilizado como alimento funcional, posee ácidos grasos omega 3 y 9, y fitoesteroles asociados a propiedades medicinales eficientes en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares y disminución del colesterol, además de metabolitos activos contra los radicales libres (Santillán, 2017).

La nuez es un fruto seco oleaginoso en la que se encuentran en mayor proporción los ácidos grasos; oleico (61.36 %) linoleico (19.48 %), palmítico (10.43 %) y esteárico (8.21 %) (tabla 7) (Lafont *et al.*, 2011), en Zanqui *et al.*, (2019) el promedio de ácidos grasos obtenidos con n-propano presurizado y etanol, mostró como ácidos grasos predominantes el ácido oleico (635 mg/g), linoleico (110 mg/g), palmítico (88 mg/g) y esteárico (94.15 mg/g), así como los ácidos grasos pertenecientes ácido α -linolénico (C18:3 ω -3, ALA) y γ -linolénico (C18:3 ω -6, GLA). El ácido oleico es un ácido graso asociado con la disminución del colesterol malo o lipoproteínas de baja densidad (LDL), igualmente propiedades antioxidantes en conjunto con tocoferoles y disminución de tensión arterial, mientras que los ácidos linolénicos (ALA) y (GLA) son precursores de ácidos grasos polinsaturados de cadena larga (AGPICL ω -3) específicamente los ácidos grasos eicosapentaenoico (C20:5 ω -3, EPA) y docosahexaenoico (C22:6 ω -3, DHA) relacionados con prevención de enfermedades coronarias, funciones inmunológicas y desarrollo fetal (Gnoni *et al.*, 2010; Hernandez, 2016)

Además, la nuez presenta fitoesteroles siendo el mayoritario β sitosterol (83.63 mg), a su vez contiene minerales importantes como el fósforo (502.5 mg) y el potasio (622.5 mg). Así mismo vitaminas B5, B8, B12, vitamina E, contribución importante de proteína (21.3), carbohidratos (20.5) y fibra (3.6) (tabla 6) (Rico *et al.*, 2016).

Igualmente, la almendra contiene ácido glutámico, arginina y ácido aspártico como principales aminoácidos (tabla 8), presentando siete de los ocho aminoácidos esenciales para el mantenimiento de un adulto y nueve de diez que intervienen en el crecimiento de los niños (Morales *et al.*, 2018).

Tabla 6: Composición de proteína, carbohidrato, vitaminas y minerales de la nuez de marañón.

VARIABLE	CANTIDAD	VITAMINAS	CANTIDAD
Proteína (g/100 g)	21.13	Vitamina B1(mg)	0.477
Carbohidratos (g/100 g)	20.5	Vitamina B12(μ g)	0.062
Humedad (g/100 g)	3.8	Vitamina C (mg)	0.125
Ceniza (g/100 g)	2.5	Vitamina B2: riboflavina (mg)	0.028
Fibra total (g/100 g)	3.6	Vitamina B5 (mg)	0.772
Energía (kcal / 100 g)	609	Vitamina B8: biotina, microbiológica (μ g)	33.600
MINERALES		Vitamina B9: folato total (μ g)	39.125
Hierro (mg / 100 g)	5.7	Vitamina E (α - tocoferol) (mg)	0.453
Zinc (mg / 100 g)	5.3	Vitamina E (γ - tocoferol) (mg)	5.070
Sodio (mg / 100 g)	10.0	δ - Tocoferol (mg)	0.318
Potasio (mg / 100 g)	622.5	Suma de tocoferoles (mg)	5.798
Magnesio (mg/100g)	248.8	Vitamina B6 (mg)	0.392
Calcio (mg / 100 g)	41.0	Vitamina B3 (niacina total) (m g)	1.313
Fósforo (mg / 100 g)	502.5	Muestras de grasas (μ g)	7.630
Selenio (mg / 100 g)	0.04	Vitamina K1(μ g)	15.263

Fuente: (Rico *et al.*, 2016)

Tabla 7: Ácidos grasos del aceite de la semilla de marañón

ÁCIDO GRASO	CANTIDAD %
Palmítico: C 16:0	10.43
Estéarico: C 18:0	8.21
Oleico: C 18:1	61.36
Linoleico: C 18:2	19.48
Linolénico: C 18:3	0.52

Fuente: (Lafont *et al.*, 2011)

Tabla 8: Composición de aminoácidos nuez de marañón

AMINOÁCIDO	CANTIDAD %
Ácido glutámico	28.0
Leucina	11.93
Iso leucina	3.86
Alanina	3.18
Fenilalanina	4.35
Tirosina	3.20
Arginina	10.30
Glicina	5.33
Histidina	1.81
Lisina	3.32
Metionina	1.30
Cistina	1.02
Treonina	2.78
Valina	4.53
Triptófano	1.37
Ácido aspártico	10.78
Prolina	3.72
Serina	5.76

Fuente: FAO (recuperado 2 de octubre de <http://www.fao.org/3/ac451e/ac451e0b.htm#fnB11>)

7.2 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL PSEUDOFRUTO

El contenido nutricional del pseudofruto del marañón de acuerdo Adou *et al.*, (2014) donde se realizó la caracterización físico-química del jugo anacardo en variedades amarillas y rojas de Yamusukro (Costa de Marfil), contiene proteína entre 0.51 y 0.53 g/100 g, carbohidratos, glucosa,

fructosa y sacarosa (g/L) reportándose variaciones entre las variedades de 47.2 a 65.8, 100.7 a 110.3 y 2.5 a 5.3, respectivamente. También se registraron los ácidos orgánicos, siendo el ácido cítrico el más presente (290.7 y 1092.1 µg/mL), seguido del ácido tartárico (497.5 a 693.3 µg/mL), ácido acético (48.2 a 266.5 µg/mL), ácido oxálico (197.8 a 204.3 µg/mL) y ácido fumárico. Se dieron variaciones en el contenido de ácido ascórbico entre (370.9 y 480.3 mg/100 g), mientras que los azúcares totales se encontraron entre 162.7 y 168 %. Los aminoácidos claves fueron leucina, cisteína y asparagina.

De forma similar Dossa *et al.*, (2018) evaluó el perfil nutricional del jugo de la manzana de anacardo variedades amarilla y roja; donde se muestra que la variedad roja tiene niveles más altos de vitamina C (0.99 % a 1.01 %). Las concentraciones de minerales en la fruta amarilla y roja fueron 3609.93 mg/L y 4361.28 mg/L de potasio, 218.03 mg/L de sodio, 413.44 y 121.60 de magnesio, 44.80 mg/L de hierro y 19.75 mg/L de manganeso. Además de porcentaje de proteínas (0.79 y 1.09) y lípidos (2.25 y 2.99).

También se registra el perfil nutricional de la pulpa seca y molida (harina), la cual presenta una composición de proteína cruda de 13.82 % para el pseudofruto de pulpa amarilla y 16.96 % al de pulpa roja, de igual manera porcentaje de carbohidratos de 54.79 y 52.28, fibra cruda de 6.71 y 7.08 % para ambas variedades (Okpanachi *et al.*, 2016). La composición del pseudofruto en variedades rojas y amarillas se observa en la tabla 9.

Tabla 9: Composición nutricional de las variedades roja y amarilla del pseudofruto de *A. Occidentale L*

VARIEDAD	PROTEÍNA	FIBRA	LÍPIDOS	CARBOHIDRATOS	CENIZA	HUMEDAD/ MATERIA SECA	ÁCIDO ASCÓRBICO	REFERENCIA
Roja	1.09%	ND	2.99%	2.37 %	ND	ND	0.99%	Dossa <i>et al.</i> , (2018)
	16.96%	7.0 8%	ND	54.79 %	2.48 %	89.20% ^m	ND	(Okpanachi <i>et al.</i> , 2016).
	0.51-0.53 g/100g	ND	ND	162.7-165.4 g/L	1.3- 1.88%	7.08- 9.02% ^m	406.6- 430.4 Mg/100g	Adou <i>et al.</i> , (2014)
Amarilla	0.79%	ND	2.25%	1.56%	ND	ND	1.01%	Dossa <i>et al.</i> , (2018)
	13.82%	6.7 1%	ND	54.79%	2.85%	88.78% ^m	ND	(Okpanachi <i>et al.</i> , 2016).
	0.51-0.53 g/100g	ND	ND	162-168 g/L	1.4- 1.77%	8.07- 10.20% ^m	370,9- 480.3 Mg/100g	Adou <i>et al.</i> , (2014)
NO especifica do (g)	0.1-0.2	0.4- 1.0	0.05- 0.5	90.8-97.5	0.19- 0.34	84-89 ^h	147-372 mg/100 g	ICAITI, 1975, citado en Santillan, 2017)

La letra h representa a los datos expresados en contenido de humedad y m a los expresados en materia seca.
ND: No Determinado

8. FITOQUÍMICA DE *Anacardium occidentale L.*

El marañón contiene diversidad de metabolitos secundarios siendo los flavonoides, compuestos fenólicos, fitoesteroles, antocianinas, carotenoides los más destacados y registrados en los estudios realizados de esta especie.

8.1 FLAVONOIDES

Los flavonoides se encuentran extendidos en el reino vegetal, funcionan como pigmentos vegetales y son responsables de los colores de flores y frutos. Al ser abundantes en plantas, los flavonoides se consumen comúnmente en la dieta humana, especialmente si es rica en frutas y verduras (Kerry

Bone & Simon Mills, 2013). Están presentes en las nueces y manzana del marañón como agliconas libres y unidos en formas conjugadas con un carbohidrato, se han identificado flavonoides del tipo flavonol, flavanoles, flavanona, antocianinas y antocianidinas (De Brito *et al.*, 2007; Gordon *et al.*, 2012).

Los flavonoides identificados presentan marcada capacidad antioxidante, la quercetina muestra efectos sinérgicos con la vitamina C, efectos citoprotectores, vasodilatadores, a su vez la quercetina y el kaempferol son importantes para el control de las concentraciones intracelulares de glutatión y efectos de inhibición frente a células cancerígenas en humanos (Martínez-Flórez *et al.*, 2002).

En el pseudofruto la miricetina se presenta en forma glucosilada y se han identificado 3-O-galactósido (1), 3-O-ramnosido (2), 3-O-glucósido de miricetina (3) además miricetina-3-O-arabinofuranósido (4), miricetina-3-O-arabinopiranosido (5) y miricetina-3-O-xilopiranosido (6). Igualmente se ha identificado quercetina-3-O-galactósido (7), 3-O-ramnosido (8), 3-O-glucósido (9), 3-O-xilopiranosido (10), 3-O-arabinopiranosido (11) y quercetina 3-O-arabinofuranosido (12). En concentraciones trazas también se ha publicado kaempferol 3-O-glucósido (13) y ramnetina (14) (figura 6). El contenido total de flavonoides en el falso fruto ha registrado variaciones entre 0.2040-2.378 mg/g, no obstante, la cantidad es variable de acuerdo al tratamiento, procedimiento de análisis, estado de madurez, pigmentación, localidad, entre otros factores (De Brito *et al.*, 2007; Gordon *et al.*, 2012).

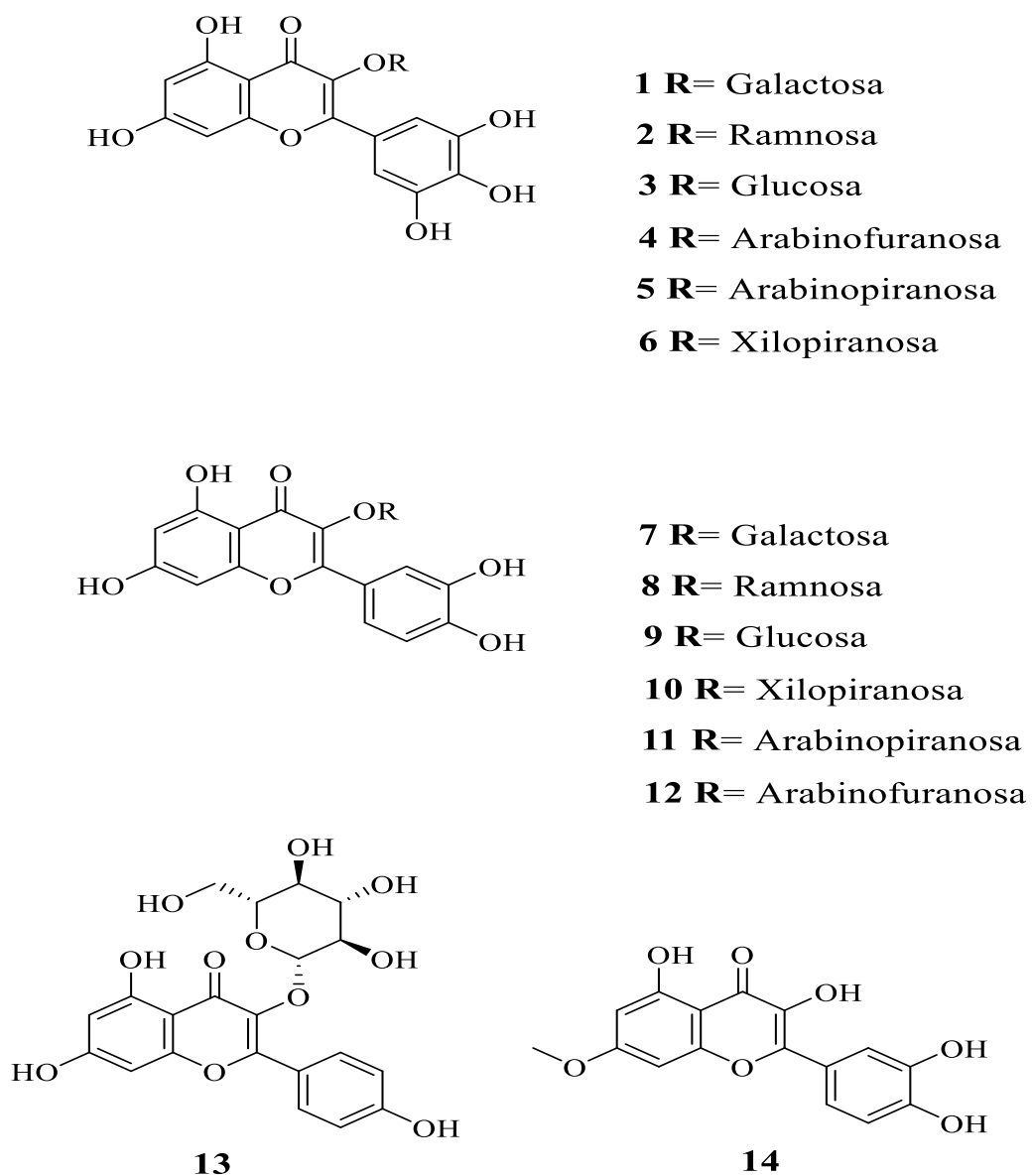


Figura 6: Flavonoles identificados en la nuez y falso fruto de *A. occidentale* L.

Epigallocatequina (15), (-)-galato de epigallocatequina (16), (+)-catequina (17), (-)-epicatequina (18), son flavanoles identificados en la pulpa del fruto. La apigenina 7-glucósido (19) naringenina (20) (figura 7), se registran solamente en las nueces de marañón (Gordon *et al*,2012; Chandrasekar & Shahidi, 2011).

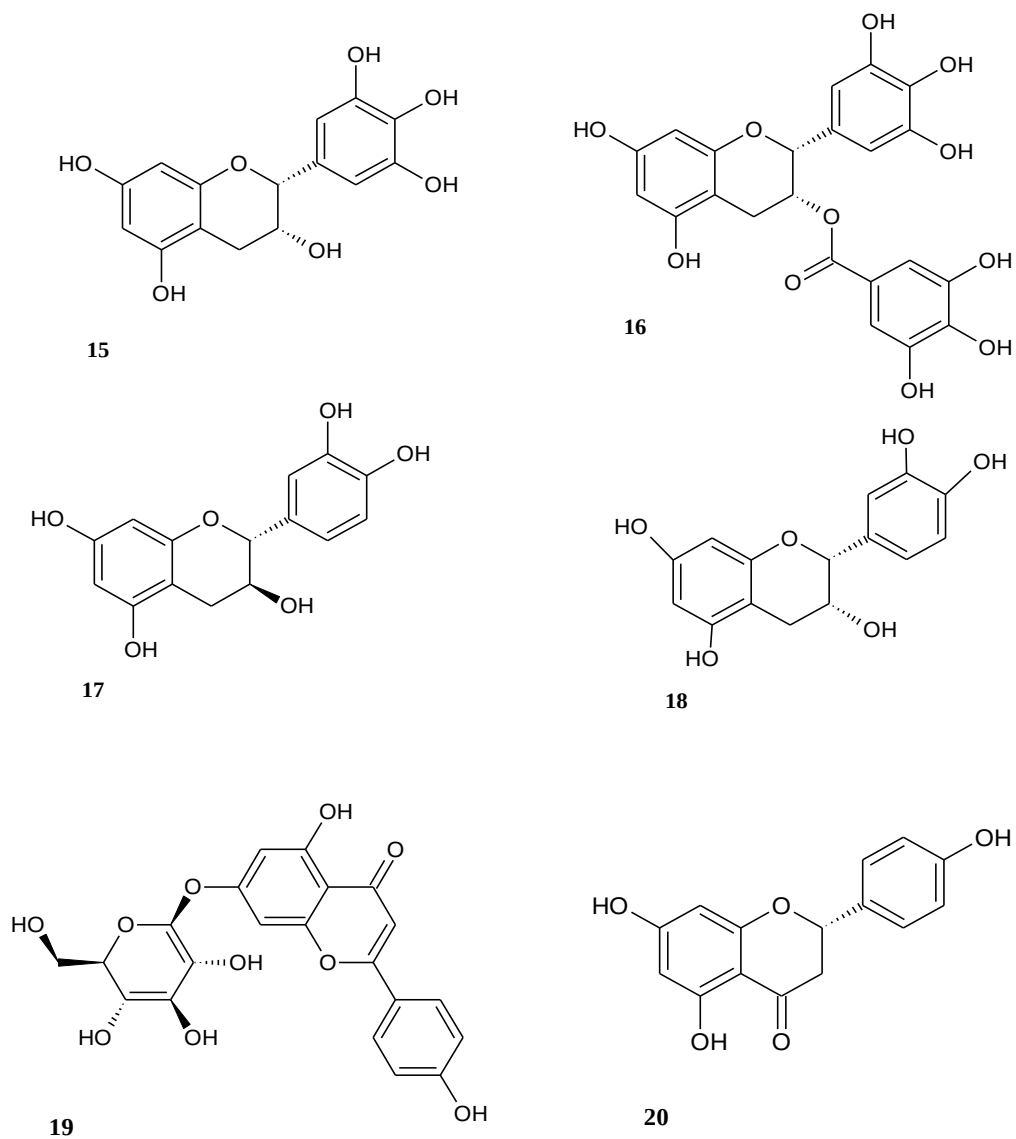
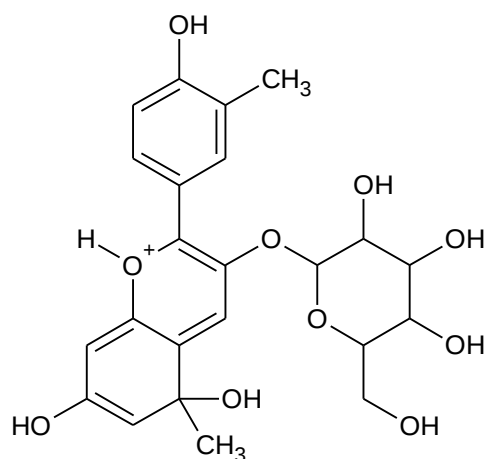
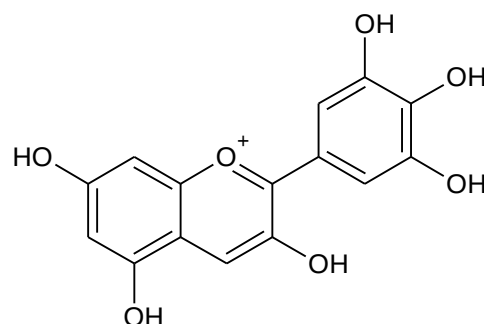


Figura 7: Flavanoles, flavona y flavanona presentes en la nuez y pseudofruto de *Anacardium occidentale* L

El pseudofruto además presenta en su composición las antocianina 3-O-hexósido de metil-cianidina (21) y antocianidina delfinidina (22), (figura 8) (de Brito et al., 2007).



21



22

Figura 8: Antocianidina aisladas e identificadas del extracto hidrolizado del pseudofruto de *A. occidentale*

8.2 CAROTENOIDES

Los pigmentos carotenoides proporcionan a las frutas y flores los distintivos colores rojo, naranja y amarillo, también confieren aroma al fruto, que los hacen comercialmente importantes. Los carotenoides suelen tener una cadena principal de 40 carbonos compuesta por ocho moléculas de isoprenos, se diferencian y producen diferentes pigmentos, a través de modificaciones en la estructura isoprenoide a través de la ciclación de los grupos terminales y la oxidación. La cantidad de pigmentación depende no solo de la acumulación de carotenoides, sino también de la regulación de genes involucrados en la síntesis, degradación y almacenamiento. Estos se encuentran en dos subgrupos primordiales: carotenos, que están formados por moléculas de carbono e hidrógeno, y xantofilas, que son carotenos oxigenados. La composición de dobles enlaces alternos, que es común a todos los carotenoides, les permite absorber luz en el rango visual del espectro (Ellison, 2016).

Los carotenoides provitamina A, como el β -caroteno, se convierten en vitamina A, que es fundamental para mantener una visión, una respuesta inmunitaria y una comunicación y

diferenciación celular saludables. Los carotenoides no provitamina A, incluidos el licopeno y la luteína, se han asociado con una mayor actividad antioxidante, lo que confiere beneficios como la prevención de degeneración macular relacionada con la edad y cáncer (Ellison, 2016).

El pseudofruto presenta pigmentación roja, amarillo y naranja, posee carotenoides a saber; (9'Z) violaxantina (23), violaxantina (24), antheraxantina (25), luteína (26), zeaxantina (27), β -criptoxantina (28), (13'Z)- β -caroteno (29), β -caroteno (30) y α -caroteno (31), las concentraciones varían de acuerdo al tipo de fruto. El marañón de piel naranja presenta al β -Caroteno (2238 $\mu\text{g/g}$), como predominante y el de mayor concentración con referencia a los marañones rojos (1387 $\mu\text{g/g}$) y amarillos (1196 $\mu\text{g/g}$) (Schweiggert et al., 2016). No obstante también se ha publicado al α -Caroteno (811 $\mu\text{g/g}$) como predominante en la piel de anacardo amarillo, al β -Caroteno (1087 $\mu\text{g/g}$) en el marañón anaranjado y rojo (640 $\mu\text{g/g}$) (Piedra Abarca, 2017). Cis-violaxantina (28%) (32) y cis-neoxantina (22%) (33) también han sido identificados en el extracto acuoso del pseudofruto (De Abreu et al., 2013).

Las nueces crudas poseen niveles estimados de β -caroteno (9.57 $\mu\text{g}/100$), luteína (3029 $\mu\text{g}/100$ g) y zeaxantina (0.56 $\mu\text{g}/100$ g). La estructura de los carotenoides del fruto se observa en la figura 9 (Trox et al. 2010).

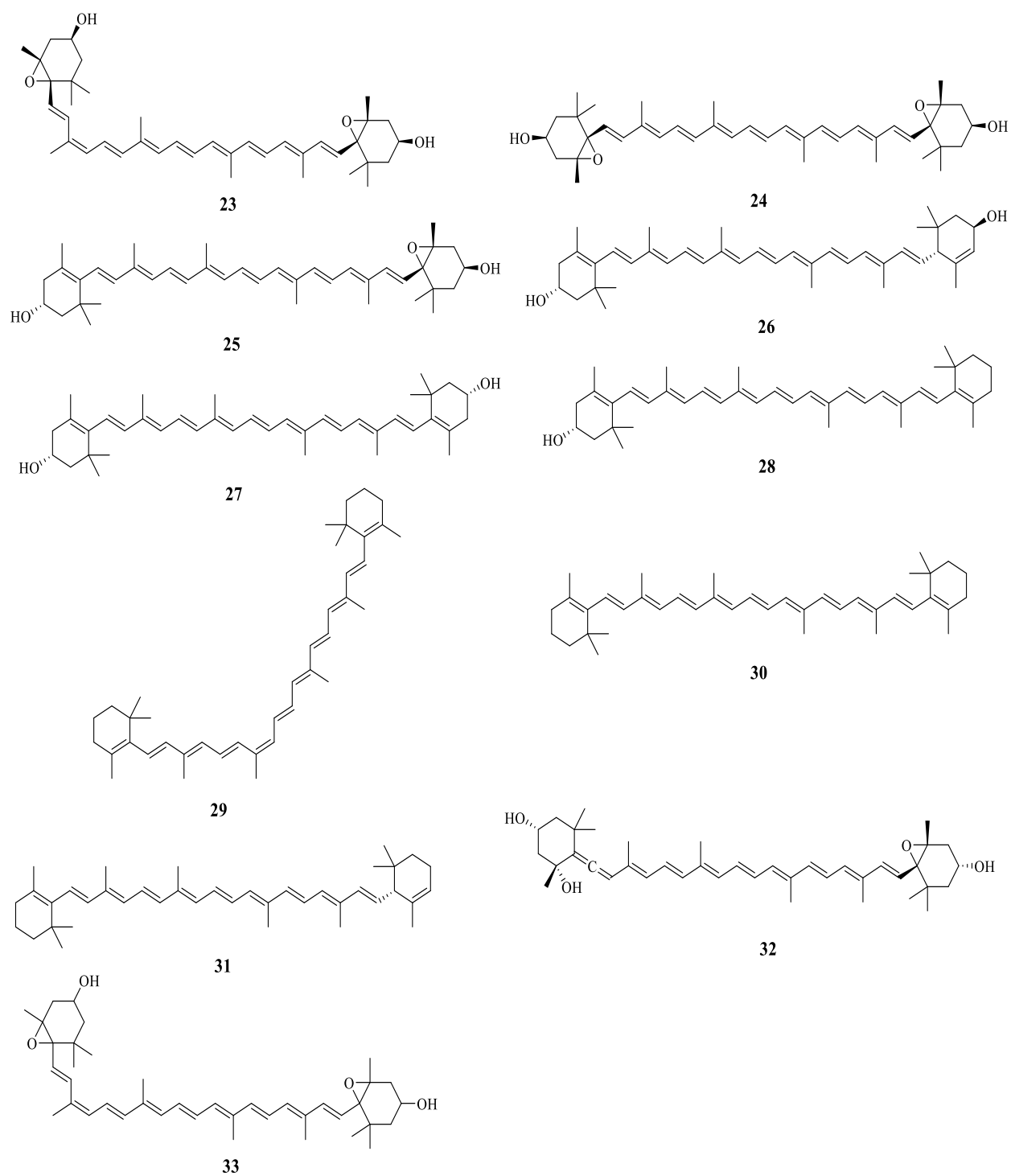


Figura 9: Carotenoides contenidos en nuez y pseudofruto de *Anacardium occidentale L*

8.3 TERPENOS

Los terpenos son una amplia y heterogénea gama de productos naturales derivados del esqueleto de carbono C₅ ramificado del isopreno, son compuestos naturales extendidos en el reino vegetal y son los principales contribuyentes a las propiedades organolépticas asociadas con diversas hierbas, especias, frutos y flores. Los terpenos exhiben numerosas funciones ecológicas, que incluyen propiedades alelopáticas, disuasorias de herbívoros, atrayentes polinizadores, además de actividades antimicrobianas y citotóxicas (Davis, 2010).

Los terpenos se registran en la composición volátil de la semilla y pseudofruto, terpenos tales como α -copaeno (34), α -acedreno (35), cariofileno (36), α -trans-bergamoteno (37), humuleno (38), β -santaleno (39), β -farneseno (40), han sido detectados en el perfil de aroma del jugo de pseudofruto sometido a procesos términos y no términos (Alves Filho et al., 2019). α -pineno (39), D-limoneno (38), linalool (40) y cariofileno, se registran en la composición aromática de la nuez.(figura 10) (Liao et al., 2019).

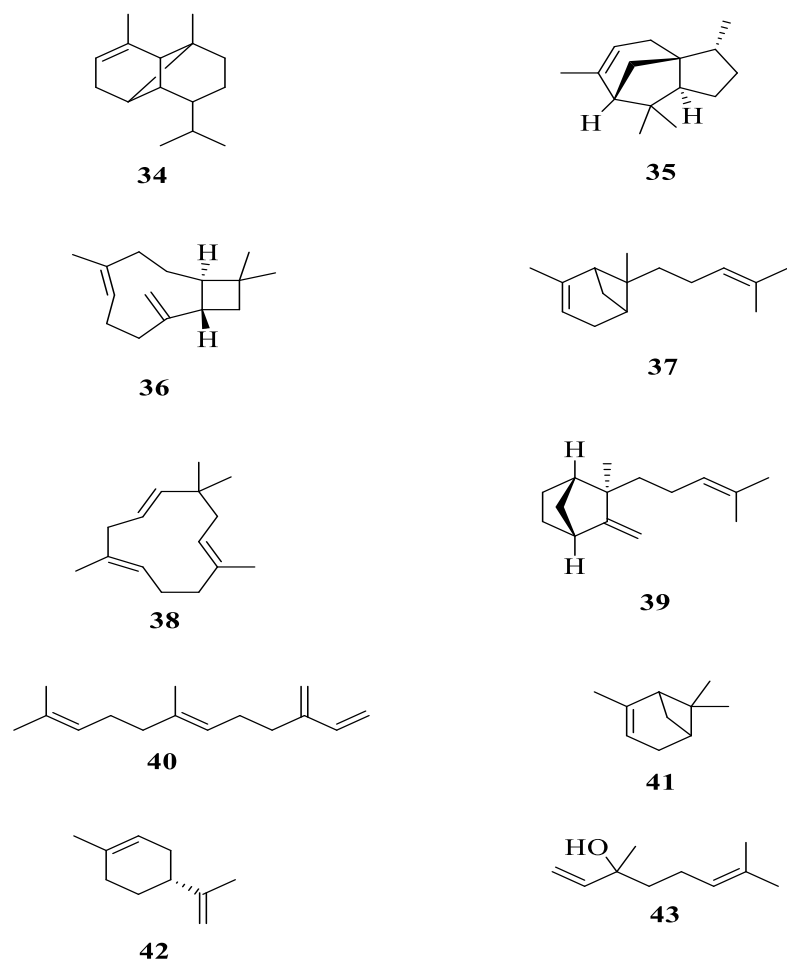


Figura 10: Terpenos registrados en nuez y pseudofruto de *Anacardium occidentale* L.

8.4 ÁCIDOS ANACÁRDICOS

Los ácidos anacárdicos son alquilfenoles presentes principalmente en las plantas de la familia Anacardiaceae, se les asocia actividad esquistosomicida (Alvarenga *et al.*, 2016), antimicrobiana (Koteich-Khatib *et al.*, 2019), antidiabética (Tedong *et al.*, 2010) y antioxidante (Trevisan *et al.*, 2006).

El contenido de ácidos anacárdicos es prominente en la cáscara del fruto, concentraciones menores se registran en la nuez y falso fruto. En la nuez se ha determinado el contenido de siete ácidos

anacárdicos como son; Cardol trieno (63.9 mg) (44), cardol dieno (45.8 mg) (45), cardol monoeno (8.5 mg) (46), 2-metilcardol trieno (29.9 mg) (47), 2-metilcardol dieno (11.0 mg) (48), trieno del ácido anacárdico (8.9 mg) (49) y (4.1 mg) dieno del ácido anacárdico (50). En el jugo del pseudofruto se detectaron los ácidos anacárdicos (49), (50) además de cuatro ácidos anacárdicos con cadenas laterales de alquilo (C15:1) (51), (C17:3) (52), (C17:2) (53) y (C17:1) (54) (figura 11) (Gimenez *et al.*, 2019; Alves Filho *et al.*, 2019).

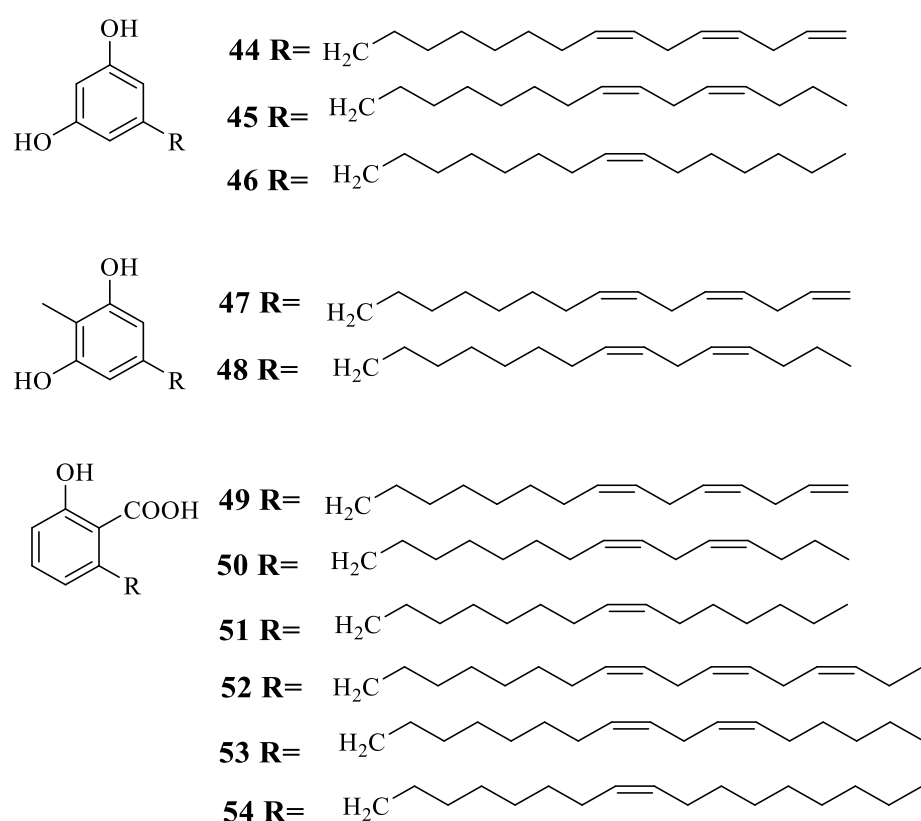


Figura 11: Ácidos anacárdicos de *Anacardium occidentale L*, nuez y pseudofruto.

8.5 ÁCIDOS FENÓLICOS

Los ácidos fenólicos son metabolitos secundarios aromáticos ampliamente divulgados en las plantas. El interés por estos se debe a su potencial función protectora contra enfermedades de daño

oxidativo (enfermedades coronarias, accidentes cerebrovasculares y cánceres), el ácido cafeico, uno de los ácidos cinámicos naturales más prominentes, se ha informado que inhibe selectivamente la biosíntesis de los leucotrienos, componentes implicados en las enfermedades de inmunorregulación, el asma y reacciones alérgicas (Robbins, 2003).

El ácido gálico (12.53 mg/100 g) (55), ácido 3,4-dihidroxibenzoico (7.09 mg/100 g) (56), los ácidos; sirínico (4.33 mg/100 g) (57), cafeico (6.89 mg/100 g) (58), cumárico (2.59 mg/100 g) (59) y ácido trans-ferúlico (1.04 mg/100 g) (60) son los más abundantes en la nuez, igualmente del pseudofruto se informa que posee ácido gálico, ácido protocatéquico y ácido cinámico (61) (figura 12) (Uslu & Özcan, 2017).

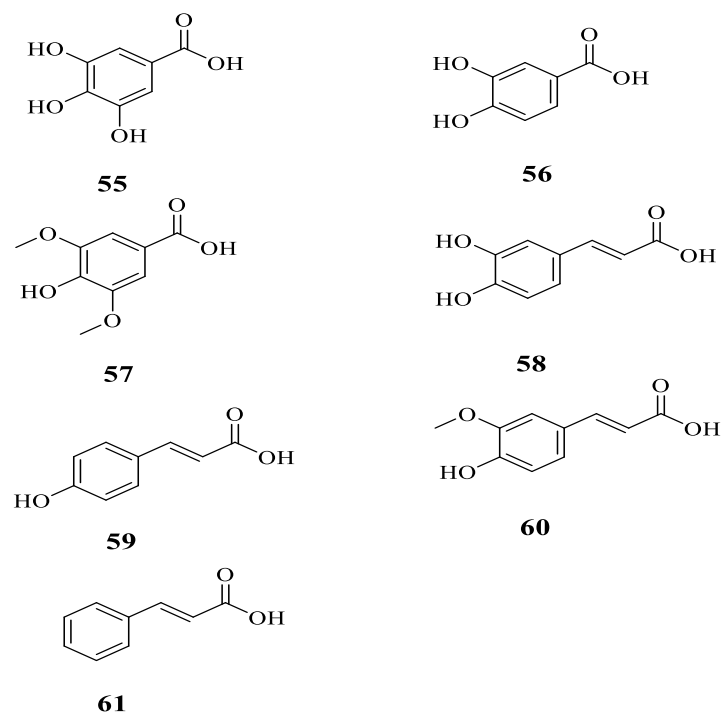


Figura 12: Ácidos fenólicos que posee el pseudofruto y nuez de *Anacardium occidentale* L.

8.6 FITOESTEROLES

Los fitoesteroles comprenden esteroides y estanoles vegetales presentes en fuentes alimenticias vegetales, especialmente en aceites vegetales, nueces y cereales. El sitosterol, campesterol y estigmasterol son los fitoesteroides más abundantes en las plantas. Los estanoles, como el sitostanol y campestanol, son esteroides vegetales saturados. Los fitoesteroides inhiben la reabsorción de colesterol, por lo que se asocian con la mejora en enfermedades cardíacas y vascular, sin embargo el papel de los fitoesteroides en las actividades biológicas es diverso, el β -sitosterol causa efecto antidiabético, antimicrobiano, antioxidante (Aurang Zeb, 2017). El estigmasterol inhibe varios mediadores proinflamatorios y de degradación de la matriz que suelen estar implicados en la degradación del cartílago inducida por osteoartritis (Gabay *et al.*, 2010). El campesterol por su parte tiene efectos antiangiogénica, lo que puede estar atribuido a su vez a la actividad anticancerígena del compuesto (Choi *et al.*, 2007).

La nuez de marañón contiene al β -sitosterol (62) como componente principal que representa el (83.3 %) de los esteroides totales, seguido de δ -5-avenasterol (63) con (7.5 %) y campesterol con un (6.2 %) (64). En concentraciones menores se encuentran δ -5,23-estigmastadienol (65), colesterol (66), sitostanol (67), lanosterol (68), amirinas (69), (figura 13) (Rico *et al.*, 2016; Vecka *et al.*, 2017).

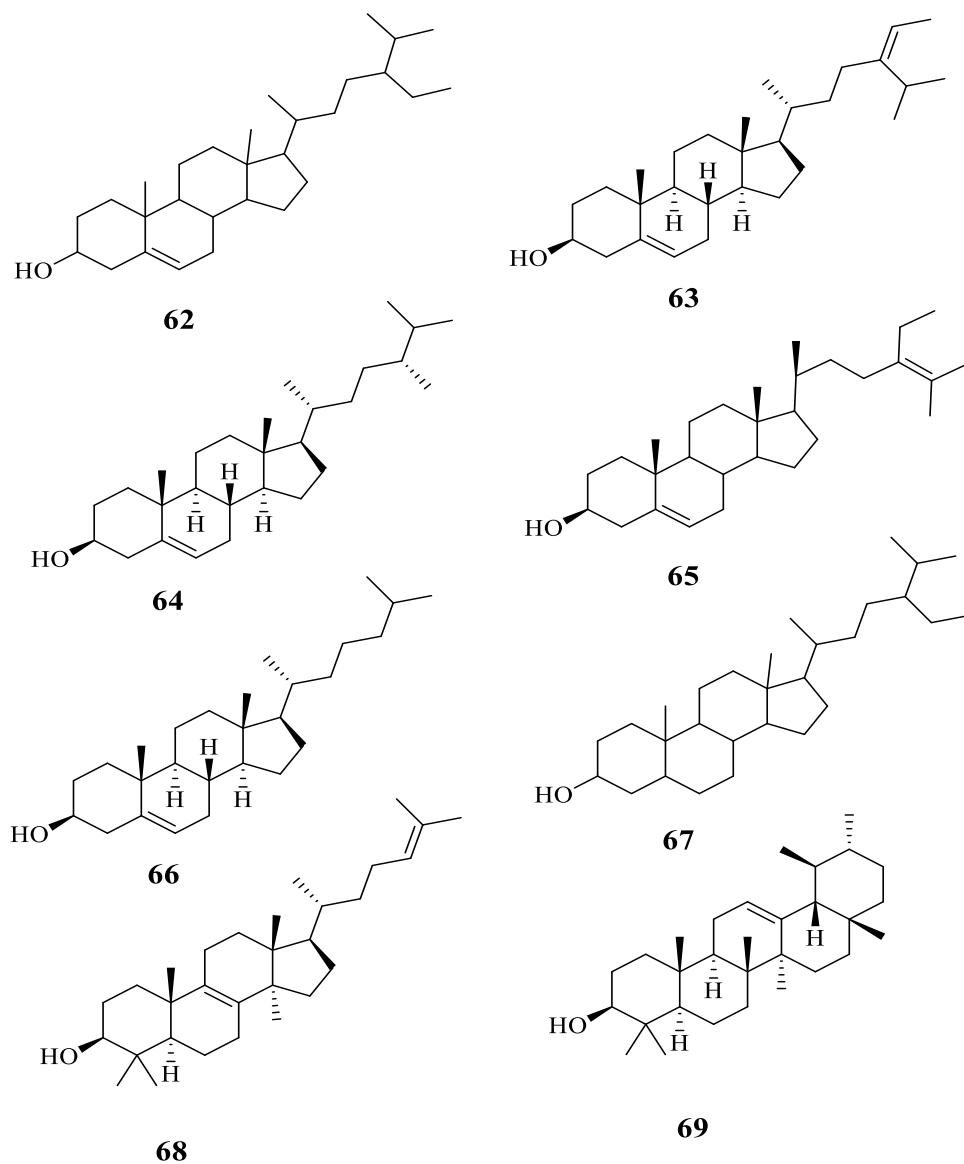


Figura 13: Fitosteroles de las nueces de marañón *Anacardium Occidentale* L.

8.7 COMPOSICIÓN VOLÁTIL

Mata *et al.*, (2018) Muestran el perfil y composición de aceites esenciales de la manzana de marañón. En el aceite se identificaron compuestos volátiles en los que se incluye 2-Hidroxi-4-metil ácido valerico, 1,4 xileno y 1-nonaceceno en concentraciones relativas de 13.89, 12.08 y 9.84 g/100 g (tabla 10). Similarmente Liao *et al.*, (2019) estudiaron la composición aromática de los granos

de la nuez crudos y sometidos a procesos de tostado por radiofrecuencia asistidos por aire caliente (HA-RF) y granos de anacardo tostados por aire caliente (HAK) registrándose en la nuez alcoholes, aldehídos, acetonas, terpenos, compuestos como las pirazinas que son responsables del olor de vinos, uvas y pimientos (tabla 11).

Tabla 10: Perfil volátil del aceite esencial obtenido del pseudofruto de *Anacardium occidentale* L.

N°	ANALITO	COMPUESTOS PRINCIPALES (g/100 g)	RI LITERATURA	RI CALCULADO
1	2-Hidroxi-4-metil ácido valérico	13.89 ± 0.63	--	2151
2	1,4-xileno	12.08 ± 1.30	1130	1137
3	1-Nonaceceno	9.84 ± 4.89	1938	1942
4	1-Docoseno	7.83 ± 4.24	---	2049
5	(E)-3-Octadeceno	6.47 ± 2.03	1896	1904
6	2,4-di-terc-butilfenol	6.35 ± 0.39	1337	2291
7	(E)-5-Eicoseno	6.20 ± 2.37	2047	2055
8	1-Trideceno	6.10 ± 2.75	1337	1338
9	Ciclotetradecano	1.89 ± 0.30	--	2249
10	14-metilheptadecanoato de metilo	1.64 ± 0.47	2166	2166
11	1-Hexadecanol	1.63 ± 0.60	2363	2363
12	1-Decanol	1.54 ± 0.22	1660	1762
13	1-O-octadecil 2-O-prop-2-enil oxalato	1.54 ± 0.14	--	2393
14	1,1-Dimetilciclopentano	1.53 ± 0.77	--	1506
15	1,1,3-Trimetilciclopentano	1.44 ± 1.14	--	1481
16	Nonilciclopropano	1.39 ± 0.85	--	861
17	Metil (Z) -N-hidroxibencenocarboximidato	1.34 ± 0.46	--	1184
18	Anhídrido 2,3-piridindicarboxílico	1.26 ± 0.57	--	653
19	3,4-Dimetilpentan-1-ol	1.26 ± 0.40	1412	1414

Tabla 10: Perfil volátil del aceite esencial obtenido del pseudofruto de *Anacardium occidentale L*
(Continuación de tabla)

N°	ANALITO	COMPUESTOS PRINCIPALES (g/100 g)	RI LITERATURA	RI CALCULADO
20	Metil hexadecanoato	1.04 ± 0.05	2202	2204
21	3-Metoxipropano-1,2-diol	0.95 ± 0.20	--	1273
22	3,7-dimetiloct-1-eno	0.92 ± 0.34	--	1044
23	2-Metiloct-1-eno	0.92 ± 0.30	--	636
24	2-(1,2,4-triazol-1-il) etanol	0.90 ± 0.36	--	1481
25	bis (2-etilhexil) Hexanodioato	0.86 ± 0.17	1892	1893
26	5-metil-(triazoletanol)-1-hexanol	0.86 ± 0.06	1442	1438
27	Metil octadecanoato	0.83 ± 0.28	2419	2419
28	2-Metilbutan-1-ol	0.80 ± 0.36	1208	1205
29	1-(3,4-dihidro-2H-pirrol-5-il) etanona	0.72 ± 0.32	--	1273
30	Pentadecanal	0.69 ± 0.06	2016	2019
31	[(Z)-dodec-9-enil] acetato	0.64 ± 0.40	1986	1988
32	2,2,4-Trimetilpentano	0.58 ± 0.24	698	698
33	4-Metilhexan-1-ol	0.47 ± 0.06	1414	1410
34	6-Metilhept-1-eno	0.44 ± 0.07	--	1044
35	(3S)-3,4-dimetilpentan-1-ol	0.43 ± 0.07	1412	1414
36	(Z)-dodec-2-en-1-ol	0.36 ± 0.17	--	1642
37	Octilciclopropano	0.33 ± 0.18	--	636
38	4-Metilhexan-2-ol	0.32 ± 0.22	--	819
39	2,2,3-trimetilciclobutan-1-one	0.26 ± 0.08	--	1252
40	(E)-2,2-dimetildec-3-eno	0.22 ± 0.05	--	1731
41	1-Hexanol	0.21 ± 0.12	1360	1360
42	N-hidroxiacetamida	0.21 ± 0.12	--	1413
43	(Z)-3-Hexen-1-ol	0.20 ± 0.05	1386	1376
44	3-Hidroxiбутan-2-ona	0.18 ± 0.08	1289	1296

45	4,4-Dimetilpent-1-eno	0.18 ± 0.08	--	1672
46	(Z)-2-Buteno-1,4-diol	0.15 ± 0.07	--	1667

Tabla 11: Compuestos de aroma de la nuez de marañón tostadas por HA-RFK y HAK

	RK	HA-RFK	HAK
Alcoholes			
Etanol	469.08 ± 9.47	1148.35 ± 44.37	1193.64 ± 18.43
2-metil-1-Propanol,	4.47 ± 0.42	4.35 ± 0.37	4.46 ± 0.34
1-Pentanol	16.94 ± 0.55	60.44 ± 1.13	60.62 ± 0.42
1-Hexanol	8.29 ± 0.47	20.93 ± 1.06	26.20 ± 1.74
2,3-Butanediol	5.47 ± 0.32	9.80 ± 0.14	10.25 ± 0.76
Propileno Glicol	6.99 ± 0.63	14.16 ± 0.36	15.41 ± 0.60
Alcohol bencílico	—	6.54 ± 0.08	6.59 ± 0.31
Total alcoholes	511.23 ± 10.46	1264.58 ± 46.93	1317.17 ± 18.42
Aldehídos			
Hexanal	8.11 ± 0.38	46.83 ± 3.17	68.33 ± 4.98
Nonanal	7.88 ± 0.65	36.63 ± 0.63	37.30 ± 1.11
Benzaldehído	3.80 ± 0.51	57.34 ± 1.69	58.08 ± 0.23
2-metil-Butanal	—	197.13 ± 9.54	203.03 ± 7.43
3-metil- Butanal	—	359.20 ± 9.80	335.89 ± 6.05
Benzaldehído	—	16.50 ± 1.58	15.12 ± 1.12
Heptanal	—	33.06 ± 2.60	31.16 ± 0.84
Octanal	—	7.54 ± 0.38	4.39 ± 0.27
Total aldehídos	19.79 ± 0.47	754.22 ± 8.28	753.29 ± 8.36
Cetonas			
1 - Hidroxi - 2 – propanona	—	68.04 ± 2.73	43.49 ± 0.84
Acetoína	—	29.47 ± 2.52	24.56 ± 1.16
Total Cetonas	—	97.51 ± 4.46	68.05 ± 1.23

Tabla 11: Compuestos de aroma de la nuez de marañón tostadas por HA-RFK y HAK (continuación de tabla)

	RK	HA-RFK	HAK
Esteres			
Acetato de etilo	597.35 ± 31.69	472.68 ± 9.48	537.03 ± 32.76
Butirolactona	8.11 ± 0.38	30.26 ± 4.78	31.83 ± 2.66
Total ésteres	605.45 ± 32.04	503.39 ± 7.17	568.87 ± 34.55
Pirazinas			
2-metil- Pirazina	—	102.08 ± 5.17	132.38 ± 9.81
2,5-dimetil- Pirazina,	—	233.24 ± 20.48	242.59 ± 16.18
2-etil-6-metil- Pirazina	—	9.89 ± 0.19	8.06 ± 0.25
2-etil-5-metil- Pirazina,	—	33.53 ± 1.21	33.58 ± 0.98
Trimetil- Pirazina,	—	38.90 ± 2.51	32.09 ± 1.25
Total pirazinas	—	417.64 ± 15.10	448.70 ± 18.83
Furanos			
2-pentil- Furano	1.72 ± 0.26	4.62 ± 0.38	6.48 ± 0.41
2-furanmetanol	2.13 ± 0.11	14.39 ± 0.76	12.88 ± 1.01
Furfural	—	60.56 ± 6.47	85.12 ± 6.31
2(5H)-Furanona	—	3.45 ± 0.25	2.52 ± 0.23
Total pirroles	3.85 ± 0.15	83.03 ± 7.02	107.00 ± 7.12
Pirroles			
1-metill-1H-Pirrol	48.96 ± 3.08	475.11 ± 26.92	484.88 ± 24.79
2-metil-1H-Pirrole	—	6.75 ± 0.47	6.79 ± 0.60
2-acetilpirrol	—	3.53 ± 0.27	5.25 ± 0.29
Total pirroles	48.96 ± 3.08	485.39 ± 27.13	496.92 ± 25.50
Terpenos			
α-Pineno	4.44 ± 0.38	4.57 ± 0.30	4.39 ± 0.27
D-Limoneno	2.13 ± 0.11	4.76 ± 0.40	7.71 ± 0.55
Linalool	4.45 ± 0.38	9.00 ± 0.47	6.86 ± 0.39
Cariofileno	13.62 ± 1.76	55.86 ± 5.15	42.21 ± 3.04

Total terpenes	24.64 ± 1.36	74.18 ± 4.69	61.17 ± 2.69
Otros			
ácido acético	380.32 ± 20.07	551.47 ± 28.53	528.15 ± 20.14
Fenol	14.36 ± 1.07	37.40 ± 1.26	36.58 ± 4.94
1,3-Diazina	—	3.55 ± 0.28	5.15 ± 0.44
Estireno	20.97 ± 0.83	29.71 ± 2.19	33.96 ± 2.03
Total otros	415.64 ± 21.47	622.13 ± 25.93	603.84 ± 13.23

RK: granos de anacardo crudos, HA-RFK: granos de anacardo tostados por radio frecuencia con aire caliente, HAK: granos de anacardo tostados por aire caliente.

9. BIOACTIVIDAD

Los compuestos bioactivos presentes en las diferentes partes del árbol, y la prevalencia en las diferentes culturas con acentuado uso etnobotánico, ha despertado a través de los años el interés farmacológico del fruto, siendo este estudiado y asociado a múltiples actividades biológicas. Los diferentes extractos tanto de la nuez como el falso fruto, han evidenciado la diversidad de compuestos fenólicos bioactivos con excelente capacidad de reacción frente a los radicales libres, cepas bacterianas, procesos enzimáticos, inflamaciones entre otros.

9.1 ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

El daño oxidativo a los componentes celulares es responsable de una serie de enfermedades crónicas, incluido el cáncer. Se ha demostrado más allá de toda duda que estos eventos dañinos son causados por radicales libres. Los antioxidantes son compuestos que están presentes en los alimentos o en el cuerpo, retrasan controlan o evitan 5 % los procesos oxidativos que conducen al deterioro de la calidad de los alimentos o al inicio y propagación de enfermedades degenerativas en el cuerpo (Charles, 2012).

Los fenólicos como la quercetina, catequina, ácidos anacárdicos, y demás compuestos con bioactividad, como el ácido ascórbico presentes en el pseudofruto han manifestado excelente

potencial anti-radicalario, lo que se ve revelado en los valores obtenidos en los ensayos de actividad antioxidante. Las variedades amarillas y rojas del falso fruto han mostrado actividad antioxidante frente al radical 2,2-difenil-1-picrylhydrazyl (DPPH[•]) con valores de IC₅₀ = 4.8 mg/mL y 5.8 mg/mL respectivamente, el ensayo fue evaluado usando como referencia quercetina, un antioxidante estándar con IC₅₀ = 0.1 mg/mL (Dossa *et al.*, 2018). De forma similar se evaluaron los extractos acuosos y etanólicos del pseudofruto frente a los radicales DPPH[•], superóxido (O₂⁻) y 2,2'- azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-sulfonato (ABTS^{•+}), obteniéndose como resultado, máxima actividad de eliminación de radicales a concentración de 120 µg/mL con el ensayo DPPH[•] presentando % de inhibición de 93,3 % e IC₅₀ = 38.29 µg/mL, utilizando al ácido ascórbico con IC₅₀ = 11.92 µg/mL como estándar de comparación. El ensayo con el radical superóxido (O₂⁻) presentó máximo % de inhibición de 75 % con IC₅₀ = 38.52 µg/mL usando como estándar ácido ascórbico IC₅₀ = 10.67 µg/mL. De igual forma al extracto etanólico se le evaluó la actividad antioxidante con el radical ABTS^{•+} mostrando porcentajes altos de inhibición de 82.57 % y un IC₅₀ = 11,13 µg/mL en comparación con el estándar de ácido ascórbico IC₅₀ = 4.82 µg/mL.

La capacidad antioxidante del extracto acuoso del pseudofruto con los tres radicales tratados anteriormente, mostró para el radical DPPH[•] porcentaje de inhibición más significativo de 85.38 % a concentración de 120 µg/mL, mientras que para el radical (O₂⁻) fue de 57.97 % a la misma concentración y finalmente para el radical ABTS^{•+} el porcentaje de inhibición fue de 69.93 % a concentración de 30 µg/mg (Baskar *et al* , 2019).

La nuez es otra parte del fruto rica en compuestos fenólicos, ha sido estudiada como fuente natural de antioxidante y para ser apta para consumo debe pasar por procesos de descascarado y tostado, debido al contenido de ácidos anacárdicos que se encuentran entre la nuez y la cáscara

mayoritariamente; Uslu & Özcan, (2017) afirman que la temperatura de calentamiento a la que son sometidas las nueces causan variaciones en el contenido fenólico y la actividad antioxidante, por lo que se evaluó la actividad con el ensayo DPPH en las nueces crudas y sometidas a calentamientos, la actividad antioxidante en las nueces crudas fue de 39.94%, mientras que a la temperatura de calentamiento de 720 W la actividad antioxidante fue de 52.80 % y contenido fenólico total 107.00 mg/100 g. El proceso de calentamiento de la nueces también fue estudiado por Chandrasekara & Shahidi, (2011) donde se evidenció aumento significativo de la actividad antioxidante, con el ensayo DPPH de los extractos solubles (etanólico) e insolubles (hexánicos) correspondiente a las nueces crudas y testa, observándose variaciones, al ser sometidas a altas temperaturas (130 C durante 33 min), se presentó aumento de actividad antioxidante de 3.17 a 58.14 mg GAE)/g de harina desgrasada. Del mismo modo la actividad fue evaluada con el ensayo TEAC utilizando el anión radical ABTS^{•-} mostrando un valor para la almendra cruda de 38.9 µmol TE/g y de 880 µmol TE /g, cuando fue sometida a 70 C durante 6 h de calentamiento. Los resultados en las diferentes investigaciones enfocados en la nuez, deja ver la mayor disponibilidad en algunos compuestos con actividad cuando la nuez es sometida a procesos térmicos de tostado y descarado del fruto (Trox *et al.*, 2010).

9.2 ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA

La búsqueda de nuevos productos naturales activos, con pluralidad de actividades biológicas como antiparasitarios, antimicrobianos y antimicóticos, el estudio se ha incrementado en los últimos años debido a la resistencia a los antibióticos por parte de los microorganismos patógenos, la excelsa diversidad biológica en los ecosistemas tropicales y subtropicales con características ecológicas propias y la confianza que ofrecen los productos fitoterapéuticos en el tratamiento de

enfermedades, en comparación con los fármacos sintéticos, ha hecho de las plantas un alternativa viable y de bajo costo (García *et al.*, 2019).

Los pseudofruto de marañón ha sido foco de estudios para probar su efectividad contra microorganismo patógenos, para el ensayo se tomó un 1 mg/disco del extracto metanólico, el cual ha demostrado ser activo contra *Streptococcus pyogenes*, *Micrococcus luteus*, *Salmonella typhimurium*, *Enterococcus faecalis* y *Bacillus cereus* (tabla 12), el extracto dio la zona más amplia de inhibición contra *Salmonella typhimurium* siendo está más sensible al extracto con zona de inhibición máxima de $21 \pm 0,35$ mm y $18 \pm 0,3$ mm para *Bacillus cereus*. Al contenido fenólico total de las nueces (405.54 mg/g), flavonoides totales (2.378 mg/g) y taninos, son los posibles responsables de la actividad antimicrobiana (Bhagirathi & Asna, 2018).

Tabla 12: Actividad inhibidora del extracto de anacardo contra diferentes bacterias patógenas

MICROORGANISMOS	ZONA DE INHIBICIÓN (mm)
<i>Treptococcus pyogenes</i>	13.5±0.035
<i>Micrococcus luteus</i>	11±0.025
<i>Salmonella typhimurium</i>	21.5±0.25
<i>Enterococcus faecalis</i>	0.9±0.45
<i>Bacillus cereus</i>	18±0.35

Fuente: (Bhagirathi & Asna, 2018).

El extracto acuoso del pseudofruto muestra actividad antimicrobiana contra todos los aislados clínicos probados de *S. aureus*, la concentración mínima inhibitoria se observó a 15.6 µg/ml (Dias-Souza *et al.*, 2017). También el extracto liofilizado del pseudofuto ejerció actividad antimicrobiana contra *Listeria monocytogenes*; tratamientos con 50 y 100 mg/mL del extracto liofilizado de manzana de marañón (L-CAE) produjeron zonas de inhibición alrededor de las colonias con tamaños de 11 y 13 mm, respectivamente (Sousa *et al.*, 2020).

La nuez y el falso fruto en diferentes estados de madurez presentaron actividad antimicrobiana contra bacterias, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, la manzana en etapa temprana de madurez presentó zonas de inhibición de 14.5 mm, y en etapa madura de 12.25 mm en ambas cepas bacterianas, la nuez por su parte presentó 10 mm de zona de inhibición cuando fue sometida a un procesos de tostado (Perera. & Kandiah, 2018.).

9.3 ACTIVIDAD ANTIPARASITARIA

El árbol de marañón y sus extractos constituyen una fuente de moléculas potencialmente activas contra parásitos patógenos. Moléculas obtenidas de la semilla como los ácidos anacárdicos han sido utilizadas en el tratamiento de la malaria y la esquistosomiasis (Alvarenga *et al.*, 2016; Gimenez *et al.*, 2019).

El extracto etanólico y los ácidos anacárdicos de la semilla se han evaluado contra *Plasmodium falciparum*, el agente causante de la malaria. Los resultados de las pruebas *in vitro* con compuestos aislados frente a la cepa D6 de *P. falciparum* indican que el IC₅₀ de los compuestos varió de 5.39 μ M > 100 μ M. Los alquil-fenoles obtenidos mostraron buena actividad para cardol trieno (IC₅₀ = 5.69 μ M) y 2-metilcardol trieno (IC₅₀ = 5.39 μ M). De forma similar se evaluó la actividad esquistosomicida del extracto etanólico de los ácidos anacárdicos contra los gusanos adultos *Schistosoma mansoni* *in vitro*, el examen de la actividad esquistosomicida de los aislados demostró que el 2-metilcardol dieno fue el más activo con un LC₅₀ de 14.5 μ M a las 24 y 48 h, seguido del cardol dieno con LC₅₀ de 32.2 μ M a las 24 y 48 h. El 2-metilcardol trieno y trieno de ácido anacárdico a concentraciones de 100 y 200 μ M a las 24 y 48 causan la muerte de gusanos *Schistosoma mansoni* (tabla 13). La actividad antiparasitaria más prominente fue para los cardoles y metilcardoles a excepción del cardol monoeno, el cual no presentó actividad en los ensayos, ya que

los procesos inhibitorios se ven favorecidos por la presencia de insaturaciones en la cadena alifática en los cardoles. Los ácidos anacardicos mostraron menor actividad lo que se ha atribuido al carboxilo en los ácidos anacardicos (Alvarenga *et al.*, 2016; Gimenez *et al.*, 2019).

Tabla 13: Actividad antiparasitaria de alquil fenoles presentes en la nuez del marañón.

COMPUESTO	PARASITO	CONCENTRACIÓN μM
Cardol trieno	<i>Plasmodium falciparum</i>	IC ₅₀ :5.6
	<i>Schistosoma mansoni</i>	25-50
2-metilcardol trieno	<i>Plasmodium falciparum</i>	IC ₅₀ :5.39
	<i>Schistosoma mansoni</i>	200 y 100
Dieno del ácido anacárdico	<i>Plasmodium falciparum</i>	IC ₅₀ : 21.28
	<i>Schistosoma mansoni</i>	Inactivo
Cardol dieno	<i>Plasmodium falciparum</i>	IC ₅₀ :27.83
	<i>Schistosoma mansoni</i>	LC ₅₀ :32.2
2-metilcardol dieno	<i>Plasmodium falciparum</i>	IC ₅₀ :41.82
	<i>Schistosoma mansoni</i>	LC ₅₀ :14.5
Trieno del ácido anacárdico	<i>Plasmodium falciparum</i>	IC ₅₀ :64,89
	<i>Schistosoma mansoni</i>	200 y 100

9.4 ACTIVIDAD HIPOGLUCÉMICA

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad crónica grave que sobreviene cuando el páncreas no produce suficiente insulina, hormona que regula la concentración de glucosa en sangre, o cuando el organismo no puede utilizar de manera eficaz la insulina que produce. La DM provoca cambios

en el metabolismo de los glúcidos, lípidos y proteínas que resultan en hiperglicemia, glicosuria, hiperlipidemia y también aterosclerosis (Aguilar, *et al.*, 2020).

Desde tiempos remotos, la medicina tradicional ha utilizado plantas con propiedades curativas para el tratamiento de este tipo de enfermedades, los productos naturales son muy diversos en composición y estructura, muchos tienen actividad similar a los medicamentos de prescripción, por lo que son objeto de programas de búsqueda de nuevos agentes terapéuticos (Aguilar *et al.*, 2020). Un número importante de plantas son utilizadas en la medicina tradicional para el tratamiento de la diabetes y muchas son fuentes para obtener nuevos medicamentos antidiabéticos. Entre estas se encuentra el marañón *Anacardium occidentale L*, conocido por su consumo entre individuos con diabetes mellitus.

El extracto hidroalcohólico de la semilla de marañón (CSE) y ácidos anacárdicos han sido utilizados para evaluar el potencial antidiabético en los mioblastos C₂C₁₂ diferenciados (miotubos) y mitocondrias de hígado de rata. Se observó la estimulación del transporte de glucosa en miotubos C₂C₁₂ de una manera dependiente de la concentración, los extractos mostraron un efecto estimulante significativo en la absorción de glucosa después de 9 h de incubación, lo que además aumentaron hasta las 18 h (Tedong *et al.*, 2010). Así mismo se ha informado sobre el efecto hipoglucémico del pseudofruto; Domínguez *et al.*, (2012) evaluaron el efecto del consumo de una bebida de marañón sobre la respuesta glucémica e insulínica postprandial en diabéticos tipo 2. La bebida con una composición de jugo del pseudofruto al 60% (v/v), sucralosa, onoto, ácido cítrico y benzoato de sodio, disminuyó la glucemia a los 120 min post-ingesta del alimento de los pacientes en estudio.

10. CONCLUSIÓN

En este estudio monográfico referente a la nuez y pseudofruto del marañón (*Anacardium occidentale L*) se amplía el área de conocimientos sobre la nuez parte específica del árbol que posee importante valor comercial y se deja en evidencia el bajo aprovechamiento e interés económico del pseudofruto. El material bibliográfico relacionado con esta especie es extenso, la diversidad de publicaciones deja ver la tendencia farmacológica en los dos constituyentes del fruto, aunque cuando se trata de la nuez se hace referencia principalmente a los diversos métodos térmicos a los que es sometido para el proceso de tostado y separación de la nuez y cáscara.

Del pseudofruto, se hace énfasis principalmente en la calidad nutricional, sensorial y fitoquímica de los derivados; jugos, vinos, harina y bagazo, lo que concuerda con los usos principales que se le da, puesto que se aprovecha mayoritariamente en la medicina tradicional, mercado artesanal, productos estéticos y de belleza.

El fruto en su dualidad contiene metabolitos biológicamente activos, principalmente de carácter fenólico, que se reportan en forma de agliconas o unidos a un glucósido como los flavonoides glucosilados, además también contiene carotenoides, monoterpenos, sesquiterpenos, fitoesteroles, ácidos fenólicos derivados del ácido hidroxibenzoico y derivados del ácido hidroxicinámico alquil fenoles; ácidos anacardicos, cardoles y metilcardoles, de igual forma gran perfil de compuestos volátiles, la diversidad fitoquímica le permite ser un fruto con actividad biológica, teniendo excelente capacidad contra los radicales libres, siendo un antioxidante prominente, además de ser activo contra cepas bacterianas a saber de *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*. Así mismo contra parásitos como el *Plasmodium falciparum*, causante de la malaria. Asimismo, el fruto manifiesta actividad hipoglucémica y sigue siendo objeto de estudio para determinar su efectividad

en otras actividades biológicas. Estos estudios guardan relación directa con las propiedades que son atribuidas al fruto en la medicina tradicional en la que se ha usado desde la antigüedad contra la gripe, daños estomacales, cólicos, enfermedades venéreas, entre otras.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adou, M., Tetchi, F. A., Gbané, M., Kouassi, K. N., & Amani, N. G. G. (2014). Physico-Chemical Characterization of Cashew Apple Juice Physico-Chemical Characterization of Cashew Apple Juice (*Anacardium Occidentale* , L .) From Yamoussoukro (Côte D ' Ivoire) *Innov. ROM. Food Biotechnol.*,1: 32-43.
- Aguilar, D. D., Rodríguez, M. I. R., Medina, K. F., & León, J. A. M. (2020). Propiedades antidiabéticas de las plantas medicinales (Revisión). *Redel. Rev. granmense desarro. local*, 4, 705-716.
- Alasalvar, C., & Shahidi, F. (2009). Tree Nuts Composition, Phytochemicals, and Health Effects. In *J. Chem. Inf. Model.*, JCIM.,53(9).
- Alvarenga, T. A., De Oliveira, P. F., De Souza, J. M., Tavares, D. C., Andrade E Silva, M. L., Cunha, W. R., Groppo, M., Januário, A. H., Magalhães, L. G., & Pauletti, P. M. (2016). Schistosomicidal Activity of Alkyl-phenols from the Cashew *Anacardium occidentale* against *Schistosoma mansoni* Adult Worms. *J. Agric. Food Chem.* 64(46), 8821–8827.
- Alves Filho, E. G., Silva, L. M. A., Wurlitzer, N. J., Fernandes, F. A. N., Fonteles, T. V., Rodrigues, S., & de Brito, E. S. (2019). An integrated analytical approach based on NMR, LC–MS and GC–MS to evaluate thermal and non-thermal processing of cashew apple juice. *Food Chem*, 309, 125761.
- Andrade, A (2012). *El uso popular de marañón (anacardium occidentale l. en Tabatinga (Amazonas, Brasil) y su potencial como planta cicatrizante (tesis de maestria) Universidad nacional de Colombia, Leticia Amazonas, Colombia*
- Aurang Zeb, M. (2017). Isolation and Biological Activity of β -Sitosterol and Stigmasterol from the Roots of *Indigofera heterantha*. *Pharm Pharmacol Int J*, 5(5), 204–207.
- Azam-Ali, S. H., & Judge, E. C. (2001). Small-scale cashew nut processing. Coventry (UK): ITDG Schumacher Centre for Technology and Development Bourton on Dunsmore.
- Baskar M, Kiranmathyi B, Sivaraj C, Saraswathi K, A. P. (2019). Antioxidant Activities and GCMS Analysis of *Anacardium occidentale* L. Fruits. *J. drug deliv. ther.* 9(3), 661–668.
- Betancourt, M., & Ramírez Beltrán, A. M. (2017). Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano-Cadena del marañón. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

- Bhagirathi, L., & Asna, U. (2018). Phytochemical profile and antimicrobial activity of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) extract. *GSCBPS*, 03, 95–098.
- Chandra, H., Singh, P., Krishnamurthy, N., Rao, S., & Shivashankara, K. S. (2013). *Climate-Resilient Horticulture : Adaptation and Mitigation Strategies* (pp. 189-198). Springer India
- Chandrasekara, N., & Shahidi, F. (2011). Effect of Roasting on Phenolic Content and Antioxidant Activities of Whole Cashew Nuts, Kernels, and Testa. *J Agric. Food Chem.*, 59(9), 5006–5014.
- Charles, D. J. (2012). Sources of natural antioxidants and their activities. In *Antioxidant properties of spices, herbs and other sources* (pp. 65-138). Springer, New York.
- Choi, J. M., Lee, E. O., Lee, H. J., Kim, K. H., Ahn, K. S., Shim, B. S., Kim, N. Il, Song, M. C., Baek, N. I., & Kim, S. H. (2007). Identification of campesterol from *Chrysanthemum coronarium* L. and its antiangiogenic activities. *Phytother. Res.* 21(10), 954–959.
- Coto, A. O. M. (2003). Guía marañon técnica cultivo del marañón CENTA, El Salvador
- Davis, E. M. (2010). Advances in the Enzymology of Monoterpene Cyclization Reactions. In *Comprehensive Natural Products II* (pp. 585–608). Elsevier
- De Abreu, F. P., Dornier, M., Dionisio, A. P., Carail, M., Caris-Veyrat, C., & Dhuique-Mayer, C. (2013). Cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) extract from by-product of juice processing: A focus on carotenoids. *Food Chem*, 138(1), 25–31.
- de Brito, E. S., Pessanha de Araújo, M. C., Lin, L. Z., & Harnly, J. (2007). Determination of the flavonoid components of cashew apple (*Anacardium occidentale*) by LC-DAD-ESI/MS. *Food Chem*, 105(3), 1112–1118.
- Dendena, B., & Corsi, S. (2014). Cashew, from seed to market: A review. *Agron Sustain Dev.*, 34(4), 753–772.
- Dias-Souza, M. V., dos Santos, R. M., de Siqueira, E. P., & Ferreira-Marçal, P. H. (2017). Antibiofilm activity of cashew juice pulp against *Staphylococcus aureus*, high performance liquid chromatography/diode array detection and gas chromatography-mass spectrometry analyses, and interference on antimicrobial drugs. *Food Drug Anal.*, 25(3):589–596.
- Domínguez, M. J. R., Henríquez, A. R. B., Sintjago, E. A. M., & Ferrer, E. K. E. (2012). Efectos del consumo de una bebida de cajuil (*Anacardium occidentale*) sobre la respuesta glucémica e insulínica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 14(1), 11-21
- Dossa, A., Pascal, C., Virginie, G., Fifa, B., Diane, T., Estelle, K. R., Félicien, A., Valentin, W. D., Koko, S., & Dominique, C. (2018). Nutritional Profile and Chemical Composition of Juices of Two Cashew Apple ' s Varieties of Benin. *J Chem*, 4(4), 91–96.
- Ellison, S. L. (2016). Carotenoids: Physiology. In *Encyclopedia of Food and Health* (pp. 670–675). Elsevier.
- Food Agricultura Organization - FAO (2020). FAOSTAT, Dirección de estadística. Recuperado el 30 de septiembre de 2020 desde: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>

Gabay, O., Sanchez, C., Salvat, C., Chevy, F., Breton, M., Nourissat, G., Wolf, C., Jacques, C., & Berenbaum, F. (2010). Stigmasterol: a phytosterol with potential anti-osteoarthritic properties. *Osteoarthr. Cartil.*, 18(1), 106–116.

Jimenez, V. M. M., Alvarenga, T. A., Groppo, M., Silva, M. L. A. e., Cunha, W. R., Januário, A. H., Smilkstein, M. J., Riscoe, M. K., & Pauletti, P. M. (2019). Antiplasmodial evaluation of *Anacardium occidentale* and alkyl-phenols. *Rev Bras Farmacogn* 29(1), 36–39.

Gonçalves, G. M. S., & Gobbo, J. (2012). Antimicrobial effect of *anacardium occidentale* extract and cosmetic formulation development. *Braz Arch Biol Technol* 55(6), 843–850.

Gordon, A., Friedrich, M., da Matta, V. M., Herbster Moura, C. F., & Marx, F. (2012b). Changes in phenolic composition, ascorbic acid and antioxidant capacity in cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) during ripening. *Fruit, The International Journal of Tropical and Subtropical Horticulture* 67(4), 267–276.

Gnoni, G. V., Natali, F., Geelen, M. J. H., & Siculella, L. (2010). Oleic Acid as an Inhibitor of Fatty Acid and Cholesterol Synthesis. In *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention* (pp. 1365–1373).

Hernandez, E. M. (2016). Specialty Oils: Functional and Nutraceutical Properties. Functional and Nutraceutical Properties. In *Functional Dietary Lipids: Food Formulation, Consumer Issues and Innovation for Health* (pp. 69–101).

International Trade Centre - ITC {2020}. Exports and import of raw cashew in 2019. Recuperado el 1 de octubre de 2020. desde: https://www.trademap.org/Country_SelProduct_Map.aspx?nvpm=3%7c%7c%7c%7c%7c0801%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c%7c3.

Jimenez Martinez, E., Sandino Diaz, V., & Valle Gomez. (2016). *Plagas de Cultivos*. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.

Kerry Bone, Simon Mills.(2013). Principles of herbal pharmacology. Principles and Practice of Phytotherapy (Second Edition) Pages 17-82. Churchill Livingstone,

Mata,J, Villegas Castro, G. C. (2018). Costa Rican cashew (*Anacardium occidentale* L.): Essential oils, carotenoids and bromatological analysis. *Am. J. Essent. Oil. Nat. Prod* 6(3), 1–9..

Lafont, J. J., Páez, nuel S., & Portacio, A. A. (2011). Extracción y Caracterización Fisicoquímica del Aceite de la Semilla (Almendra) del Marañón (*Anacardium occidentale* L). *Nf. Tecnol*, 22(1), 51–58.

Liao, M., Zhao, Y., Xu, Y., Gong, C., & Jiao, S. (2019). Effects of hot air-assisted radio frequency roasting on nutritional quality and aroma composition of cashew nut kernels. *Lwt*, 116(June), 108551.

Lima, M. G. A., Dias-Pini, N. S., Lima, É. F. B., Maciel, G. P. S., & Vidal-Neto, F. C. (2017). Identification and pest status of *Holopothrips fulvus* (Thysanoptera: Phlaeothripidae) on dwarf-cashew crops in northeastern Brazil. *Rev Bras Entomol* 61(4), 271–274.

Martínez-Flórez, S., González-Gallego, J., Culebras, J. M., Tuñón, M. J., & Jesús Tuñón, M. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes Correspondencia. *Nutr. Hosp*, 6, 271–278.

McLaughlin, J., Balerdi, C., & Crane, J. (2018). El Marañon (*Anacardium occidentale*) en Florida, Clima y Suelos. Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de La Florida .EEUU.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2017). Producción de marañón en Colombia año 2007-2017.Colombia.

Morales, A., Cruz, V., Rueda, S., & Gaspar, F. M. (2018). Mejora de la plantación del marañon (*Anacardium occidentale L*) de acuerdo a su contenido de los compuestos bioactivos. Instituto tecnologico superior de las choapas,Veracruz.

Nair KP (2010) The agronomy and economy of important tree crops of the developing world. Copyright © 2010 Elsevier, pp(21-65)

Okpanachi, U., Ayoade, J. A., & Tuleun, C. D. (2016). Composition and Anti-Nutritional Factors (Phyto-Nutrients) Present in both Red and Yellow Varieties of Sun-Dried Cashew Pulp. *A.m. J . Food Technol*, 2(4):45-48

Olivera, L. (1998). Flora palinologica de Guerrero: Anacardiaceae. No. 7.Mexico. UNAM, 1998

Perera. L.G.P, & Kandiah, M. (2018). *Antioxidant and antimicrobial activity of cashew apples and cashew nuts in sri lanka*. International Conference on Health and Medicine.

Piedra Abarca, A. (2017). Efecto del procesamiento sobre la bioaccesibilidad de los carotenoides del marañón (*Anacardium occidentale*)(tesis de pregrado). universidad de costa rica. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica

Rico, R., Bulló, M., & Salas-Salvadó, J. (2016). Nutritional composition of raw fresh cashew (*Anacardium occidentale L.*) kernels from different origin. *nt. J. Food Sci. Nutr* 4(2):329–338).

Robbins, R. J. (2003). Phenolic acids in foods: An overview of analytical methodology. *J J. Agr food chem* 51(10), 2866–2887.

Santillan, V.Z.B. (2017). Beneficios potenciales del camu-camu, acerola y marañón como alimentos funcionales naturales (tesis de pregrado) universidad nacional de san martín, Tarapoto – Perú.

Schweiggert, R. M., Vargas, E., Conrad, J., Hempel, J., Gras, C. C., Ziegler, J. U., Mayer, A., Jiménez, V., Esquivel, P., & Carle, R. (2016). Carotenoids, carotenoid esters, and anthocyanins of yellow-, orange-, and red-peeled cashew apples (*Anacardium occidentale L.*). *Food Chem* 200, 274–282.

Shahbandeh. (2019). • Frutos secos: tipo más consumido a nivel mundial 2018 | recuperado el 2 de noviembre de 2020.Statista. <https://www.statista.com/statistics/1030815/tree-nut-global-consumption-by-type/#statisticContainer>

Sousa, J. M. S., de Abreu, F. A. P., Ruiz, A. L. T. G., da Silva, G. G., Machado, S. L., Garcia, C. P. G., Filho, F. O., Wurlitzer, N. J., de Figueiredo, E. A. T., Magalhães, F. E. A., Muniz, C. R., Zocolo, G. J., & Dionísio, A. P. (2020). Cashew apple (*Anacardium occidentale L.*) extract from a

by-product of juice processing: assessment of its toxicity, antiproliferative and antimicrobial activities. *J. Food Sci. Technol.*, 57(6)

Tedong, L., Madiraju, P., Martineau, L. C., Vallerand, D., Arnason, J. T., Desire, D. D. P., Lavoie, L., Kamtchouing, P., & Haddad, P. S. (2010). Hydro-ethanolic extract of cashew tree (*Anacardium occidentale*) nut and its principal compound, anacardic acid, stimulate glucose uptake in C2C12 muscle cells. *Mol. Nutr. Food Res.* 54(12), 1753–1762.

Trevisan, M. T. S., Pfundstein, B., Haubner, R., Würtele, G., Spiegelhalder, B., Bartsch, H., & Owen, R. W. (2006). Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. *Food Chem. Toxicol.* 44(2), 188–197.

Trox, J., Vadivel, V., Vetter, W., Stuetz, W., Kammerer, D. R., Carle, R., Scherbaum, V., Gola, U., Nohr, D., & Biesalski, H. K. (2011). Catechin and epicatechin in testa and their association with bioactive compounds in kernels of cashew nut (*Anacardium occidentale* L.). *Food Chem* 128(4), 1094–1099.

Uslu, N., & Özcan, M. M. (2017). Effect of microwave heating on phenolic compounds and fatty acid composition of cashew (*Anacardium occidentale*) nut and oil. *J. Saudi Soc. Agric. Sci*, 18(3), 344–347.

Vecka, M., Staňková, B., Kutová, S., Tomášová, P., Tvrzická, E., & Žák, A. (2017). Comprehensive sterol and fatty acid analysis in nineteen nuts, seeds, and kernel. *Appl. Sci*

Wonni, Issa, Sereme D, Ouedraogo I, Kassankagno AI, Dao I, ouedraogo L. and N. S. (2017). Diseases of Cashew Nut Plants (*Anacardium Occidentale* L.) in Burkina Faso. *Int. J. Agric. Res* 6(3).

Zanqui, A. B., da Silva, C. M., Ressutte, J. B., de Moraes, D. R., Santos, J. M., Eberlin, M. N., Cardozo-Filho, L., da Silva, E. A., Gomes, S. T. M., & Matsushita, M. (2019). Extraction and assessment of oil and bioactive compounds from cashew nut (*Anacardium occidentale*) using pressurized n-propane and ethanol as cosolvent. *J Supercrit Fluids.*, 157:104686