

## Actividad biológica de compuestos obtenidos de la lima *Citrus limetta* Risso.

Vargas-Solís RC<sup>1\*</sup>, Figueroa-Torres MG<sup>1</sup>, Ferrara-Guerrero MJ<sup>2</sup>, Gallardo-Vargas IC.<sup>1</sup>.

1 Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Depto. El Hombre y su Ambiente. Laboratorio de Fitofarmacología y Ficolgía. Calzada del Hueso 1100. Col. Villa Quietud. Ciudad de México. C.P. 04960. Delegación Coyoacán. Tel. 5483 7223.

2 Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Laboratorio de Microbiología. Calzada del Hueso 1100. Col. Villa Quietud. Ciudad de México. C.P. 04960. Delegación Coyoacán. Tel. 5483 7223.

\*Email responsible: [rvargas@correo.xoc.uam.mx](mailto:rvargas@correo.xoc.uam.mx)

### RESUMEN

La lima *Citrus limetta* Risso, se produce en México y en otros países de clima tropical. En la medicina tradicional se le ha adjudicado diversas propiedades curativas, motivo por el cual en este trabajo se presentan algunas de ellas, para verificar lo antes dicho. Además, se revisan las técnicas aplicadas para el estudio y las partes de la planta utilizada. Se presentan los compuestos que se han aislado de la lima como flavonas, flavonoides y fenoles y el efecto que producen en el hombre. Las actividades biológicas que se han observado en *C. limetta* son: antiinflamatoria, hipoglucemiante, hipocolesterolemia, antitrombótica, antimicrobiana, antihipertensiva y diurética.

**Palabras clave:** Lima, *Citrus limetta*, diurético, hipoglucemiante, antiinflamatorio, antimicrobiano, antihipertensivo.

### ABSTRACT

Lime *Citrus limetta* Risso, is produced in Mexico and other tropical countries. In traditional medicine it has been awarded various healing properties, which some of them are presented in this paper, to verify the above mentioned. In addition, the techniques applied to the study and the parts of the plant used are reviewed. The compounds that have been isolated from the lime are presented as flavones, flavonoids and phenols and the effect they produce on man. The biological activities that have been observed to have *C. limetta* are: anti-inflammatory, hypoglycemic, hypocholesterolemic, antithrombotic, antimicrobial, antihypertensive and diuretic.

**Key words:** Lima, *Citrus limetta*, diuretic, hypoglycemic, anti-inflammatory, antimicrobial, antihypertensive.

### INTRODUCCIÓN

*Citrus limetta* Risso o lima de Persia, pertenece a la familia Rutaceae. Es originaria de Asia, habita en climas cálidos, semicálidos y templados, entre 200 y 2000 msnm. Es cultivada en huertos familiares. Se asocia a vegetación perturbada derivada de bosques tropicales subperennifolio y perennifolio (Argueta et al. 1994). Se cultiva en México, India, China, Vietnam, Indonesia y Tailandia, entre otros países. Recibe diferentes nombres, en Irán le llaman limusiri, en Sur de India se le conoce como tami, en Francia como bergamot y en Nepal como mausam.

El árbol de la lima es pequeño, tiene espinas muy puntiagudas; las hojas son ligeramente onduladas y el soporte que las une con el tallo es ligeramente alado. Las flores son blancas y contienen muchos estambres. Los frutos pueden medir hasta 6 cm de largo y son de color verde amarillento, tienen una protuberancia en la punta, su pulpa es abundante y se consume fresca (Luna 1991, Argueta et al. 1994;).

*C. limetta* pertenece a la familia de frutas cítricas como: naranja, toronja, mandarina y limón. Su sabor es dulce por lo que es agradable para su consumo. Posee minerales como calcio, fósforo, potasio y hierro, además de vitaminas como riboflavina, tiamina, niacina y ácido ascórbico y tiene bajo contenido de calorías (Vargas et al., 2016). También contiene compuestos polifenólicos

que han sido utilizados como alimentos funcionales o como suplementos. Los flavonoides que producen tienen propiedades antioxidantes por lo que son empleados para prevenir enfermedades degenerativas.

En este trabajo se realizó una revisión de la literatura científica sobre la actividad biológica que tiene *C. limetta*, debido a que en la medicina tradicional se le han adjudicado diversas propiedades terapéuticas como antiinflamatoria, antimicrobiana y anticancerígena, entre otras: Se revisaron los usos antes mencionados, los compuestos fitoquímicos responsables de la actividad y la farmacología de estos.

## MATERIAL Y METODOS

Para determinar la evidencia de los estudios de la actividad biológicas de *C. limetta*, se revisó el sistema llamado ZUMMON para consultar los artículos científicos publicados del 2005 al 2017. Se analizó la metodología de los artículos para conocer: la parte de la planta usada, el tipo de extracto utilizado en cada estudio y la técnica aplicada. Solo se consultaron fuentes originales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al revisar la literatura se encontró que el 50% corresponde a estudios de la cáscara de la lima; el 16% a los del jugo, el 20% a las hojas, el 10% a las semillas y el 3% al bagazo; de este último solo se encontró un artículo.

Colecio-Juárez et al. (2005), analizaron los compuestos que contenía la cáscara de la lima, aislando la fructosa, la glucosa y la vitamina "C", su concentración varió en relación al estado de madurez del fruto. Los cítricos contienen compuestos fenólicos, mayoritariamente flavonoides, como flavonas en forma glucosilada (hesperidina y naringina) y las flavonas (diosmina y rutina) en forma polimetoxilada (sinensetina) (Perez-Nájera et al. 2013).

Para llevar a cabo la extracción de los compuestos químicos de la lima se usa material fresco o seco que no tenga alterada su composición química. Se han utilizado diversas técnicas como

pueden ser la obtención del extracto con éter de petróleo o con hexano (Kumar et al. 2013); con metanol o con acetato de etilo (Rodríguez et al. 2014); por destilación por arrastre de vapor (Javed et al. 2013); por cromatografía de gases, o por espectrofotometría de masas (Ahmed et al. 2016) o por un método de extracción más fino para muestras volátiles llamado microextracción en base sólida (Rowshan et al. 2013).

La técnica utilizada es importante porque de esta forma se pueden aislar compuestos que se encuentran en diferentes concentraciones, Colecio-Juárez et al. (2012) utilizaron la técnica de cromatografía y espectrofotometría de masas identificando 46 compuestos del aceite esencial de *C. limetta* de los cuales, los aldehídos como limonene, linalool, sabinene y bergamol, se presentaron en mayor concentración.

Los compuestos que se encuentran en el aceite esencial de la cáscara de lima no permanecen siempre en la misma concentración, varían de acuerdo con la madurez de la fruta, como lo comprobaron Colecio-Juárez et al. (2012), al dividir en cuatro, las etapas de maduración de la fruta, para su estudio. Encontraron que algunas sustancias como  $\delta$  limonene aumentaban su concentración de 66.8% en la primera etapa hasta 77.7% en la etapa de madurez; otras presentaban el efecto contrario  $\beta$  pinene en la primera etapa tenía 8.63% y en la etapa de madurez presentaba 6.68%, es decir 29% menos; otros compuestos como el linalool y bergamol tienen semejante comportamiento. Algunos desaparecen como el undecanal, neral y  $\alpha$  terpineol que solo se presentan en las primeras etapas de maduración. Esto se puede deber a que en estados iniciales de la madurez las plantas deben protegerse de los depredadores, por lo que tienen mayor número de glándulas que producen el aceite esencial y éstas decrecen con la madurez (Tabla 1).

Por otra parte, Rowshan et al. (2013) estudiaron los compuestos volátiles de las hojas de la lima, encontrando en mayor concentración sabinene (4.4) %, limonene (40.8%), (E)-  $\beta$ -ocimene (4.1%), linalool (23.2%) y citronellal (23.2), con un total 23 sustancias activas. Es importante hacer

notar que varios compuestos solo se encuentran en las hojas, ejemplo de ello son:  $\alpha$ -felandrene,  $\delta$ -3-carene, p-cimene, 1,8, cineole,  $\beta$ -ocimene, oxido de limonene, citronello, entre otras. Este punto es importante porque existe una diferencia entre los compuestos aislados de la cáscara y de las hojas de la lima y esto va producir un efecto diferente sobre las actividades biológicas.

El jugo de la lima también ha sido objeto de estudios para determinar los flavonoides, de éstos se han aislado ocho: Vicenin ( $0.37 \text{ mg L}^{-1}$ ), lucenina ( $0.75 \text{ mg L}^{-1}$ ), eriocitrina ( $2.10 \text{ mg L}^{-1}$ ), scoparin ( $0.10 \text{ mg L}^{-1}$ ), orientin-4-metil éter ( $0.10 \text{ mgL}$ ), roifolin ( $0.15 \text{ mg L}^{-1}$ ), diosmina  $0.39 \text{ mg L}^{-1}$ ) y hesperidina ( $4.29 \text{ mg L}^{-1}$ ), siendo el último el que se encuentra en mayor proporción (Barreca et al. 2011).

En otra investigación se analizó la concentración de flavonoides en el bagazo de la lima y se observó una menor concentración de éstos ( $1.69 \text{ mg g}^{-1}$ ) en comparación con el jugo de la lima ( $63.24 \text{ mg g}^{-1}$ ) (Damián-Reina et al. 2017).

Farroq et al. (2008), estudiaron el aceite de las semillas y aislaron ácidos grasos saturados como el ácido palmítico ( $26.49 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) e insaturados como el ácido oleico ( $23.69 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) y el linoleico ( $39.81 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), cabe señalar que éstos no son los únicos, pero si los que se presentaron en mayor concentración.

Otra molécula importante presente en las semillas es el tocoferol o vitamina E, que se presenta en tres tipos diferentes  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\delta$  con concentraciones de 26.40, 58.03,  $17.27 \text{ mg kg}^{-1}$  de semilla, respectivamente. Esta vitamina es referente en estudios para comprobar la capacidad antioxidante de algunos compuestos, lo cual sugiere que parte de la actividad antioxidante de la lima se debe a esta molécula entre otros compuestos, además se considera a este isoprenoide con importancia dietética.

## ACTIVIDADES BIOLÓGICAS

### Toxicidad.

El fruto de *C. limetta* no es tóxico como lo demuestran los resultados obtenidos en un estudio de

Vargas et al. (2016), donde se administró extracto acuoso por vía oral a dos grupos de ratones, al primero se le administró una dosis de  $600 \text{ mg kg}^{-1}$  de peso y al otro  $1500 \text{ mg kg}^{-1}$  de peso, durante 10 días, al terminar el experimento ninguno de los animales mostró reacción alérgica, ni mortandad, ni algún otro tipo de alteración.

### Antihipertensiva.

La hipertensión es una enfermedad que se presenta dentro del síndrome metabólico (diabetes, hipertensión e hipercolesterolemia), por lo que es importante encontrar un producto natural que ayude a aliviar este problema de salud, sobre todo para la población rural de escasos recursos económicos, que acude con yerberos y médicos naturistas. En el estado de Morelos las personas del poblado El Vigía consumen el té de la cáscara de lima diariamente para controlar esta enfermedad.

Para comprobar las propiedades antihipertensivas, Cano (2011) realizó un estudio clínico a 159 pacientes del estado de Querétaro. La muestra la dividió en dos grupos, a uno le administró dos veces al día el extracto acuoso de las hojas de *C. limetta* (10 mg) y al otro le aplicó clortalidona como control positivo, durante seis semanas. Al término del experimento los dos grupos presentaban cifras normales de presión arterial. Además de que el extracto acuoso es seguro, tolerable y eficaz para pacientes hipertensos en etapa I.

### Diurética.

Un estudio para comprobar la actividad diurética fue llevado a cabo por Vargas et al. (2016), con un lote de ratas a las que dividió en cuatro grupos: al grupo 1 se le administró cloruro de sodio, al grupo 2 (control positivo)  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  de peso de furosemide y a los grupos 3 y 4 extracto acuoso de lima con una dosis de 600 y  $1500 \text{ mg kg}^{-1}$  de peso. Al finalizar el experimento se evaluó la actividad diurética observándose que las dos dosis fueron efectivas. Por lo que se sugiere que la diuresis que posee *C. limetta* tiene el mecanismo de acción para disminuir la presión arterial.

### Antioxidante.

Los antioxidantes rompen la reacción en cadena de los radicales libres como resultado de su capacidad de transferir un hidrógeno fenólico a radical libre de prroxilo procedente de un ácido graso poliinsaturado peroxidado.

*C. limetta* es importante porque tiene actividad antioxidante, puede prevenir enfermedades degenerativas como el cáncer, ya que contiene ácidos fenólicos flavonoides y otros tipos de compuestos fenólicos, como 6-8-di-glucodiosmina, 6-c-b-glucosildiosmina, eriocitrina, diosminahespridina y narirutina. Por lo anterior se recomienda como un potente antioxidante comparado con la naranja y la toronja. Existen en la literatura varios estudios donde se pone de manifiesto esta actividad (Colecio et al. 2005, Tripoli et al. 2007, Farooq et al. 2008, Barreca et al. 2011, Kumar et al. 2013, Pérez-Nájera et al. 2013, Rodríguez et al. 2014 y Abdullah et al. 2016).

#### *Antiinflamatoria.*

Los antiinflamatorios ayudan a inhibir las enzimas responsables de la respuesta inflamatoria, a los flavonoides se les ha observado que producen este efecto, además activan a las células responsables de la respuesta inmune como los linfocitos T y B. (Tripoli et al. 2007)

#### *Hipoglucemiante.*

Una enfermedad degenerativa actual es la diabetes por lo que muchas personas acuden con los yerberos para que les recomienden remedios naturales para controlar la hiperglucemia. Kundussen et al. (2011) estudiaron el efecto hipoglucemiante de la cáscara de lima sobre un bioensayo en rata Wistar, y encontraron que había un efecto significativo sobre los niveles de glucosa en sangre en animales a los que se les había inducido la diabetes con streptozotina; al presentar una disminución del 30% de la glucemia con respecto al control. Los autores llegaron a la conclusión de que este efecto se debe a la hesperidina y naringina presentes en la cáscara de *C. limetta*.

Por otro lado, Flores-Fernández et al. (2017) evaluó el efecto postprandial (después de comer) de

la cáscara de la lima molida, sobre un modelo con ratas macho Wistar. Se les administró por vía oral a los animales de experimentación una solución de maltosa (3 g kg<sup>-1</sup> de peso), se dividieron en tres grupos, el grupo 1 es el control (negativo), al grupo 2 se le administró la cáscara hidratada y al grupo 3 se le administró la droga acarbos (control positivo). Se tomaron muestras de sangre de la cola de las ratas antes y después de 30 minutos de la administración de las sustancias. Se midió la concentración de glucosa y se encontró que la lima retrasa la absorción de la glucosa a través de las paredes del yeyuno e íleon, al igual que el control positivo. Esto se explica porque la fibra de la cáscara puede ayudar a evitar la absorción de los azúcares por el intestino y de esta forma puede tener un efecto hipoglucemiante.

Otro estudio usando la técnica de colorimetría, fue realizado por Padilla-Camberos et al. (2014), quienes investigaron el efecto del extracto acuoso de la cáscara de *C. limetta* sobre la inhibición de la  $\alpha$ -glucosidasa y de la  $\alpha$ -amilasa. Obtuvieron una correlación dosis-dependiente entre la inhibición y la concentración del extracto. Estos investigadores sugieren que la respuesta se debe a los polifenoles presentes en el extracto.

#### *Antitusiva.*

En una encuesta realizada en San Luis Potosí en la región de Aqismón, las personas entrevistadas comentaron que consumían el té de las hojas de *C. limetta* para tratar los problemas de tos, resfriados y temperatura, entre otros, con resultados satisfactorios (Alonso-Castro et al. 2012).

#### *Hipocolesterolémica.*

Tripoli et al. (2007) realizaron estudios con compuestos obtenidos de semillas y cáscaras de *C. limetta*: hesperidina, naringina y flavonas las cuales se le administraron a un grupo de hámsters a los que se les había inducido hipercolesterolemia con una dieta rica en grasas. Entre los resultados que obtuvieron se observó que disminuyeron los niveles de colesterol con respecto al control, al igual que las lipoproteínas de baja densidad (LDL), las de muy

Tabla 1. Compuestos obtenidos de *Citrus limetta* y su actividad biológica.

País de estudio	Usos medicinales	Componente de la planta	Preparación	Compuestos obtenidos	Bibliografía
Bangladesh		Cáscara	Extracto etanólico	Mezcla de compuestos	Sayeed et al. (2013)
Cuba	Antileishmania	Hojas	Extracto hidroalcohólico	Mezcla de compuestos polares	Garcáí et al. (2008)
India	Hipoglucemiante	Cáscara	Extracto metanólico	Alcaloides, esteroides, flavonoides, taninos, glucósido	Kundusen et al. (2011)
	Antimicótico, anticancerígeno, antimicrobiano y antioxidante	Cáscara	Extracto acuoso y extracto hexánico	$\beta$ pinene, $\delta$ -limoneno, linalol, sabinol	Colecioi-Juárez et al. (2012)
	Insecticida	Cáscara	Extracto de éter de petróleo y extracto de hexánico	Terpenos, falovonoides, alcaloides en éter de petróleo	Kumar et al. (2012)
	Antioxidante, ayuda en la circulación capilar, disminuye el dolor de extremidades	Cáscara	Extracto de éter	Hesperidina	Kumar et al. (2013)
	Insecticida	Cáscara	Destilación	Mezcla de compuestos del aceite esencial	Chandell et al. (2016)
	No estudiado	Cáscara y jugo	Diversos extractos y aislamiento de compuestos	Aislaron 129 compuestos	Khan et al. (2016)
	Antioxidante	Flores y hojas	Micro extracción en base sólida para muestras volátiles	23 componentes esenciales de las hojas y 18 de las flores	Rowhan et al. (2013)
Italia	Antioxidantes, antiinflamatorio, aterosclerosis (hipocolestemia), antiagregación plaquetaria y antibiótico	Semillas y cáscaras	Análisis proximal en HPLC	Narirutrina, hesperidina, dydimina, eriocitrina, diosmina, y hesperitrina	Tripoli et al. (2007)
	Antioxidante	Jugo	Elucidado (diluido)	Vicenina-z, lucenina, erocitrina, scoparin, orientina, rhoifila, orientina, dismina, hesperidina	Barreca et al. (2011)

Actividad biológica de compuestos obtenidos de *Citrus limetta*

Vargas-Solís RC, Figueroa-Torres MG, Ferrara-Guerrero MJ, Gallardo-Vargas IC

Tabla 1. Compuestos obtenidos (Continuación...)

País de estudio	Usos medicinales	Componente de la planta	Preparación	Compuestos obtenidos	Bibliografía
México	Antioxidante	Jugo	Arrastre de vapor	Ácido cítrico, ácido ascórbico, glucosa, fructosa	Colecio-Juárez et al. (2005)
	Antihipertensivo	Hojas	Extracto acuoso	Mezcla de compuestos polares	Pérez et al. (2010); Esquivel et al. (2010); Talha et al. (2011)
	Antihipertensivo	Hojas	Extracto acuoso	Mezcla de compuestos	Cano (2011)
	Bronquitis, espasmo estomacal, fiebre	Hojas	Infusión acuosa	Mezcla de compuestos	Alonso-Castro et al. (2012)
	Antioxidante	Cáscara y jugo	Extracto metanólico, extracto de hexano y extracto de acetona	Compuestos fenólicos y flavonoides	Pérez-Nájera et al. (2013)
	Antioxidante	Cáscara	Extracto metanólico y extracto de acetato de etilo	Flavona C, o-glucósidos, vicenina, lucenina, flavonona-o-glucósidos, derivados de limocitrina-glucósidos, limocitrol-glucósido y ácido absisicoglucósido	Rodríguez et al. (2014)
	Diurético	Cáscara	Extracto acuoso	Mezcla de compuestos polares	Vargas et al. (2016)
	Antimicrobiano	Jugo, semillas y bagazo	Extracto metanólico	Flavonoides totales, hesperidina, ácido ascórbico y fenoles	Damián-Reyna et al. (2017)
	Hipoglucemiante	Cáscara	Cáscara molida	No determinado	Flores-Fernández et al. (2017)
	México-Nigeria	Hipoglucemiante, antioxidante	Cáscara	Extracto acuoso	Polifenoles
Pakistán	Antioxidante	Semillas	Aceite de las semillas	Ácidos grasos saturados: palmítico, esteárico, araquídico. Ácidos grasos insaturados: oleico, linoleico, linoléico. Otros compuestos: $\alpha$ -tocoferol, $\gamma$ -tocoferol, $\delta$ -tocoferol	Farooq et al. (2008)
	Antimicrobiano y antioxidante	Cáscara	Destilación acuosa	Limonene y campene	Javed et al. (2013)
Perú	Antimicrobiano ( <i>Staphylococcus aureus</i> )	Hojas	Extracto etanólico	Mezcla de compuestos polares	Bussman et al. (2010)

Actividad biológica de compuestos obtenidos de *Citrus limetta*  
Vargas-Solís RC, Figueroa-Torres MG, Ferrara-Guerrero MJ, Gallardo-Vargas IC

baja densidad (VLDL), y los triacilglicérols. Por otro lado, se reporta que hay una relación inversa entre la concentración de colesterol y la ingesta de flavonoides.

#### *Agregación plaquetaria.*

La formación de trombos puede producir problemas de circulación en el organismo, por lo que es interesante el efecto de antiagregación plaquetaria que tienen algunos compuestos de la *C. limetta* como la nobilatina y tangerina (Tripoli et al. 2007). Actualmente diversos autores estudian el posible mecanismo de acción de este efecto.

#### *Antimicrobiana*

Las bacterias pueden producir infecciones diversas a un organismo sano, por lo que es deseable encontrar alimentos que tengan efecto antimicrobiano para evitar este problema. Así algunos investigadores han estudiado las cáscaras de lima (extracto etanólico) sobre un cultivo de *Staphylococcus aureus* encontrando resultados positivos, observando que se inhibe su reproducción. Lo anterior es importante ya que esta bacteria puede encontrarse en heridas, en vías respiratorias y en infecciones post parto (Bussman et al. 2010). Al respecto, Colecio-Juárez et al (2012) encontraron que el aceite esencial de la cáscara de la lima contiene sabinene que es un compuesto que tiene propiedades antimicrobianas y antioxidantes.

Por su parte, Javed et al (2013) estudiaron el aceite esencial de la cáscara de *Citrus limetta* sobre varias especies de bacterias y hongos como: *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. ficuum*, *Candida utilis*, *Penicillium digitatum*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *Lactobacillus acidophilus*, encontrando que en todos hubo inhibición del crecimiento sobre todo en *Aspergillus niger*, *Bacillus subtilis* y *Bacillus cereus* con porcentaje de crecimiento de 26.2%, 21%, 27 % respectivamente a las 96 horas. Los investigadores concluyen que este efecto se debe a la concentración de terpenos que actúan como antimicrobianos (Javed et al. 2013).

#### *Anti-malaria.*

La leishmaniosis comprende un grupo de enfermedades infecciosas causada por el género *Leishmania* actualmente esta enfermedad prevalece en 88 países tropicales alrededor del mundo y existe un estimado de 1.5 a 2 millones de nuevos casos al año. Debido a que los fármacos utilizados para curar la infección son caros y el tratamiento es largo, se prueban extractos de plantas para obtener drogas que ayuden a eliminar la infección. Al probar el extracto hidroalcohólico de las hojas de *C. limetta*, se obtuvo una inhibición del crecimiento en poblaciones de *Leishmania* del 37%, en comparación con los extractos de otras plantas (García et al. 2008).

#### *Insecticida.*

Se conoce que existen plantas que actúa sobre los insectos afectando su sobrevivencia, por lo que se probó el aceite esencial de 18 plantas, entre ellas la de *C. limetta*, sobre un bioensayo del insecto de la especie *Rhizopertha dominica*, se encontró que a la dosis de 0.2 y 0.1 % había una inhibición del 100% (Geetanjly et al. 2016). Otro estudio fue realizado por Kumar et al. (2012), quienes aplicaron extractos de hexano y de éter de petróleo sobre el insecto que produce el dengue, *Aedes aegypti* L. obteniendo resultados positivos. Estos investigadores concluyen que los fitoquímicos como los flavonoides y terpenoides que se encuentran en la cáscara de la lima son los responsables del efecto producido.

## **CONCLUSIONES.**

A pesar de que la literatura científica es escasa, se puede decir que a pesar de que *Citrus limetta* es una planta de cultivo, que se utiliza en la industria de los alimentos, no ha sido aprovechada adecuadamente por lo que sería deseable que se utilizara para la obtención de compuestos para la industria farmacéutica y de esta forma producir medicamentos de bajo costo para las personas que padecen algunas de las enfermedades que se han señalado a lo largo de este trabajo.

También es importante que las personas consuman este fruto, para prevenir enfermedades

degenerativas y mantener la salud, ya que es rica en fenoles, flavonas y flavonoides, en todas las partes de la lima tanto en el jugo como en las cáscara, hojas y semillas.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Alonso-Castro AJ, JJ Maldonado-Miranda, A Zarate-Martínez, M del R. Jacobo-Salcedo, C Fernández-Galicia, LA Figueroa-Zúñiga, NA Ríos-Reyes, MA de León-Rubio, NA Medellín-Castillo, A Reyes-Munguía, R Méndez-Martínez y C Carranza-Álvarez. 2012. Medicinal plants used in the Huasteca Potosina, Mexico. *Journal of Ethnopharmacology* 143(1): 292-298.
- Anwar F, R Naseer, MI Bhanger, S Ashraf, FN Talpur y FA Aladedunye. 2008. Physico-chemical characteristics of citrus seeds and seed oils from Pakistan. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 85(4): 321-330.
- Anwar F, R Naseer, MI Bhanger, S Ashraf, FN Talpur, FA Aladedunye. 2008. Physico-chemical characteristics of citrus seeds and seed oils from Pakistan. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85(4): 321-330.
- Argueta VA, LM Cano-Asseleih, ME Rodarte. 1994. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. Instituto Nacional Indigenista. Ciudad de México. 903-904.
- Barreca D, E Bellocco, C Caristi, U Leuzzi y G Gattuso. 2011. Flavonoid profile and radical-scavenging activity of Mediterranean sweet lemon (*Citrus limetta* Risso) juice. *Food Chemistry* 129(2): 417-422.
- Bussmann RW, G Malca-García, A Glenn, D Sharon, G Chait, D Díaz, K Pourmand, B Jonat, S, Somogy, G Guajardo, C Aguirre, R Chan, K Meyer, A Kuhlman, A Townesmith, J Effio-Carvajal, F Frias-Fernández y M Benito. 2010. Minimum inhibitory concentrations of medicinal plants used in Northern Peru as antibacterial remedies. *Journal of Ethnopharmacology* 132(1): 101-108.
- Cano Bravo TG. 2011. Eficacia del extracto estandarizado de *C. Limetta* Risso en el tratamiento de la hipertensión arterial Tesis. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Chandel R, VK Mishra y S Tiwari. 2016. Comparative efficacy of eighteen essential Oil against *Rhizopertha dominica* (F.). *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology* 9(3): 353.
- Colecio-Juárez MC, C Maldonado-Hernández, M Juárez.Goiz y H Jiménez Islas. 2005. Aprovechamiento Integral de la lima (*Citrus limetta*) VII Congreso Nacional de Ciencia de los alimentos y III Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Guanajuato, Gto.
- Colecio-Juárez MC, RE Rubio-Núñez, JE Botello-Álvarez, GM Martínez-González, JL Navarrete-Bolaños y H Jiménez-Islas, H. (2012). Characterization of volatile compounds in the essential oil of sweet lime (*Citrus limetta* Risso). *Chilean Journal of Agricultural Research* 72(2): 275.
- Damián-Reyna AA, JC González-Hernández, R Maya-Yescas, C de Jesús Cortés-Penagos y M del Carmen Chávez-Parga. 2017. Polyphenolic content and bactericidal effect of Mexican *Citrus limetta* and *Citrus reticulata*. *Journal of Food Science and Technology* 54(2): 531-537.
- Farooq A, R Naseer, MI Bhager, A. Ashraf, F Naz-Talpur, F. Adekunle-Aladedunye. 2008. Physico-chemical characteristics of Citrus seeds and seed oils from Pakistan. *Journal of Oil Chemical Society* 85:321-330.
- Flores-Fernández JM, CP Barragán-Álvarez, NE Díaz-Martínez, S Villanueva-Rodríguez S y E Padilla-Camberos. 2017. *In vitro* and *In vivo* postprandial glycemic activity of *Citrus limetta* peel flour. *Pharmacognosy Magazine* 13(52): 613.
- García Parra M, L Monzote Fidalgo, AM Montalvo Álvares y R Scull Lizama. 2008. Evaluación antileishmanial in vitro de extractos provenientes de *Citrus limetta*, *Cucurbita maxima* y *Rhoeo spathacea*. *Revista Cubana de Medicina Tropical* 60(3): 1-17.
- Esquivel GE, RN Cisneros, MAB González, AS Molina y RS Garciglia. 2013. Plantas utilizadas en la medicina tradicional mexicana con propiedades antidiabéticas y antihipertensivas. *Biológicas Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo* 14(1): 45-52.
- Javed S, R Ahmad, K Shahzad, S Nawaz, S Saeed y Y Saleem. 2013. Chemical constituents, antimicrobial and antioxidant activity of essential oil of *Citrus limetta* var. Mitha (sweet lime) peel in Pakistan. *African Journal of Microbiology Research* 7(24): 3071-3077.

- Khan AA, T Mahmood, HH Siddiqui y J Akhtar. 2016. Phytochemical and pharmacological properties on *Citrus limetta* (Mosambi). *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 8(3): 555-563.
- Kumar S, R Warikoo, M Mishra, A Seth y N Wahab. 2012. Larvicidal efficacy of the *Citrus limetta* peel extracts against Indian strains of *Anopheles stephensi* Liston and *Aedes aegypti* L. *Parasitology research*, 111(1): 173-178
- Kumar NS, N Duganath, SR Kumar y N Devanna. 2013. Extraction and characterization of hesperidine present in natural and polyherbal formulation. *Asian Journal of Research In Chemistry* 6(6): 531-535.
- Kundu Sen S, PK Haldar, M Gupta, UK Mazumder, P Saha, A Bala, y B Kar B. 2011. Evaluation of antihyperglycemic activity of *Citrus limetta* fruit peel in streptozotocin-induced diabetic rats. *ISRN Endocrinology* 2011:1-6.
- Luna A. 1991. *Enciclopedia Médica Naturista*. Editores Mexicanos Unidos. Ciudad de México 213-214.
- Kumar NS, N Duganath, SR Kumar y N Devanna. 2013. Extraction and Characterization of Hesperidine Present in Natural and Polyherbal Formulation. *Asian Journal of Research In Chemistry* 6(6): 531-535.
- Padilla-Camberos E, E Lazcano-Díaz, JM Flores-Fernandez, MS Owolabi, k Allen y S Villanueva-Rodríguez. 2014. Evaluation of the inhibition of carbohydrate hydrolyzing enzymes, the antioxidant activity, and the polyphenolic content of *Citrus limetta* peel extract. *The Scientific World Journal*, 2014: 1-4.
- Pérez YY, E Jimenez-Ferrer, D Alonso, CA Botello-Amaro y A Zamilpa. 2010. *Citrus limetta* leaves extract antagonizes the hypertensive effect of angiotensin II. *Journal of Ethnopharmacology* 128(3): 611-614.
- Pérez-Nájera VC, EC Lugo-Cervantes, M Gutiérrez-Lomelí y CL Del-Toro-Sánchez. 2013. Extracción de compuestos fenólicos de la cáscara de lima (*Citrus limetta* Risso) y determinación de su actividad antioxidante. *Biotecnia* 15(3): 18-22.
- Rodríguez-Rivera MP, E Lugo-Cervantes, P Winterhalter y G Jerz. 2014. Metabolite profiling of polyphenols in peels of *Citrus limetta* Risso by combination of preparative high-speed countercurrent chromatography and LC-ESI-MS/MS. *Food Chemistry* 158: 139-152.
- Rowshan V y S Najafian. 2013. Headspace Analyses of Leaf and Flower of *Citrus limetta* (Lemon), *Citrus maxima* (Pomelo), *Citrus sinensis* (Orange), and *Citrus medica* (Cedrum) for Volatile Compounds by CombiPAL System Technique. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 19(4): 418-425.
- Sayeed MA, MMU Rashid y MRA Taiseer. 2013. Investigation of cytotoxic potential of ethanolic extract of *Citrus limetta* fruit peel, *Paederia foetida* leaves and methanolic extract of *Cuscuta reflexa*. *Journal of Medicinal Plants Studies* 1(1): 34-37.
- Talha J, M Priyanka y A Akanksha. 2011. Hypertension and herbal plants. *International Research Journal Pharmacy* 2(8): 26-30.
- Tripoli E, M La Guardia, S Giammanco, D Di Majo y M Giammanco. 2007. Citrus flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review. *Food Chemistry* 104(2): 466-479.
- Vargas-Solis RC, A Mondragón-Félix, MG Figueroa-Torres, MJ Ferrara-Guerrero y IC Gallardo-Vargas. 2016. Diuretic activity of lime *Citrus limetta* Risso aqueous extract in Wistar rats. *E-BIOS* 1(12): 17-27.