

Potencial nutritivo y medicinal de recursos fitogenéticos del género *Capparis* L. y especies relacionadas en el Gran Chaco
 Nutritional and medicinal potential of plant genetic resources of the genus *Capparis* L. and related species in the Gran Chaco

Eva Coronel¹ , Nelson Alvarenga² , Silvia Caballero¹ ,
 Laura Mereles^{1*} 

¹Departamento de Bioquímica de Alimentos. Dirección de Investigaciones. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Nacional de Asunción.

²Departamento de Fitoquímica. Dirección de Investigaciones. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Nacional de Asunción

*e-mail: lauramereles@qui.una.py

Resumen: Las especies del género *Capparis* L. pertenecen a la familia Capparaceae, que se encuentran principalmente en la zona del Mediterráneo, Medio Oriente y el norte de África. En el Gran Chaco recientemente se han descrito géneros segregados del género *Capparis*, por citar; *Capparicordis* Iltis & Cornejo, *Anisocapparis* Cornejo & Iltis, *Sarcotoxicum* Cornejo & Iltis, *Cynophalla* (DC.) J. Presl debido a diferencias taxonómicas. Estas especies son de aparición frecuente en esta región y son utilizadas para fines alimenticios y medicinales. El consumo de especies chaqueñas como alimento se realiza luego de diferentes procesos de cocción (calor húmedo) o conservación química (escabeche) descritos en estudios etnobotánicos. Las especies del género *Capparis* tienen un cultivo más sistematizado en el continente Asiático, se han descrito diversos metabolitos secundarios en su composición como compuestos fenólicos, alcaloides y glucosinolatos, la presencia de estos pronostica el desarrollo de diversas e interesantes actividades biológicas en estas especies, como antioxidantes, antibacterianas, antimicóticas, antidiabéticas, inmunomoduladoras, antiparasitarias e insecticidas. A nivel regional, los estudios sobre las especies chaqueñas son limitados y se centran en descripciones botánicas y formas de uso por poblaciones indígenas en el Chaco, sin embargo, su composición, valor nutritivo y efectos biológicos aún requieren estudios sistematizados para re-valorizarlos como potencial fuente de principios activos beneficiosos para la salud o de interés para la alimentación y la agricultura en Latinoamérica. Esta es una revisión bibliográfica de las especies regionales del Gran Chaco relacionados con el género *Capparis* y las descritas en la literatura en otros continentes para especies relacionadas está centrada en la composición y fitoquímica detallada, los usos medicinales populares y los atributos farmacológicos de estas especies multipropósito.

Palabras clave: actividad biológica, *Anisocapparis*, Capparaceae, *Capparis*, *Cynophalla*, metabolitos secundarios.

Manuscrito recibido: febrero de 2020.

Manuscrito aceptado: mayo de 2020.

Summary: The plant species of the *Capparis* L. genus belong to the Capparaceae family, which are mainly found in the Mediterranean, Middle East and North Africa. In the Gran Chaco, segregated genera of the *Capparis* genus have recently been described, to cite; *Capparicordis* Iltis & Cornejo, *Anisocapparis* Cornejo & Iltis, *Sarcotoxicum* Cornejo & Iltis, *Cynophalla* (DC.) J. Presl due to taxonomic differences. These species appear frequently in this region and are used for food and medicinal purposes. The consumption of Chaco species as food is carried out after different cooking processes (humid heat) or chemical preservation (pickled) described in ethnobotanical studies. Species of the *Capparis* genus have a more systematized culture in the Asian continent, various secondary metabolites have been described in their composition such as phenolic compounds, alkaloids and glucosinolates, the presence of these predicts the development of diverse and interesting biological activities in these species, such as antioxidants, antibacterial, antifungal, antidiabetic, immunomodulatory, antiparasitic and insecticidal. At regional level, studies on Chaco species are limited and focus on botanical descriptions and ways use's by indigenous populations at the Chaco, however, their composition, nutritional value and biological effects still require systematic studies to re-value them as potential source of active compounds beneficial to healthy or interesting to food and agriculture in Latin America. This is a bibliographic review of the regional species of the Gran Chaco related to *Capparis* genus and those described in the literature on other continents for related species, is focused on the composition and detailed phytochemistry.

Key words: biological activity, *Anisocapparis*, Capparaceae, *Capparis*, *Cynophalla*, secondary metabolites.

Introducción

La bioprospección de nuevas fuentes de alimentación, así como la química y actividad biológica de productos naturales es uno de los temas de investigación actual en el área de la nutrición y la nutraceutica, donde la composición de alimentos y la descripción de principios activos juegan un papel fundamental para establecer el potencial beneficio para la prevención de enfermedades, el desarrollo de ingredientes activos para su aprovechamiento en alimentos elaborados y su uso como ingredientes con potenciales efectos biológicos en beneficio de la salud (Guil-layne y Guil-guerrero, 2019). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), más del 80% de la población mundial, en su mayoría en países pobres y menos desarrollados, dependen de los medicamentos tradicionales basados en plantas para sus necesidades de atención primaria de salud (WHO, 1993).

En la base de datos “The list Plants” actualmente se encuentran registrados 1.487 nombres científicos de plantas distribuidos en 34 géneros en la familia Capparaceae, de las cuales 813 nombres científicos pertenecen al género *Capparis* (The Plant List, 2013). Su distribución abarca desde zonas desérticas a bosques lluviosos, sin embargo, la mayoría se encuentra en regiones con sequía estacional, como por ejemplo la zona del Mediterráneo, Norte de África, Medio Oriente y la India. Las especies más conocidas de este género son *Capparis spinosa*, *Capparis decidua* y *Capparis ovata*, comúnmente conocidas como “alcaparras” (Inocencio et al. 2006). En América del Sur, específicamente en la región del Gran Chaco, se encuentran varias especies

segregadas recientemente del género *Capparis*, dentro de la misma familia botánica Capparaceae que fueron segregadas a otros géneros como *Capparicordis*, *Anisocapparis*, *Sarcotoxicum*, *Cynophalla* (Cornejo, 2019) a la luz de nuevas técnicas filogenéticas para la descripción de especies vegetales. Es así como la taxonomía y descripción botánica de estas especies van actualizándose, sin embargo, hasta hace pocos años eran consideradas sinónimas y la información básica disponible en la literatura se refiere mayormente al género *Capparis*. Todas comparten la característica de ser utilizadas en alimentación y con fines medicinales, aunque las especies de *Capparis* ya cuentan con evidencias científicas sobre su aporte nutricional, composición fitoquímica y actividad biológica, en especial las de origen en Medio Oriente.

El objetivo de esta revisión fue recopilar y describir los usos tradicionales, composición química y actividad biológica hasta ahora conocidos de especies del género *Capparis* y géneros relacionados a nivel regional, especialmente en aquellos parientes latinoamericanos de la familia Capparaceae para evaluar su aporte nutricional y actividad biológica potencial, iniciando con una breve descripción de su taxonomía.

Para el mismo se realizó búsquedas bibliográficas en la base de datos “Scopus” y “Google Académico”, utilizando como palabras clave: Capparaceae, *Capparis*, *Capparicordis*, *Anisocapparis*, *Sarcotoxicum*, *Cynophalla*, Chaco, botánica, etnobotánica, metabolitos secundarios, actividad biológica, tanto en español como inglés.

1. Botánica y taxonomía

Capparaceae es una gran familia de las plantas con flores, perteneciente al grupo de las angiospermas, dicotiledóneas, dialipétalas (Akgül y Özcan, 1999). Actualmente se encuentran registrados 34 géneros en esta familia (The Plant List, 2013), cuyos miembros presentan una diversidad considerable en hábito, fruto y características florales (Hall, 2008), de los cuales la más amplia y de importancia económica es *Capparis*. Estos son arbustos usualmente procumbentes o pendulares que poseen un par de características como espinas retrorsas estipulares. Las hojas son simples, no divididas, alternas, con los pecíolos bien diferenciados. Las flores son solitarias en la axila de las hojas, bisexuales y más o menos cigomorfas y escamas nectarías isomórficas. El fruto es oblongo, ovoide, elipsoide o globoso, del tipo baya, de color verde con nervios longitudinales bien definidos, a lo largo de los cuales se produce la dehiscencia. Las semillas son de una a infinitas y generalmente son de color parduzco cuando están maduras, sumergidas en una pulpa rojiza o amarilla (Inocencio et al. 2006).

Se conocen morfológicamente 250 especies de *Capparis*, sin embargo, su clasificación es considerada muy ambigua y polémica, ya que estas poseen una hibridación libre, por lo tanto el uso de marcadores morfológicos de las especies tiene limitaciones en la definición de las subespecies y variedades (Fici, 2014). Otro punto importante, cuando se trata del género *Capparis*, es que fueron clasificadas en *Capparis* del Viejo Mundo, donde fueron ubicadas las renombradas “alcaparras” y *Capparis* del

Nuevo Mundo, donde la gran mayoría inicialmente pertenecían al género de *Capparis*, luego, con estudios morfológicos, genéticos y filogenéticos se demostró que no pertenecen al mismo (**Fig. 1**). Entre estas especies se encuentran muchas de las Capparaceas del continente Americano (Cornejo, 2019; Inocencio et al. 2005, 2006; Rhimi et al. 2019), no obstante todas tienen un relacionamiento cercano y un ancestro común, el cual probablemente proviene de África (Tamboli et al. 2017).



Fig. 1. Ilustración de especies. **a.** *Anisocapparis speciosa*. **b.** *Capparicordis tweediana*. **c.** *Sarcotoxicum salicifolium*. **d.** *Cynophalla retusa*. Fuentes: Franceschini y Tressens, (2004); Polini y Romero López, (2013); Hermida, (2016).

La mayoría de las especies americanas de hojas simples de Capparaceae han sido incluidas y conocidas inicialmente como *Capparis*, un género extremadamente polimórfico y polifilético, cuyos representantes americanos no corresponden a sus caracteres típicos (Hall, 2008). Tras varios estudios Cornejo (2019) aclara las diferencias existentes entre las representantes americanas de la familia en cuestión y el género *Capparis*, además sugiere los nuevos géneros que actualmente son aceptados.

Por ejemplo, *Capparis speciosa*, pasó a llamarse *Anisocapparis speciosa*, ya que posee escamas nectarías dismórficas, semillas subglobosas y embriones con cotiledones separados (Cornejo et al. 2008). Por otro lado, *Capparis tweediana* pasó a llamarse *Capparicordis tweediana*, caracterizada por sus hojas ampliamente cordadas hasta subrotundo-reniformes, con nervios (sub) palmeados en la base de la lámina, caliz valvado con aestivación cerrada, frutos abayados subsféricos, dehiscentes en 2-4 valvas con semillas cochleado-reniformes cubiertas por una sarcotesta de pelos unicelulares no ramificados, infiltrados y embriones blanco (Iltis y Cornejo, 2007). Otra especie muy representativa del género en el Chaco Central (Paraguay) es *Capparis retusa* Griseb., que paso a llamarse *Cynophalla retusa* (Griseb.) Cornejo & Iltis, recientemente desde el 2018. La principal diferencia de esta con el género *Capparis*, son sus frutos con cápsulas a menudo torulosas, con semillas de convolución, cotiledones finos y embriones verdes, rodeados por un arilo blanco (Cornejo e Iltis, 2008). Por último, *Sarcotoxicum salicifolium*, anteriormente descrito como *Capparis salicifolium*, presenta una diferencia con el género *Capparis* por sus frutos pendiculares, esféricos o curvoides, carnosos, con una pulpa pegagosa blanca y semillas algo comprimidas (Cornejo e Iltis, 2018).

2. Etnobotánica

El uso de las especies de *Capparis* data de los años 2000 a.C., primeramente por los sumerios y luego por los griegos y romanos para diversos fines medicinales (Manikandaselvi et al. 2016). Por ejemplo, la planta de *C. spinosa* es de uso múltiple y se usa para curar diversas dolencias humanas, incluidos problemas gastrointestinales, estrangulación, inflamación, emenagoga, anemia, disfunción hepática, reumatismo, analgésico antiespasmódico, vermífugo, antihemorroidal, laxante, desobstruyente depurativo, diurético, expectorante y tónico corporal general en los sistemas de medicamentos indígenas, ayurvédicos, chinos y de Unani (Sher y Alyemeni, 2010). Los brotes, las frutas y las puntas de las ramas tiernas jóvenes tienen un aroma característico por lo que se consumen en escabeche como verdura o condimento en salsas para pastas, pescados, carnes y ensaladas, las cenizas de las raíces de alcaparras quemadas se han utilizado como fuente de sal (Sozzi et al. 2012).

Se ha reportado que *C. decidua*, es utilizado para tratar problemas cardíacos y gástricos, así también las frutas maduras sirven como alimento para los aldeanos de las regiones áridas y semiáridas, además de ser una fuente ingreso para los mismos. Su madera resistente a las termitas es utilizada por la población rural para la fabricación de asas, ruedas de carro y otros artículos (Singh y Singh, 2011). En Pakistan es utilizado como antidiabética, se consume el tallo pulverizado (1 cucharadita 2 veces al día) y se obtiene una pasta de la fruta fresca que se suele consumir por la mañana (Zain-ul-abidin et al. 2018).

Varias partes de *C. ovata* son utilizadas medicinalmente para dolores de cabeza, diabetes, reumatismo, entre otros, los brotes florales son consumidos encurtidos y sus frutos son consumidos crudos o como escabeche, así también sus semillas son utilizadas como fuente de aceites (Rivera et al. 2003). Algunos de los preparados con *C. ovata* (10 frutos mezclados con miel) dicen ser efectivos para combatir el cáncer según la sabiduría popular del medio oriente (Akaydin et al. 2013), y se han descrito usos tradicionales como antifúngico (Bulut y Tuzlaci, 2013). Otras especies con usos medicinales son *C. zeylanica*, utilizado como antihelmíntico, sedativo, antiemético y promotor del apetito y *C. sepiara* febrífugo según personas adultas de la India (Bhasha y Siva Kumar Reddy, 2017; Loganathan y Selvam, 2018), así también tallos de *C. micracantha* son utilizados para la tratar la fiebre (Chotchoungchatchai et al. 2012).

En estudios etnobotánicos realizados en el Gran Chaco se describió que los frutos y otras partes de las plantas de *C. tweediana*, *C. retusa*, *A. speciosa* y *S. salicifolium*, son frecuentemente consumidos por los pobladores, como fuentes de alimentación y con fines medicinales, sin embargo, poseen tratamientos especiales por una supuesta toxicidad (Arenas y Scarpa, 2007). Los frutos maduros de *C. tweediana* son consumidos cuidadosamente por los indígenas y utilizados para enfermedades con erosiones de la piel como sarampión, viruela y escabiosis, así como también como antidisentérico (Martínez y Barboza, 2010; Scarpa et al. 2016; Schmeda-Hirschmann, 1994). Otra especie mencionada en los reportes etnobotánicos es *C. retusa*, que es utilizada para la alimentación durante todo el año, ya que una vez secas pueden ser almacenadas en recipientes de barro a temperatura ambiente hasta 6 meses (Montani y Scarpa, 2016).

Para consumirlas se debe realizar una cocción de varias horas, cambiando el agua de cocción entre 4 a 7 horas, hasta que desaparezca el color rojo característico, ya que una cocción inadecuada tiene sabor a “aspirina” y puede causar dolores de estómago.

También es utilizada en las afecciones de la piel (Arenas y Scarpa, 2007; Montani y Scarpa, 2016; Schmeda-Hirschmann, 1994). Todas las partes de *C. speciosa* se consumen con cocción previa mediante varios cambios de agua, solas o acompañadas con grasa de pescado. Su pulpa y semillas del fruto son moldeadas como una bola y secada al sol, así es posible almacenarlas por varios meses, pero antes de consumirlas deben ser hidratadas y hervidas por varias horas con los cambios de agua. En cuanto su uso medicinal, es utilizado contra las afecciones de la piel, malestar estomacal, disentería y fiebre. Así también otro importante uso es el atribuido a las ramas, como colorantes para teñir de verde el algodón y para cubrir otros alimentos previo almacenamiento, por su capacidad para repeler insectos (Cornejo et al. 2008; Montani y Scarpa, 2016; Scarpa, 2000, 2009).

Se ha descrito que las frutas de *Sarcotaxicum salicifolium* que caen solas y quedan abiertas pueden consumirse directamente, sin embargo, las inmaduras deben ser cocinadas por un periodo de tiempo prolongado con cambios de agua (Bourdy et al. 2004). Schmeda-Hirschmann (1994) hace alusión a que en comunidades indígenas utilizan la miel de abeja local como antídoto a la toxicidad de estas frutas, las cuales causan sensación de embriaguez. Otros usos medicinales descritos son para el tratamiento de infecciones cutáneas tipo sarna, culebrilla o cualquier tipo de dermatosis (Bourdy et al. 2004), para tratar la disentería y como diurético (Arenas y Scarpa, 2007; Scarpa, 2004).

3. Aporte nutricional

Las especies del género *Capparis* son consumidos ampliamente por diferentes poblaciones en diferentes presentaciones. En la zona del mediterráneo son consumidas mayormente las bayas florales y frutos de *C. spinosa*, *C. decidua* y *C. ovata*, las cuales son comercializadas encurtidas y enlatadas, utilizadas como un condimento, y considerados un “Alimento Gourmet” (Gull et al. 2015a). En las **Tablas 1 y 2** se resume la composición centesimal y contenido de minerales de bayas comestibles de algunas de estas especies en los intervalos descritos en la literatura. Algunos componentes muestran una gran variabilidad como el caso del contenido proteico y fibra bruta de *C. spinosa*.

Por otro lado, Akgül y Özcan (1999) analizaron la composición química y otros parámetros de calidad de las semillas de *C. spinosa* y *C. ovata* las cuales presentaron una proporción importante de lípidos totales en ambas especies (35,22 g/100g y 36,74 g/100g, en *C. spinosa* y *C. ovata*, respectivamente), así como también el alto contenido de proteína (22,77 g/100g y 23,05 g/100 g, en *C. spinosa* y *C. ovata*, respectivamente) y fibra cruda (27,49 g/100g y 27,20 g/100g para *C. spinosa* y *C. ovata*, respectivamente).

Las flores de estas especies también fueron analizadas en Turquía (Özcan y Akgül, 1998), presentando un alto contenido de proteína cruda (33,3g/100g y 34,2g/100g en

C. spinosa y *C. ovata*, respectivamente) y se ha informado que las flores de *C. ovata* contienen alto contenido de un aminoácido esencial, la arginina (Duman et al. 2013).

Özcan et al. (2004) observaron altos niveles de cenizas (6,41 g/100g) en los frutos de *C. ovata*, lo que podría ser una buena fuente de nutrientes minerales, asimismo, un estudio realizado en Pakistán sobre el contenido de minerales de plantas forrajeras (Ghazanfar et al. 2011), reportó que las hojas de *C. decidua* contenían altos niveles de potasio (1,27% de los minerales totales). El contenido de ácidos grasos esenciales en los alimentos es apreciado ya que son necesarios para importantes procesos metabólicos y no son sintetizados por el cuerpo humano, en este sentido, se ha reportado que el aceite de las semillas de *C. spinosa* y *C. ovata* (Akgül y Özcan, 1999) poseen altos contenidos de ácido linoleico omega 6 (25,2 y 24,5 g/100 g de aceite, respectivamente). Mollica et al. (2018), analizaron el perfil de ácidos grasos del aceite extraído de las flores en escabeche de *C. spinosa*, cultivadas en Italia, encontraron que las mismas contenían 10,08 % de ácido linoleico omega 6 y 5,37 % de ácido linolénico omega3.

Tabla 1. Composición centesimal de las bayas de *C. spinosa*, *C. ovata* y *C. decidua* (g/100g).

Especie	Humedad	Proteínas	Fibra	Hidratos de carbono	Cenizas	Lípidos	Ref.
<i>C. spinosa</i>	76,7-84,7	4,6-28,6	4,50-22,0	2,6-4,7	1,9-7,7	1,5-7,3	(Gull et al. 2015b; Özcan y Akgül, 1998; Rodrigo et al. 1992; Ulukapı et al. 2016)
<i>C. ovata</i>	78,8-83,7	7,6-34,2	8,7-10,5	3,2-5,3	5,5-8,7	1,3-6,6	(Duman et al. 2013; Özcan y Akgül, 1998; Özcan et al. 2004; Ulukapı et al. 2016)
<i>C. decidua</i>	55,4-84,6	15,4-33,9	7,6-19,4	10,1-23,2	3,9-7,7	6,0-10,1	(Iqbal et al. 2014; Vyas et al. 2009)

Tabla 2. Contenido de minerales de las bayas de *C. spinosa*, *C. ovata* y *C. decidua* (mg/100g).

Especie	Na	K	P	Mg	Ca	Fe	Referencia
<i>C. spinosa</i>	13,4-392	502-404	16,65-406	469-772	21,8-154	6,9-25,4	(Gull et al. 2015b; Özcan y Akgül, 1998; Rodrigo et al. 1992)
<i>C. ovata</i>	35,6-205	2027-2948	290-3073	2868-6637	10,4-2370	5,2-43,9	(Özcan y Akgül, 1998; Özcan, 2005)
<i>C. decidua</i>	26,9-150	140-2969	701-808	---	14,1-35,10	12,30-81,8	(Alrasheid et al. 2018; Iqbal et al. 2014)

Tabla 3. Fenoles totales y Flavonoides totales en las diferentes partes de las especies de *Capparis*.

Especie	Parte de la planta	Fenoles Totales	Flavonoides Totales	Tipo de extracto	Referencia
<i>C. spinosa</i>	Bayas	6,5 – 119,2 mg GAE/g E.	2,4 – 81,6 mg QE/g E.	Metanólico	(Baghiani et al. 2012, Akgül y Özcan, 1999; Ghazanfar et al. 2011)
	Hojas	763,9 mg GAE/g M.S.	29,95 mg QE/g E.	Acuoso	(Aichi-yousfi et al. 2016)
	Hojas	0,082 mg GAE/g E.	0,021 mg QE/g E.	Acuoso	(Moutia et al. 2016)
<i>C. decidua</i>	Frutas	407,081 mg CE/g E.	N.D.	Metanólico	(Zia-ul-haq et al. 2011)
	Frutas	23,20 mg GAE/g E.	43,46 mg QE/g E.	Metanólico	(Shad et al. 2014)
	Flores	341,12 mg CE/g E.	N.D.	Metanólico	(Zia-ul-haq et al. 2011)
	Hojas	286,51 mg CE/g E.	N.D.	Metanólico	(Zia-ul-haq et al. 2011)
<i>C. ovata</i>	Frutas	17,56 mg GAE/g E.	N.D.	Metanólico	(Bektas et al. 2012)
	Frutas	1017,42 mg GAE/100 g E.	2785 mg QE/100 g E.	Metanólico	(Okur et al. 2018a)
	Partes aéreas	293,5 mg GAE/g E.	750,1 mg QE/g E.	Butanólico	(Al-Qudah et al. 2018)
	Partes aéreas	172,83 mg GAE/g E.	576,7 mg QE/g E.	Metanólico	(Al-Qudah et al. 2018)
	Hojas	867,96 mg GAE/g M.S.	89,23 mg QE/g M.S.	Acuoso	(Aichi-yousfi et al. 2016)
<i>C. sicula</i>	Partes aéreas	14,3 - 15,0 mg GAE/ 100 M.S.	6,7 - 7,4 mg QE / g M.S.	Metanólico	(Conforti et al. 2011)
	Hojas	1046,06 mg GAE/ g M.S.	110,50 mg QE/ g M.S.	Acuoso	(Aichi-yousfi et al. 2016)
<i>C. cartilaginea</i>	Partes aéreas	177,2 mg GAE/g E.	779,94 mg QE/g E.	Metanólico	(Al-Qudah et al. 2018)
	Partes aéreas	233,5 mg GAE/g E.	966,61 mg QE/g E.	Butanólico	(Al-Qudah et al. 2018)
	Parte aéreas	N.D.	33,77 µg QE/mg E	Metanólico	(Rahimifard et al. 2015)
<i>C. aegyptia</i>	Hojas	1323,10 mg GAE/ g M.S.	382,73 mg QE/ g M.S.	Acuoso	(Aichi-yousfi et al. 2016)
<i>C. zoharyi</i>	Hojas	1727,24 mg GAE/ g M.S.	693,31 mg QE/g M.S.	Acuoso	(Aichi-yousfi et al. 2016)

GAE: equivalente de Ac. Gálico; QE: equivalente de Quercetina; E: extracto; M.S.: Materia seca; N.D.: no determinado. (Elaboración propia).

Recientemente Stefanucci et al. (2018), analizaron el perfil de ácidos grasos de las bayas secas de *C. spinosa*, cultivadas en Italia, Marruecos y Turquía, entre los resultados más resaltantes se destacan también el alto contenido ácido linoleico omega 6 (17,72%, 22,00% y 16,95%, respectivamente) y ácido linolénico omega 3 (11,30%, 18,83% y 28,65%, respectivamente).

En América del Sur, son consumidas algunas Capparaceas, generalmente por la población indígena, quienes utilizan especies como *C. retusa*, *A. speciosa* y *S. salicifolia*, sometiéndolas a una cocción previa con 4 a 5 recambios de agua, sin embargo, los frutos maduros *C. tweediana* son consumidos directamente en estado fresco sin cocción (Scarpa et al. 2016). Actualmente datos sobre el aporte nutricional de estas últimas cuatro especies a nivel regional es escasa a pesar que existen una variedad de reportes etnobotánicos que describen su consumo por las poblaciones locales donde aparecen de manera silvestre(Scarpa, 2008; 2009).

4. Metabolitos secundarios

En las especies de *Capparis* del viejo mundo, se han identificado varios metabolitos secundarios como compuestos fenólicos, flavonoides, alcaloides, fitoesteroles entre otros, los cuales son de gran interés por sus potenciales y diversas actividades biológicas. Por otro lado, la información sobre metabolitos secundarios en la composición de los parientes de la familia Capparaceae de aparición en América son más bien limitadas.

4.1. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son sintetizados por las plantas y cumplen diversas funciones en el crecimiento, lignificación, pigmentación, polinización, defensa contra patógenos y protección contra la radiación ultravioleta, sin embargo, actualmente ha crecido el interés por los mismos debido a sus propiedades beneficiosas para la salud humana (Olivares-Vicente et al. 2018). En las diferentes especies de *Capparis* se han reportado varios polifenoles, principalmente del tipo flavonoides. Varios estudios han descrito el contenido de fenoles totales (TP) y flavonoides totales (TF) en las diferentes partes aéreas de las especies *Capparis*, los cuales se resumen en la **Tabla 3**. En general los estudios utilizan la misma metodología para la cuantificación, sin embargo, en ocasiones se utilizan diferentes tipos de extractos.

En el perfil fenólico realizado a las hojas de *C. sícula*, *C. ovata*, *C. orientalis*, *C. zoharyi*, *C. aegyptia* y *C. spinosa* provenientes de Tunez (Aichi-yousfi et al. 2016), fueron identificados tres flavonoides (rutina, quercentina y kaempferol) y siete ácidos fenólicos (gálico, vanílico, cafeico, p-cumárico, cinámico, catequina y epicatequina), donde la rutina es el principal flavonoide presente, principalmente en hojas de *C. ovata* y *C. zoharyi*.

Es sabido que la cantidad de los ácidos fenólicos varía con la especie y en las diferentes partes de la planta. Así un estudio realizado en Pakistán demostró que en la corteza del tallo, brotes, flores, frutos y raíces de *C. spinosa* y *C. decicua*, existían 5 ácidos

fenólicos (ácido gálico, ácido cafeíco, ácido *p*-cumárico, ácido *p*-hidrozibenzóico y ácido sinapico), donde en los frutos de *C. spinosa* el principal componente es el ac. *p*-cumárico (52,71 mg/g de muestra seca) y en las frutas de *C. decidua* es el ácido sinapico (79,39 mg/ g de muestra seca) (Gull et al. 2018). En las hojas, bayas frescas y bayas comerciales de *C. spinosa*, los flavonoides y ácidos fenólicos reportados son ácido gálico, catequina, *p*-OH ac. benzóico, 3-OH-ac. benzoico, 3-OH-4-MeO benzaldehído, rutina, ac. sinapico, 2,3-diMeOac benzóico, ac. cinnámico, *p*-ac. cumárico, ac. vanílico, naringina, ac. clorogénico, catequina y quercetina (Mollica et al. 2017).

Sin embargo, varios de estos compuestos no están presentes en la composición fenólica de las bayas en escabeche de *C. spinosa* provenientes de Italia, independientemente de la forma de extracción (soxhlet, decocción y microondas), conforme a lo reportado por que han encontrado los siguientes compuestos fenólicos rutina, 3-OH-Ac benzoico, naringenina, *p*-OH ac. benzóico, 3-OH-4-MeObenzaldehído, *t*-ácido cinnámico y ac. vanílico. Un estudio realizado en Argentina, identificó semi-cuantitativamente kaempferol, quercetina, isorhamnetina y sus derivados 7-O-metilo: ramnocitrina, ramnina y ramnazina, en *C. retusa*, *A. speciosa*, *S. salicifolia*, *C. tweediana*, *C. cynophallophora*, *Capparis humilis* y *Capparis atamisquea*, observando que sólo *C. tweediana* presento los 15 flavonoides antes mencionados, y entre estas especies, *S. salicifolia* contenía una alta concentración de isorhamnetina (Pelotto y Martínez, 1998).

4.2. Alcaloides

Los alcaloides son uno de los grupos más interesantes por sus actividades biológicas, están presentes en aproximadamente el 20% de las plantas (Macáková et al. 2019), y se han descrito en la familia Capparaceae.

Se ha descrito la presencia de alcaloides en partes aéreas de *Capparis cartiláginea* en extractos acuosos y metanólicos, no así en extracto hexánico (Al-Qudah et al. 2018). El alcaloide indólico 2-metilsulfinil-6-metoxi-3-indol-carbonato fue aislado por primera vez en frutas de *Capparis masaikai* en el 2014, junto con el alcaloide conocido indol-3-carboxaldehído (Liao et al. 2014).

En *C. himalayensis*, se ha estudiado la planta entera y se aisló y elucidó estructuralmente los compuestos característicos de la especie, la capparina A y capparina B (Ang y He-ran, 2008).

En los frutos de *C. spinosa*, cultivados en China, se ha informado la presencia de los nuevos alcaloides capparina A, capparina B y capparina C y dos alcaloides conocidos, la lactona del ácido 2- (5-hidroximetil-2-formilpirrol-1-il) propiónico, y N-(3'-maleimidyl) -5-hidroximetil-2-pirrol formaldehído (Yang et al. 2010). Por otro lado, en las frutas de *C. spinosa* cultivadas también en China, se han aislado e identificado, además de las capparina A y capparina B, el compuesto 1H-indol-3-carboxialdeido y 4-hidroxi-1H-indol-3-carboxialdehido (Hou et al. 2010). Otros alcaloides como capparispina-26-O-gluc, cadabicina-26-O-gluc, cadabicina, capparispina, capparina, isocodonocarpina y codonocarpina, se han descrito en las

raíces de *C. spinosa* (Khatib et al. 2016).

Los alcaloides en estas especies parecen estar distribuidos en toda la planta, desde la raíz, la corteza y los frutos, independientemente del lugar de origen. En *C. decidua* se ha descrito que aquellas muestras provenientes de Pakistan contenían alcaloides al igual que las cosechadas en India (Shad et al. 2014; Mann et al. 2013). Por otro lado, la raíz y la corteza del tallo de *C. decidua* poseen en su composición varios alcaloides como: capparidisinina, espermidina, isocodonocarpina, capparina y capparinina, así como codonocarpina, capparina, cadabacina, isocadabacina y caparipina, N(15)-acetilcapparina, 15-N-acetyl caparipina (Abra y Ali, 2011; Forster et al. 2016; Rathee et al. 2010).

4.3. Glucosinolatos

Los glucosinolatos son metabolitos secundarios de plantas que tienen un interés toxicológico y farmacológico. Se han encontrado en al menos 11 familias botánicas, pero especialmente en Brassicaceae, sin embargo, también se ha reportado su presencia en miembros de la familia Capparaceae (Matthäus y Özcan, 2005). Se ha descrito que la raíz, hojas, brotes florales, flores y frutas de *C. decidua* contienen este grupo de compuestos en concentraciones que varían de 77 a 107 $\mu\text{mol/g}$ de extracto seco, siendo la raíz la parte que mayormente concentra glucosinolatos (Zia-ul-haq et al. 2011). Sin embargo en las partes aéreas de *C. sicula* se ha llegado a informar hasta 186 mmol de glucosinolatos totales por cada 100g de materia seca (Conforti et al. 2011). Ya en la década de los 70Kjaer y Schuster (1971) reportaron cinco glucosinolatos de 4 átomos de carbono en las hojas de *C. flexuosa*, cultivadas en Jamaica (Butilo, 3-hidroxi-butilo, hidroxibutilo, 3-butenilo y 2-hidroxi-3-butenilglucosinato). En las hojas, flores y frutas de *C. spinosa* se han llegado a identificar 6 glucosinolatos; glucotropaeolina, glucobrasicina, 4-hidroxi-glucobrasicina, 4-metoxiglucobrasicina, neoglucobrasicina y glucocapparina, siendo este último el de mayor concentración en todas las partes (Maldini et al. 2016), como lo habían descrito previamente otros autores para las partes aéreas de esa misma especie (Argentieri, et al. 2012). Más tarde, se llegó a aislar la glucocapparina de los frutos de *C. ovata* demostrando su poder antiinflamatorio (Ozgun Acar et al. 2017) y se ha demostrado que este compuesto se descompone luego de un proceso de fermentación de las bayas de *C. spinosa*, degradándose principalmente a isotiocianato de metilo y perdiendo su potencial acción biológica (Jiménez-López et al. 2018). Asimismo, en las semillas de *C. spinosa* y *C. ovata* se encontraron alrededor de 60,6 y 58,9 μmol de glucosinolatos por gramo de extracto seco, respectivamente (Matthäus y Özcan, 2005). Estos compuestos incluso han sido descritos en el aceite extraído de las semillas de *C. spinosa*, donde se ha reportado un contenido alrededor de 500 mg/100g de extracto seco (El-waseif y Saed, 2018).

4.4. Fitoesteroles y aceites esenciales

Se han descrito la presencia de fitoesteroles principalmente en el aceite de semillas de los frutos del género *Capparis*, como el aceite de semillas de *C. spinosa* y *C. ovata*, donde fitoesteroles como el sitoesterol y campestanol están presente en ambas

especies y como componentes minoritarios los esteroides brassicasterol, 24-metileno-colesterol, campestanol, estigmasterol, 5,23-estigmastadienol, sitoestanol, 5-avena-estadiol, 5,24-estigma-estadienol, 7-estigmaesterol y 7-avena-esterol (Matthäus y Özcan, 2005). Por otro lado, en las hojas de *C. tomentosa* fue aislado en 2008 el fitoesterol 24-etilcolestano-5-en-3-ol (Akoto et al. 2008).

Algunos estudios han demostrado también la presencia de aceites esenciales en los brotes florales de *C. ovata*, Ozcan et al. (2004), informaron 0,071 g/ 100 g de muestra de aceite esencial, Muhaidat et al (2013) informaron 0,1 y 0,07 g/100g de muestra de aceite esencial en los brotes florales de *C. spinosa* y *C. ovata*, respectivamente (Muhaidat et al. 2013) y describieron 29 compuestos que se clasifican en hidrocarburos monoterpénicos, monoterpenos oxigenados, sesquiterpenos, sesquiterpenos oxigenados, compuestos que contienen nitrógeno y azufre, aldehídos y cetonas, alcoholes, ácidos y ésteres, y alcanos, siendo los mayoritarios para *C. ovata* el isotiocianato de metilo, isotiocianato de isopropilo, isotiocianato de isobutilo, 3-p-menteno, occidol, carissona e isotiocianato de etilo. En comparación, el isotiocianato de isopropilo, el isotiocianato de metilo, el isotiocianato de butilo, el 3-p-menteno, el isotiocianato de 2-butenilo y el 3-metil-1-hexanol, fueron los principales componentes del aceite en *C. spinosa*. Así también al estudiar el aceite esencial de las hojas y frutos de *C. ovata* se identificaron 86 compuestos en el extracto de brotes de alcázaras y 100 compuestos en el extracto de sus hojas. Los principales compuestos volátiles encontrados en los brotes de alcázaras fueron: alcohol bencílico, furfural, etil metil pentil acetal, 4-vinilguayol, timol, ácido octanóico y metil isotiocianato, y en las hojas fueron: isotiocianato de metilo, timol, 4-vinil guaiacol, acetato de hexilo y trans-teaspirano (El-ghorab et al. 2007).

Por otro lado, ya en 1998 se han reportado la presencia de compuestos volátiles en las diferentes partes de *C. spinosa*, entre ellos el timol, 2-Hexanal y el tiocianato de isopropilo en las hojas, el isotiocianato de metilo y isotiocianato isopropílico en los frutos y raíces (Afsharypour et al. 1998). Recientemente se han descrito un total de 42 compuestos en el aceite esencial de bayas florales de *C. spinosa* en escabeche provenientes de Marruecos, Italia y Turquía con nonacosano, n-ácido hexadecanóico, docosano, 2,4-Di-tert-butilfenol, laurilacrilato, benceno (1-metiltridecilo), benceno (1-metildodecilo) y el benceno (1-etilundecilo). Esta diversidad de compuestos hace que las actividades biológicas sean también diversas y estén relacionadas a los compuestos mayoritarios o a la sinergia de acción entre estos y los compuestos minoritarios (Stefanucci et al. 2018).

5. Actividad biológica

Una serie de actividades biológicas son atribuidas a las Capparaceas, siendo el género *Capparis* el de mayores actividades descritas, en la **Tabla 4** se resumen estas actividades biológicas reportadas por diferentes autores a nivel mundial.

Tabla 4. Resumen de actividades biológicas reportadas en especies de *Capparis*.

Especie	Parte de la Planta	Actividad	Referencia
<i>C. spinosa</i>	Hojas	Antibacteriana, antidiabética, inmunomoduladora.	(Maldini et al. 2016; Mazarei et al. 2016; Mollica et al. 2018; Moutia et al. 2016)
	Tallos	Nematicida, insecticida	(Caboni et al. 2012)
	Bayas	Antioxidante, antibacteriana, antimicóticos, antidiabética, inmunomoduladora, inhibidor de colinesterasa	(Ebrahimi et al. 2017; Grimalt et al. 2018; Jiménez-López et al. 2018; Mollica et al. 2018; Stefanucci et al. 2018)
	Flor	Antimicobacteriana, nematicida	(Caboni et al. 2012; Ehsanifar et al. 2017)
	Raíz	Antioxidante	(Baghiani et al. 2012)
	Partes aéreas	Antioxidante	(Baghiani et al. 2012)
	<i>C. ovata</i>	Hojas	Antioxidante
Bayas/Frutas		Antioxidante, antibacteriana, antifúngica, inmunomoduladora	(Aichi-yousfi et al. 2016; Afsharypuor et al. 1998; Bourdy et al. 2004; El-ghorab et al. 2007; Khatib et al. 2016; Martínez y Barboza, 2010; Muhaidat et al. 2013; Scarpa, 2004)
Flor		Antioxidante	(Nazıroğlu et al. 2013)
Partes aéreas		Antioxidante, inmunomoduladora, antidiabética	(Caboni et al. 2012; Gull et al. 2015a)
<i>C. decidua</i>	Hojas	Antidiabética	(Zia-ul-haq et al. 2011)
	Tallo	Antibacteriana, insecticida	(El-ghorab et al. 2007; Nazıroğlu et al. 2013).
	Frutas	Antioxidante, antibacteriana, antidiabética.	(Baghiani et al. 2012; Mollica et al. 2017; Olivares-Vicente et al. 2018; Scarpa et al. 2016)
	Flor	Antioxidante, antidiabética, insecticida	(Baghiani et al. 2012; El-ghorab et al. 2007; Scarpa et al. 2016)
	Raíz	Insecticida	(Upadhyay, 2012a, 2012b)
<i>C. sicula</i>	Hojas	Antioxidante	(Conforti et al. 2011)
	Tallos	Nematicida	(Caboni et al. 2012)
	Bayas/Frutas	Antioxidante, antidiabética	(Conforti et al. 2011; Marrelli et al. 2014)
<i>C. cartilaginea</i>	Partes aéreas	Antioxidante, antibacteriana	(Grimalt et al. 2018; Gull et al. 2018)

(Elaboración propia).

5.1. Actividad**antioxidante**

Una serie de ensayos como la medición de la actividad antioxidante *in vitro* (inhibición de los radicales ABTS y DPPH) han sido realizados en diferentes parte y tipo de extractos de especies del género *Capparis*, muchas de ellas con importante actividad antioxidante como las bayas de *Capparis spinosa* o las flores de *Capparis decidua* (Tabla 5).

Tabla 5. Capacidad antioxidante *in vitro* en diferentes partes de especies del género *Capparis* de los últimos años.

Especie	Parte de la planta	DPPH	ABTS	Referencia
<i>C. spinosa</i>	Bayas	0,98 - 1,48 gTE/100 g E.	1,72-2,21 g TE/100 g E.	(Jiménez-López et al. 2018)
	Bayas	29,33 - 60,54 mgTE/g E.	86,78 - 124,15 mg TE/ g E.	(Mollica et al. 2018)
	Frutas	5,2 - 15,5 mM Trolox/g E.	1,1 - 8,6 mM Trolox/g	(Grimalt et al. 2018)
	Frutas	23,53 - 124,00 mg TE/g de E.	48,64 - 172,50 mg TE/g de E.	(Stefanucci et al. 2018)
<i>C. decidua</i>	Frutas	12,0 - 23,0 mg/mL	9,3 - 28,0 mg/ml (IC50)	(Mann et al. 2013)
	Frutas	12-23 mg/ml (IC50)	9,3-28 mg/ml (IC50)	(Mann et al. 2013)
	Hojas	104,17 ug/ml (IC50)	341,86 umol TE/g	(Zia-ul-haq et al. 2011)
	Flores	89,04 ug/ml (IC50)	466,12 ug/ml (IC50)	(Zia-ul-haq et al. 2011)
<i>C. ovata</i>	Frutas	0.343 mg/ml (IC50)	N.D.	(Okur et al. 2018a)
	Partes aéreas	0,06 - 0,22 mg/mL E.	0,04 - 0,33 mg/mL E.	(Al-Qudah et al. 2018)
<i>C. sícula</i>	Frutas	47,00 mg/ g de muestra	N.D.	(Conforti et al. 2011)
	hojas	87,00 mg/g de muestra	N.D.	(Conforti et al. 2011)
<i>C. cartilaginosa</i>	Partes aéreas	0,15 - 3,06 mg/mL	0,09 - 0,22 mg/mL	(Al-Qudah et al. 2018)

E.: extracto; N.D.: no determinado; TE: equivalente de Trolox.

Özkan et al. (2018), observaron que los extractos de bayas de *C. ovata* inhibieron los radicales de óxido nítrico (NO) de manera similar al Butil hidroxitolueno (BHT) un antioxidante sintético de referencia. Otros autores han estudiaron los efectos de *C. ovata* en la peroxidación de lípidos, niveles de antioxidantes y registros de electroencefalografía (EEG) en ratas epilépticas inducidas por pentilentetrazol (PTZ) y encontraron que los extractos estudiados causaban una protección contra la toxicidad oxidativa cerebral inducida por PTZ al inhibir los ataques de radicales libres y ataques epilépticos al apoyar el sistema redox antioxidante (Nazıroğlu et al. 2013).

Incluso la mermelada de *C. ovata* ha sido motivo de estudio para el tratamiento de la Talasemia Mayor por Duman et al. (2013) donde observaron efecto antioxidante aditivo de deforoxamina y el consumo regular de mermelada de frutas de *C. ovata* en los pacientes durante un año, estos mostraron menores niveles séricos de malonidialdehído (MDA), elevado en los pacientes no tratados.

Por otro lado, se ha reportado que el extracto con acetato de etilo de las partes aéreas de *C. spinosa* presentaban una buena actividad antioxidante, con una IC50 menor en modelos enzimáticos *in vitro* como los ensayos de inhibición de la Xantina Oxidasa y Citocromo-c, comparado con extractos metanólicos o clorofórmicos (Baghiani et al. 2012).

5.2. Actividad antibacteriana y antifúngica

Desde la antigüedad los productos naturales se han utilizado para el tratamiento de diversas infecciones bacterianas. Típicamente esta actividad se debe a la presencia de flavonoides, alcaloides y aceites esenciales. Por su parte, se ha reportado la actividad antibacteriana de *C. spinosa* y *C. decidua*. La actividad antibacteriana de *C. spinosa* sobre las bacterias gram positivas y gram negativas han sido recientemente descritas y actualmente los grupos de investigadores buscan aislar los compuestos activos responsables de esta actividad (Rahimifard et al. 2015; Zhang y Ma, 2018). Se ha estudiado la fracción polisacárida extraída de las hojas de *C. spinosa*, contra *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae* y *Salmonella typhi* (Gram negativas) y *Bacillus panis* y *Staphylococcus aureus* (Gram positivas) donde los autores concluyeron que esta fracción inhibe mejor el crecimiento de las bacterias gram negativas (Mazarei et al. 2016). Sin embargo, un estudio realizado con nanopartículas de cobre del extracto acuoso de las frutas de *C. spinosa*, reportó que era efectivo tanto contra bacterias Gram positivas tales como *S. aureus* y *B. cereus*, como sobre Gram negativas, *E. coli* y *K. neumonie*, teniendo igualmente un mejor resultado contra las gram negativas (Ebrahimi et al. 2017). Además Shad et al. (2014) también comprobaron una actividad antibacteriana en los extractos metanólicos de las frutas de *C. decidua*. Por otro lado Okur et al. (2018a) comprobaron la actividad antimicrobiana de los extractos metanólicos de las frutas de *C. ovata*, vieron una buena efectividad contra: *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *S. typhimurium*, *C. albicans*, *Candida tropicalis* y *A. fumigatus*. En otro estudio Özkan et al. (2018) encontraron una actividad antifúngica moderada del extracto metanólico de las bayas de *C. ovata*, las cepas testeadas fueron: *Candida albicans*, *C. parapsilosis*, *C. krusei*, *Malassezia pachydermatis*, *Microsporum canis*,

M. gypseum, *M. nanum* y *Trichophyton mentagrophytes*.

Por otro lado, Rahimifard et al. (2015), han demostrado la actividad antibacteriana de diferentes extractos de las partes aéreas de *C. cartilaginea* contra las gram positivas (*S. aureus*, *S. epidermidis* y *E. faecalis*) y las gram negativas (*E. coli*, *P. aeruginosa* y *S. entérica*). Así también extractos metanólicos de las flores de *C. spinosa* han demostrado inhibir el crecimiento de *Mycobacterium tuberculosis* (Ehsanifar et al. 2017) y una fracción de glucosinolatos aislados del tallo de *C. decidua* mostró actividad antibacteriana contra bacterias Gram positivas (*S. aureus*, *M. luteus*, *B. subtilis*) y gram negativas (*P. aeruginosa*, *E. coli*), y contra el hongo *C. albicans* (Rathee et al. 2013).

También se ha demostrado que el extracto acuoso del tallo maduro de *Capparis micracantha* (Laoprom et al. 2018), inhibe el crecimiento *L. monocytogenes* y *S. epidermitis*, no así el de *E. coli* y *S. aureus*. Incluso el tallo de *C. sepiaria* ha demostrado que sus extractos metanólicos y clorofórmicos inhibían el crecimiento de las bacterias normalmente implicadas en trastornos gastrointestinales, tales como las gram positivas (*E. fecalis* y *S. aureus*) y gram negativos (*P. aeruginosa* y *E. coli*) según Satyanarayana et al. (2010) y extractos de la raíz de *C. grandifolia* han demostrado ser efectivos contra bacterias gram positivas (*S. aureus*, *B. subtilis* y *B. pumilus*) y bacterias gram negativas (*E. coli*, *K pneumie* y *P. vulgaris*), pero no así contra hongos potencialmente patógenos (*C. albicans* y *A. niger*) (Sini et al. 2011a). Estas evidencias indican que estas especies tienen un gran potencial para su aprovechamiento integral incluyendo tallos, hojas, raíces y flores, además de los frutos, con propiedades medicinales.

5.3. Actividad antidiabética

La *Diabetes Mellitus* es una enfermedad metabólica, donde las células son incapaces de captar glucosa del torrente sanguíneo, esta puede tratarse disminuyendo la hiperglucemia posprandial, lo que puede lograrse mediante la inhibición de las enzimas α -amilasa y α -glucosidasa, responsables de hidrolizar los carbohidratos en glucosa en el tracto digestivo (Rios et al. 2015). Los inhibidores de estas enzimas comúnmente se encuentran en algunas especies del género *Capparis* como *C. sícula* (Marrelli et al. 2014), *C. spinosa* (Mollica et al. 2017) y *C. decidua* (Baghiani et al. 2012).

Evidencias al respecto se encuentran en estudios realizados con ratones diabéticos (inducidos con aloxano), los cuales demostraron una disminución significativa de los niveles de glicemia en los ratones tratados con los extractos etanólicos y acuosos de las bayas de *C. ovata* (Okur et al. 2018b). Sharma et al. (2010), demostraron el potencial antidiabético de una fracción alcaloidal de *C. decidua*, en ratas (inducidos con estreptozotocina), mediante el test de tolerancia oral a la glucosa y la reducción del contenido de glucógeno en hígado y músculos a los 28 días de tratamiento y por otro lado, la menor expresión de enzimas implicadas en el metabolismo de la glucosa (G6P, HK, PEPCK) y mayor expresión de GLUT-4 en músculos y adipocitos, aldosa reductasa, PPAR- γ , PPAR- α y TNF- α y por último, en un estudio clínico, Vahid et al. (2019) encontraron que el consumo de un preparado del extracto etanólicos de las frutas de *C. spinosa* junto con un vinagre de uva, por pacientes diagnosticados con *Diabetes*

Mellitus tipo 2, quienes no consumían otro medicamento para controlar su glucemia, no presentaron aumento de los niveles de glucosa en sangre.

5.4. Actividad inmunomoduladora

Varios compuestos presentes en las plantas influyen en la modulación de nuestro sistema inmune, actuando como anti inflamatorio o cicatrizante, entre las actividades biológicas de especies del género *Capparis* se han descrito que las hojas, los brotes florales y frutos tienen un gran potencial inmunomodulador. Moutia et al. (2016), demostraron la propiedad inmunomoduladora de un extracto acuoso de hojas de *C. spinosa* en células monocucleares de sangre periférica de donantes voluntarios, a dosis de 100 a 500 µg/mL, induciendo la expresión del gen de IL-17 e inhibiendo la expresión del gen de IL-10, con efecto final antiinflamatorio. Un modelo utilizado comúnmente para evaluar el efecto antiinflamatorio es el edema inducido por carregenina, donde se evalúa la inhibición del edema, con este modelo se comprobó el efecto antiinflamatorio de *C. spinosa* (Hou et al. 2010), *C. ovata* (Bektas et al. 2012), *C. sepiaria* (Satyanarayana et al. 2010) y *C. grandiflora* (Sini et al. 2011b).

Así también se ha demostrado que extractos del fruto de *C. ovata* puede presentar actividad cicatrizante de heridas por escisión en un modelo animal donde el grupo de animales tratados con el extracto aumentó la tasa de curación de heridas al promover el tejido de granulación, la regeneración epidérmica, la angiogénesis y el colágeno (Okur et al. 2018a).

Efecto anti- neuro inflamatorio de los extractos acuosos de las brotes florales, flores y frutas de *C. ovata* fueron estudiados en un modelo animal de Esclerosis Múltiple (EM), los extractos suprimieron notablemente el desarrollo de la EM y la actividad de la enfermedad fue completamente inhibida, esto se asoció con una expresión significativamente reducida de los genes que son importantes en la señalización inflamatoria, como TNF α , IL6, NF- κ B, CCL5, CXCL9 y CXCK10 y por otro lado, la expresión de los genes involucrados en la mielinización/remielinización se incrementó significativamente (Ozgun Acar et al. 2016).

Parece ser que los responsables de esta actividad son terpenoides como el 3 β ,22E-stigmasteryl myristate que se encuentra en *C. ovata*, Acar et al. (2017) aislaron este terpenoide de diferentes partes y probaron su efectos sobre factores inflamatorios en una línea celular de neuroblastoma, de manera a probar el poder antiinflamatorio en la EM. En las células tratadas con el terpenoide aislado encontraron una menor expresión de las citoquinas proinflamatorias o inflamatorias y quimiocinas como NF- κ B1, CCL5, CXCL9, CXCL10 y HIF1A junto con citoquinas activadoras de células T como IL-6 y TGF β 1. Además, los niveles de expresión de las principales proteínas de la mielina, como MBP, MAG y PLP, que son esenciales para la arquitectura de la mielina saludable, aumentaron significativamente su expresión, sin embargo, este mismo grupo de investigadores (Ozgun Acar et al. 2017) no observaron los mismos efectos en la glucocapparina aislada de *C. ovata*.

5.5. Actividad antiparasitaria e insecticida

Han demostrado esta actividad antiparasitaria las partes diferentes al fruto en las especies de *Capparis*, especialmente los extractos etanólicos y metanólicos sobre helmintos. Así Sini et al. (2011c) demostraron que el extracto etanólico de las hojas de *C. grandifolia* poseen una actividad antihelmíntica ya que inducían parálisis y muerte de lombrices de la India, *Pheretima posthuma*. También la actividad nematocida de los extractos metanólicos de las hojas, tallos y capullos florales de *C. spinosa* contra *Meloidogyne incognita* fue evaluada por Caboni et al. (2012), quienes encontraron que los extractos de los tallos inducían la parálisis de estos con una Dosis Efectiva 50 (EC₅₀) igual a 215 mg/L. Así también diferentes extractos de hojas de *C. aegyptia* mostraron inhibir el desarrollo de las larvas del gusano cortador negro, *Agrotis ipsilon* (El-Shershaby, 2010; Upadhyay et al. 2012a) demostraron la actividad insecticida dosis dependiente contra *Rhizopertha dominica* y *Sitophilus oryzae*, de diferentes extractos (acetona, cloroformo, éter de petróleo, metanol, hexano y acuoso) del tallo, raíz y flor de *Capparis decidua*, además de una alta repelencia e inhibición de la oviposición. El mismo investigador utilizando los mismo extractos de *C. decidua* (Upadhyay, 2012a; 2012b).

5.6. Actividad inhibidora de enzimas

La inhibición de enzimas clave en el sistema nervioso como la Acetil colinesterasa y la Butiril Colinesterasa, se considera una estrategia terapéutica interesante para modular la neurotransmisión, con potencial utilidad en la enfermedad de Alzheimer, por ejemplo. En este sentido, se han llevado a cabo estudios que demuestran que las bayas de *C. spinosa* poseen la capacidad de inhibir estas enzimas (Iqbal et al. 2014; Ozcan et al. 2004).

En otro estudio, realizado por Marelli et al. (2016) observaron que ciertas fracciones metanólicas de las partes aéreas de *C. sícula* y *C. orientalis*, con alta concentración de glucocaparina (glucocinotato), y rutina (flavonoide) tienen capacidad de inhibir la lipasa pancreática, inhibiendo la absorción intestinal de lípidos Marelli et al. (2016).

6. Toxicidad

Los ensayos de dosis letal 50 (DL50) son una primera aproximación a la toxicidad aguda y sumamente importantes para delinear la acción terapéutica o nutracéutica. En *C. decidua*, extractos administrados a una dosis de 3200 mg/Kg por vía oral no presentaron letalidad en los animales de experimentación (ratas), sin embargo por vía intraperitoneal del se presentó una toxicidad leve dependiente de la dosis con una DL50 igual a 1400 mg/kg (Pokharkar et al. 2007). También se evaluó los extractos etanólicos y clorofórmicos de *C. sepiaria* reportados como seguros hasta una dosis de 1000 mg/kg vía oral (Satyanarayana et al. 2010). Por otro lado, el consumo de forma sub-crónica vía oral en ratones del extracto hidro alcohólico de frutos de *C. spinosa*, causaron nefro y hepatotoxicidad dosis dependiente (Fanoudi et al. 2017).

Cabe destacar que los trabajos reportados en la literatura sobre las actividades biológicas de especies regionales como *Anisocapparis speciosa* y *Cynophalla retusa*

son limitados, sin embargo estudios etnobotánicos refieren de una supuesta toxicidad en los frutos, por lo cual estas especies deben pasar por prolongadas cocciones en agua para ser consumidas, y no se han encontrado estudios científicos que lo expliquen (Scarpa et al. 2016). Por otro lado, reportes etnobotánicos advierten sobre la toxicidad de *S. salicifolium*, y entre los síntomas clínicos se describen; mareos, convulsiones con formación de espumas en la boca y coma, latidos bruscos del corazón con paradas cortas y alzas de actividad, parálisis de músculos de la garganta donde el paciente emite un sonido de gorgoteo y se ha descrito como antídoto a la intoxicación la inyección de morfina (Cornejo e Itis, 2018).

Conclusiones

A nivel regional, las especies vegetales relacionadas al género *Capparis* distribuidas en el Gran Chaco son utilizadas para fines alimenticios y medicinales y existen reportes aislados sobre su composición de proteínas vegetales, carbohidratos, minerales, así como la presencia de ácidos grasos esenciales (ácido linoleico y ácido linolénico) en sus semillas. Estudios sobre las especies silvestres de *Capparis* y los géneros asociados a nivel latinoamericano en la región chaqueña como *Capparicordis*, *Anisocapparis*, *Sarcotoxicum* y *Cynophalla*, son limitados y se centran en descripciones botánicas y formas de uso por poblaciones indígenas.

Especies del género *Capparis* como *Capparis decidua*, *Capparis spinosa* o “alcaparras” también llamadas *Capparis* del viejo mundo, han encontrado amplias aplicaciones medicinales populares junto con su valor nutricional, sin embargo, la composición, valor nutritivo y efectos biológicos de las especies anteriormente asociadas al género *Capparis* en Latinoamérica como *Cynophalla retusa* “poroto indio” (anteriormente *Capparis retusa*) o *Anisocapparis speciosa* (anteriormente *Capparis speciosa*) “pajagua naranja” aún requieren estudios sistematizados para ser re-valorizados como fuentes alimentarias y potencial fuente de principios activos beneficiosos para la salud y de interés para la agricultura, por lo que este es un campo de investigación con gran potencial en el marco de la Seguridad Alimentaria.

A nivel global en especies del viejo mundo, se encuentran diversos estudios sobre su composición fitoquímica que incluyen alcaloides (capparisinina, capparisina, estaquidrina, isocodonocarpina), compuestos fenólicos (rutina), flavonoides, esteroles y ácidos grasos y fueron descritas nuevas estructuras de alcaloides y glucosinolatos como capparina, cappirisina, y glucocapparina dentro del género *Capparis*. La composición de sus aceites esenciales posee una composición variada y numerosas actividades biológicas han sido descritas en los extractos de las diferentes partes de la planta (raíz, tallo, hojas, frutos) tales como actividad antioxidante *in vitro* e *in vivo*, actividad antibacteriana contra bacterias Gram negativas, en casos aislados actividad antifúngica, propiedades antidiabéticas probablemente por la inhibición enzima de α -amilasa y α -glucosidasa, actividad antiparasitaria e insecticida, inmunomoduladora y antiinflamatoria. Más estudios son necesarios para predecir una actividad anticolinesterasa o antilipásica, considerando un campo de gran interés y coincidentes con reportes etnobotánicos que sugieren toxicidad de frutos como *S. salicifolium*, sin evidencias científicas concluyentes.

Referencias bibliográficas

- Abra, H. H. y Ali, M. (2011). Phytochemistry and bioactivities of a harsh Terrain plant: *Capparis decidua* (Forsk.) Edgew. *Natural Products*, 7(4), 222–229.
- Acar, O. O., Gazioglu, I., Kolak, U., Sen, A. y Topcu, G. (2017). A potential therapeutic role in multiple sclerosis for stigmast-5 , 22-dien-3 β -ol myristate isolated from *Capparis ovata*. *The EuroBiotech Journal*, 1(3), 241–246. <https://doi.org/10.24190/ISSN2564-615X/2017/03.08>
- Afsharypuor, S., Jeiran, K. y Jazy, A. A. (1998). First investigation of the flavour profiles of the leaf, ripe fruit and root of *Capparis spinosa* var. *mucronifolia* from Iran. *Pharmaceutica Acta Helveticae* 72(5), 307–309. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0031-6865\(97\)00023-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0031-6865(97)00023-X)
- Aichi-yousfi, H., Meddeb, E., Rouissi, W., Hamrouni, L. y Rouz, S. (2016). Phenolic composition and antioxidant activity of aqueous and ethanolic leaf extracts of six Tunisian species of genus *Capparis* – Capparaceae. *Industrial Crops & Products*, 92, 218–226. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.07.051>
- Akaydin, G., Şimşek, I., Arituluk, Z. C. y Yeşilada, E. (2013). An ethnobotanical survey in selected towns of the Mediterranean subregion (Turkey). *Turkish Journal of Biology*, 37(2), 230–247. <https://doi.org/10.3906/biy-1010-139>
- Akgül, T. y Özcan, M. (1999). Some compositional characteristics of capers *Capparis* spp seed and oil. *Grasas y Aceites*, 50(1), 49–52.
- Akoto, O., Oppong, I. V., Waibel, R. y Achenbach, H. (2008). Isolation and characterization of dipeptide derivative and phytosterol from *Capparis tomentosa* Lam. *Scientific Research and Essays*, 3(8), 355–358.
- Al-Qudah, Muhaidat, R., Al-Trad, B. y Al-Jaber, H. I. (2018). Intercomparative investigation of the total phenols, total flavonoids, In vitro and In vivo of *Capparis cartilaginea* y *Capparis ovata*. *Pharmacognosy Magazine*, 14(55), 154–160.
- Alrasheid, A. A., El Tigani, S. y Yagi, S. (2018). Nutritional Composition and Fatty Acids Analysis of *Capparis decidua* L. fruits. *American Journal of Applied Chemistry*, 6(2), 39–42. <https://doi.org/10.11648/j.ajac.20180602.11>
- Ang, S. Y. y He-ran, L. I. (2008). Two New Alkaloids from *Capparis himalayensis*. *Chem. Pharm. Bull*, 56(2), 189–191.
- Arenas, P. y Scarpa, G. F. (2007). Edible wild plants of the chorote Indians, Gran Chaco, Argentina. *Bot J Linn Soc.*, 153(1), 73–85. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2007.00576.x>
- Argentieri, M.P., Macchia, F., Papadia, P., Fanizi, F. P. y Avato, P. (2012). Bioactive compounds from *Capparis spinosa* subsp. *rupestris*. *Industrial Crops & Products*, 36(1), 65–69. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.08.007>
- Baghiani, A., Ameni, D., Boumerfeg, S., Adjadj, M., Djarmouni, M., Charef, N., Khennouf, S. y Arrar, L. (2012). Studies of Antioxidants and Xanthine Oxidase Inhibitory Potentials of Root and Aerial Parts of Medicinal Plant. *American Journal of Medicine and Medical Sciences*, 2(1), 25–32. <https://doi.org/10.5923/j.ajmms.20120201.06>

- Bhasha, S.K.M. y Siva Kumar Reddy, P. (2017). Ethnobotanical plants of Veligonda Hills, Southern Eastern Ghats, Andhra Pradesh, India. *Plant Science Today*, 4(1), 1–11.
- Bektas, N., Arslan, R., Goger, F., Kirimer, N. y Ozturk, Y. (2012). Investigation for anti-inflammatory and anti-thrombotic activities of methanol extract of *Capparis ovata* buds and fruits. *Journal of Ethnopharmacology*, 142(1), 48–52. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.04.011>
- Bourdy, G., Michel, D. y Roca-coulthard, A. (2004). Pharmacopoeia in a shamanistic society: the Izoceño-Guaraní (Bolivian Chaco). *Journal of Ethnopharmacology*, 91(2-3), 189–208. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2003.09.013>
- Bulut, G. y Tuzlaci, E. (2013). An ethnobotanical study of medicinal plants in Turgutlu (Manisa-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 149(3), 633–647. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.07.016>
- Caboni, P., Sarais, G., Aissani, N., Tocco, G., Sasanelli, N., Liori, B., Carta, A. y Angioni, A. (2012). Nematicidal Activity of 2 - Thiophenecarboxaldehyde and Methylisothiocyanate from Caper (*Capparis spinosa*) against *Meloidogyne incognita*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(30), 7345–7351. <https://doi.org/dx.doi.org/10.1021/jf302075w>
- Chotchoungchatchai, S., Saralamp, P., Jenjittikul, T. y Pornsiripongse, S. (2012). Medicinal plants used with Thai Traditional Medicine in modern healthcare services: A case study in Kabchoeng Hospital, Surin Province, Thailand. *Journal of Ethnopharmacology*, 141(1), 193–205. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.02.019>
- Conforti, F., Marcotullio, M. C., Menichini, F., Statti, G. A., Vannutelli, L., Burini, G., Menichini, F. y Curini, M. (2011). The Influence of Collection Zone on Glucosinolates, Polyphenols and Flavonoids Contents and Biological Profiles of *Capparis sicula* ssp. *sicula*. *Food Sci Tech Int*, 17(2):0087–11, 17(2), 87–111. <https://doi.org/10.1177/1082013210368583>
- Cornejo, X. (2019). Notes on the nomenclature of Neotropical Capparaceae: An answer to global flora. *Harvard Papers in Botany*, 23(2), 179–185. <https://doi.org/10.3100/hpib.v23iss2.2018.n3>
- Cornejo, X. e Iltis, H. H. (2008). New Combinations in South American Capparaceae. *Harvard Papers in Botany*, 13(1), 117–120. [https://doi.org/10.3100/1043-4534\(2008\)13](https://doi.org/10.3100/1043-4534(2008)13)
- Cornejo, X. e Iltis, H. H. (2018). Two New Genera of Capparaceae: *Sarcotoxicum* and *Mesocapparis* stat. nov., and the Reinstatement of *Neocalyptocalyx*. *Harvard Papers in Botany*, 13(1), 103–106. [https://doi.org/10.3100/1043-4534\(2008\)13](https://doi.org/10.3100/1043-4534(2008)13)
- Cornejo, X., Iltis, H. H. y Tomb, A. S. (2008). *Anisocapparis* y *Monilicarpa*: dos nuevos géneros de Capparaceae de América del Sur. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 2(1), 61–74.
- Duman, H., Canatan, D., Alanoglu, G., Sutçu, R. y Nayır, T. (2013). The Antioxidant Effects of *Capparis ovata* and Deferasirox in Patients with Blood Disorders & Transfusion. *Journal of Blood Disorders & Transfusion*, 4(3), 1–4. <https://doi.org/10.4172/2155-9864.1000>

- Ebrahimi, K., Shiravand, S. y Mahmoudvand, H. (2017). Biosynthesis of copper nanoparticles using aqueous extract of *Capparis spinosa* fruit and investigation of its antibacterial activity. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21(4), 866–871. <https://doi.org/10.12991/mpj.2017.31>
- Ehsanifar, A., Kazemipoor, N. y Fouladi, B. (2017). Anti-mycobacterial activity of *Capparis spinosa* L. extract against clinical isolates of mycobacterium tuberculosis. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(8), 181-5, doi:10.22159/ajpcr.2017.v10i8.17629.
- El-ghorab, A., Shibamoto, T. y Özcan, M. M. (2007). Chemical Composition and Antioxidant Activities of buds and leaves of capers (*Capparis ovata* Desf. var. *canescens*) cultivated in Turkey. *Journal of Essential Oil Research*, 19(1), 72–77. <https://doi.org/10.1080/10412905.2007.9699233>
- El-Shershaby, M. M. A. (2010). Toxicity and Biological effect of *Capparis* leaves extracts to the black cutworm, *Agrotis ipsilon* (Hufn.). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, F. Toxicology & Pest Control*, 2(1), 45–51.
- El-waseif, M. y Saed, B. (2018). Using Egyptian Caper Seeds Oil (*Capparis spinosa* L.) as a Natural Antioxidant to Improving Oxidative Stability of Frying Oils. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 13(1), 18–30. <https://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2018.18.30>
- Fanoudi, S., Afshari, A. R., Mollazadeh, H. y Boroushaki, M. T. (2017). Nephrotoxicity and hepatotoxicity of *Capparis spinosa* hydro-alcoholic extract in mice. *Journal Urology y Nephrology*, 4(3), 1–6. <https://doi.org/10.19080/JOJUN.2017.04.555640>
- Fici, S. (2014). A taxonomic revision of the *Capparis spinosa* group (Capparaceae) from the Mediterranean to Central Asia. *Phytotaxa*, 174(1), 1–24.
- Forster, Y., Ghaffar, A. y Bienz, S. (2016). A new view on the codonocarpine type alkaloids of *Capparis decidua*. *Phytochemistry*, 128, 50-59. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2016.03.019>
- Franceschini, M. C., y Tressens, S. G. (2004). Morphology of fruits, seeds and embryos of Argentinian *Capparis* L. (Capparaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 145, 209–218.
- Ghazanfar, S., Latif, A., Mirza, I. H. y Nadeem, M. A. (2011). Macro-minerals concentrations of major fodder tree leaves and shrubs of District Chakwal, Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(5), 480–484.
- Grimalt, M., Hernández, F., Legua, P., Almansa, M. S. y Amorós, A. (2018). Physicochemical composition and antioxidant activity of three Spanish caper (*Capparis spinosa* L.) fruit cultivars in three stages of development. *Scientia Horticulturae*, 240, 509–515. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.061>