

FENOLES TOTALES Y FLAVONOIDES EN SEMILLAS DE *SWIETENIA MACROPHYLLA* KING Y *SWIETENIA HUMILIS* ZUCCARINI

Franklin Pacheco ¹, María Blanco ²

RESUMEN: *Introducción:* el desarrollo de productos farmacéuticos requiere una investigación exhaustiva de las plantas tradicionalmente medicinales y con una larga historia de uso en etnomedicina para el tratamiento de diversas patologías crónicas y/o infecciosas. En el presente estudio, el cual no tiene antecedentes en nuestro país, se propuso determinar la concentración de fenoles totales y flavonoides de los extractos acuosos de semillas de las especies *Swietenia macrophylla* King y *Swietenia humilis*, con el fin de mejorar el conocimiento sobre estos fitoconstituyentes, probablemente responsables de algunas de las actividades biológicas antioxidantes, hipoglicemiantes y antidiabéticas atribuidas al consumo de estas semillas en forma de infusiones. *Métodos:* se utilizó el método de Folin-Ciocalteu para la determinación de fenoles totales y el método colorimétrico de Marinova para flavonoides. *Resultados:* no se observó diferencia estadísticamente significativa en el contenido de fenoles totales y flavonoides ($p > 0,05$) entre ambos extractos acuosos. Ambos extractos acuosos proporcionan cantidad semejante de compuestos bioactivos. *Discusión:* se evidenció que el extracto acuoso de ambas especies de las semillas *Swietenia* proporcionan una importante concentración de compuestos con actividad biológica, lo que concuerdan con lo reportado por otros estudios que señalan que el consumo de las semillas de *S. humilis* y *S. macrophylla* en forma de infusión tiene capacidad reductora. Aunque el punto de partida de otras investigaciones en relación al extracto de las semillas de *S. humilis* y *S. macrophylla*, ha tenido interés en determinar si el uso tradicional de estas semillas, tienen efecto hipoglicemiantes y antidiabéticos, lo cual ha sido comprobado en algunos estudios experimentales con animales, consideramos igualmente relevante la investigación de las propiedades reductoras y antioxidantes del extracto acuoso, que es la forma en que la semilla es consumida por la población indígena y rural de muchos países de Asia y Centro- Suramérica, en vista que actualmente, la hiperglucemia, la diabetes mellitus y algunas de las complicaciones de la diabetes mellitus, han sido relacionadas con el estrés oxidativo, y por tanto con los antioxidantes. *Conclusión:* esta investigación se realizó con el fin de mejorar el conocimiento sobre los fitoconstituyentes fenólicos con poder reductor y probable capacidad antioxidante, de acreditar el uso etnomédico de las semillas de las especies de *Swietenia*, y a su vez de

hacer una contribución al conocimiento científico de las especies de *Swietenia* que se encuentran en Venezuela. Al igual que otros autores, concluimos que el consumo de los extractos acuosos de estas semillas de *Swietenia* en forma de infusión tiene capacidad reductora. Resulta positivo para el venezolano que entre ambos extractos acuosos no exista diferencia estadísticamente significativa en relación a su concentración de fenoles totales y flavonoides, puesto que *S. macrophylla* King es la única especie presente en Venezuela. Se propone más adelante, evaluar la capacidad reductora y antioxidante en el extracto de estas semillas con solventes orgánicos, en vista que hay reportes que demuestran que en éste tipo de solventes el rendimiento de compuestos fenólicos es mayor, por lo que es probable que esa mayor cantidad de compuestos fenólicos con capacidad antioxidante, puedan ser de mayor utilidad en el tratamiento de la diabetes mellitus y otras enfermedades degenerativas.

Palabras clave: *Swietenia macrophylla* King, *Swietenia humilis* Zuccarini, polifenoles, flavonoides, antioxidantes

ABSTRACT: *Introduction: the development of pharmaceutical products requires an exhaustive investigation of traditionally medicinal plants with a long history of use in ethnomedicine for the treatment of various chronic and / or infectious pathologies. In the present study, which has no history in our country, it was proposed to determine the concentration of total phenols and flavonoids from the aqueous extracts of seeds of the Swietenia macrophylla King and Swietenia humilis species, in order to improve knowledge about these phytoconstituents, probably responsible for some of the biological antioxidant, hypoglycemic and antidiabetic activities attributed to the consumption of these seeds in the form of infusions. Methods: the Folin-Ciocalteu method was used for the determination of total phenols and the Marinova colorimetric method for flavonoids. Results: no statistically significant difference was observed in the content of total phenols and flavonoids ($p > 0.05$) between both aqueous extracts. Both aqueous extracts provide a similar amount of bioactive compounds. Discussion: it was evidenced that the aqueous extract of both species of Swietenia seeds provide a significant concentration of compounds with biological activity, which is consistent with that reported by other studies that indicate that the consumption of the seeds of S. humilis and S. macrophylla in the form of an infusion it has a reducing capacity. Although the starting point of other investigations in relation to the extract of S. humilis and S. macrophylla seeds, it has been of interest to determine if the traditional use of these seeds have hypoglycemic and antidiabetic effects, which has been verified in some*

FENOLES TOTALES Y FLAVONOIDES EN SEMILLAS DE *SWIETENIA MACROPHYLLA* KING Y *SWIETENIA HUMILIS* ZUCCARINI

Experimental studies with animals, we consider equally relevant the investigation of the reducing and antioxidant properties of the aqueous extract, which is the way in which the seed is consumed by the indigenous and rural population of many countries in Asia and Central-South America, given that currently, hyperglycemia, diabetes mellitus and some of the complications of diabetes mellitus have been related to oxidative stress, and therefore antioxidants. Conclusion: this research was carried out in order to improve knowledge about phenolic phytoconstituents with reducing power and probable antioxidant capacity, to accredit the ethnomedical use of the seeds of Swietenia species, and in turn to make a contribution to the scientific knowledge of the Swietenia species found in Venezuela. Like other authors, we conclude that the consumption of the aqueous extracts of these Swietenia seeds as an infusion has a reducing capacity. It is positive for the Venezuelan that there is no statistically significant difference between the two aqueous extracts in relation to their concentration of total phenols and flavonoids, since S. macrophylla King is the only species present in Venezuela. It is proposed later, to evaluate the reducing and antioxidant capacity in the extract of these seeds with organic solvents, given that there are reports that show that in this type of solvent the yield of phenolic compounds is higher, so it is probable that this higher amount of phenolic compounds with antioxidant capacity, may be more useful in the treatment of diabetes mellitus and other degenerative diseases.

Key words: *Swietenia macrophylla* King, *Swietenia humilis* Zuccarini, polyphenols, flavonoids, antioxidants

1. Profesor Instructor. Licenciado en Bioanálisis. Investigador del Laboratorio de Metales Pesados adscrito al Centro de Estudio en Salud de los Trabajadores (CEST-UC) y Sección de Biotecnología Agroindustrial del Instituto de Investigaciones Biomédicas "Dr. Francisco J. Triana Alonso" (BIOMED-UC) Escuela de Bioanálisis. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo.
2. Estudiante de Bioanálisis. Asistente de investigación. Laboratorio de Química y Análisis Instrumental. Escuela de Bioanálisis Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo.

Recibido: 20-12-19
Aprobado: 14-03-20

INTRODUCCIÓN

El género *Swietenia*, pertenecen a la familia *Meliaceas*, ocupa gran variedad de hábitats y presenta tres especies reconocidas: *Swietenia mahagoni* Jacq., *Swietenia macrophylla* King y *Swietenia humilis* Zuccarini, sin embargo, algunos botánicos consideran ésta última como una mera variedad de *Swietenia macrophylla* ^{1,2,3,4,5}.

La especie *Swietenia macrophylla* King, también llamado "fruta del cielo" debido a la

tendencia al alza de sus frutos hacia el cielo, es un árbol deciduo grande, que llega a tener hasta 70 metros de alto y 3.5 de diámetro, de corona redondeada y tronco con pocas ramas. Su madera varía en color y densidad, dependiendo de las condiciones de crecimiento y la edad del árbol ⁶ (Figura 1).



Figura 1. *Swietenia macrophylla* King (Árbol de Caoba)

Fuente: Hoyos, Jesús. Guía de árboles de Venezuela. Caracas: Sociedad de Ciencias Naturales La Salle; 1987.

Por su parte la especie *Swietenia humilis* Zuccarini, que significa “modesta”, “humilde”, es un árbol deciduo de tamaño pequeño a mediano que llega a alcanzar de 15 a 20 metros de altura y de 30 a 50 centímetros de diámetro. Se trata de la más pequeña de las tres especies del género *Swietenia* y produce madera de menor calidad por sus numerosos

nudos y grano irregular, además de que el tamaño de las piezas es más reducido. La madera de *Swietenia* varía en color y densidad, dependiendo de las condiciones de crecimiento y la edad del árbol ⁶.

Las especies *Swietenia macrophylla* King y *Swietenia humilis* Zuccarini, generalmente conocida en América Latina como caoba (caoba de hoja ancha) y caobilla respectivamente, son de las especies forestales tropicales más importantes ⁷. El rango de distribución de *S. macrophylla* King, comprende desde el sur de México pasando por Belice, la costa Atlántica de Guatemala, Honduras, Nicaragua y el norte de Costa Rica, luego en el Pacífico de Panamá, Atlántico de Colombia, Amazonía Peruana, Boliviana, Brasileña y Venezolana ^{8,9,10,11}. Además, también crece de forma nativa en el oeste de la India, Malasia y el sur de China ¹². Por otro lado *S. humilis* Zuccarini se distribuye por la vertiente del Pacífico desde el sur del estado de Sinaloa hasta Chiapas y América Central hasta Costa Rica ^{13,14}.

Aunque tradicionalmente las especies *Swietenia macrophylla* King y *Swietenia humilis* Zuccarini, han sido reconocidas como árboles maderables, utilizadas en la fabricación de muebles finos y por ello, ampliamente explotadas ¹⁵; también durante siglos han sido empleadas en Asia y América,

FENOLES TOTALES Y FLAVONOIDES EN SEMILLAS DE *SWIETENIA MACROPHYLLA* KING Y *SWIETENIA HUMILIS* ZUCCARINI

por etnias indígena y poblaciones rurales de manera tradicional, como auxiliar en el tratamiento de las infecciones urinarias, vómito, paludismo, contra la inflamación del vaso, control de la hiperglicemia y la diabetes mellitus y en contra de la amibiasis e infecciones helmínticas intestinales ^{16,17,18}.

En este sentido, casi todas las partes de estas plantas se utilizan en la medicina tradicional para el tratamiento de diversas enfermedades humanas. El extracto de la corteza de *S. macrophylla* King se ha utilizado como astringente para heridas y ocasionalmente para broncearse debido al rico color rojo que proporciona ¹⁹. El fruto de *S. macrophylla* King se ha utilizado comercialmente en productos para el cuidado de la salud para mejorar la circulación sanguínea y el estado de la piel. En Malasia, las semillas se usan tradicionalmente para tratar la hipertensión, la diabetes y aliviar el dolor ²⁰. Un grupo étnico amazónico boliviano ha utilizado las semillas para la leishmaniasis y como medicina abortiva ²¹. En Indonesia, las semillas de *S. macrophylla* King se han utilizado como medicina popular para el tratamiento de la diabetes, hipertensión y malaria ²².

En muchas especies vegetales se han encontrado compuestos fenólicos con actividad antioxidante que tienen el efecto de

reducir el estrés oxidativo relacionado con enfermedades degenerativas ^{23,24,25,26,27,28}. Estos son un grupo cercano a 8.000 sustancias que pueden ser clasificados de acuerdo con su estructura. Entre los más importantes están los flavonoides, que poseen una estructura básica C6-C3-C6, como las antocianinas, catequinas y epicatequinas los cuales poseen actividad antioxidante, reduciendo el estrés oxidativo relacionado con enfermedades degenerativas ^{29,30,31}.

En vista que el desarrollo de productos farmacéuticos requiere una investigación exhaustiva de las plantas tradicionalmente medicinales ³² y con una larga historia de uso en etnomedicina para el tratamiento de diversas patologías crónicas y/o infecciosas ³³; en el presente estudio, el cual no tiene antecedentes en nuestro país, se propuso determinar la concentración de fenoles totales y flavonoides de los extractos acuosos de semillas de las especies *Swietenia macrophylla* King y *Swietenia humilis* Zuccarini, con el fin de mejorar el conocimiento sobre estos fitoconstituyentes, probablemente responsables de algunas de las actividades biológicas antioxidantes, hipoglicemiantes y antidiabéticas atribuidas al consumo de éstas semillas en forma de infusiones.

MÉTODOS

Material Vegetal

Las semillas de *S. macrophylla* King, se recolectaron de los arboles presentes en los jardines de la Universidad de Carabobo sede Aragua (Edo. Aragua, Venezuela), mantenidas en condiciones libres de humedad, a temperatura de 24-26 °C y en oscuridad hasta el momento de su estudio (Figuras 2 y 3).



Figura 2 y 3. Fruto y semillas de *S. macrophylla* King

Fuente: Elaboración propia

Las semillas de *S. humilis* Zuccarini fueron donadas por el Laboratorio de Metales Pesados y Solventes Orgánicos, perteneciente al Centro de Estudio en Salud de los Trabajadores, de la Universidad de Carabobo.

Preparación de los extractos acuosos

Los extractos se prepararon con 4 g de semillas trituradas 100 mL de agua destilada. La mezcla hirvió 10 min, se separó el líquido por decantación y la extracción se repitió en las mismas condiciones. Los extractos se juntaron, la solución se filtró con papel Whatman No. 4 y se aforó a 200 mL con agua destilada ³⁴.

Determinación de fenoles totales

La determinación de fenoles se realizó por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu ³⁵. A 50 µL de muestra fueron adicionados a 125 µL del reactivo de Folin, y 400 uL de carbonato de sodio 7,1 % (m/v), completándose con agua destilada hasta 1 mL. Este procedimiento se realizó por quintuplicado. Seguidamente se prepararon cinco patrones de concentración de 50, 100,150, 200 y 250 µg/mL, a partir de una solución patrón madre de ácido gálico con 500 µg/mL. Se realizó la

lectura a 760 nm y se expresaron los resultados como equivalente de ácido gálico en mg/g de material vegetal.

Determinación de flavonoides

La determinación de flavonoides se realizó según el método colorimétrico de Marinova³⁶: 100 µL de muestra fueron mezclados con 30 µL de NaNO₂ al 5 % (m/v), 30 µL de AlCl₃ 10 % (m/v), 200 µL de NaOH a 1 M y ajustados con agua destilada hasta un volumen final de 1 mL. Se realizó la lectura a 510 nm y se comparó con la curva patrón usando como estándar catequina. Los resultados fueron expresados como equivalente de catequina en mg/g de material vegetal.

Análisis estadístico

Todas las determinaciones se realizaron por quintuplicados y se expresaron los valores como medias ± desviación estándar (DE). Para comparar ambos extractos, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), usando el programa Statistix 9.0 para Windows.

RESULTADOS

La concentración de fenoles totales y flavonoides de los extractos acuosos de *S. macrophylla* King y *S. humilis* Zuccarini se muestran en la tabla 1 y 2. El ANOVA no arrojó

diferencia estadísticamente significativa entre ambos extractos ($p \geq 0,05$).

DISCUSIÓN

En este estudio se propuso determinar la concentración de fenoles totales y flavonoides de los extractos acuosos de semillas de las especies *Swietenia macrophylla* King y *Swietenia humilis* Zuccarini, con el fin de mejorar el conocimiento sobre estos fitoconstituyentes, probablemente responsables de algunas de las actividades biológicas antioxidantes, hipoglicemiantes y antidiabéticas, atribuidas al consumo de éstas semillas en forma de infusiones.

En esta investigación, se evidenció que el extracto acuoso de ambas especies de las semillas *Swietenia* proporcionan una importante concentración de compuestos con actividad biológica, lo que concuerdan con lo reportado por otros estudios que señalan que el consumo de las semillas de *S. macrophylla* King y *S. humilis* Zuccarini, en forma de infusión tiene capacidad reductora¹⁵.

Los procesos metabólicos normales de todos los organismos que utilizan oxígeno pueden producir especies reactivas del oxígeno. Se estima que cerca del 2 al 5% del oxígeno total consumido se convierte en especies reactivas del oxígeno (O₂ - , OH- , H₂O₂, 1 O₂, entre otros). Quizá la fuente

Material vegetal	Media	DE	<i>p</i>
<i>S. macrophylla</i> King	19,20	±0,24	0,063
<i>S. humilis</i> Zuccarini	18,89	±0,51	

DE: Desviación Estándar. Significativo si $p \leq 0,05$

Tabla 1. Concentración de fenoles totales (mg EAG/g de material vegetal).

Fuente: Elaboración propia.

Material vegetal	Media	DE	<i>p</i>
<i>S. macrophylla</i> King	7,31	±0,14	0,069
<i>S. humilis</i> Zuccarini	6,79	±0,11	

DE: Desviación Estándar. Significativo si $p \leq 0,05$

Tabla 2. Concentración de flavonoides (mg de Catequina Equivalente/g de material vegetal).

Fuente: Elaboración propia.

endógena más importante generadora de especies reactivas del oxígeno es la cadena respiratoria mitocondrial, aunque también pueden incluirse algunas reacciones del metabolismo de los prostanoïdes, la autoxidación de las catecolaminas, la actividad de la xantina oxidasa y la activación de fagocitos y células endoteliales ^{37,38}.

En situación metabólica patológica se incrementan sustancialmente estas especies químicas, provocando una alteración orgánica conocida como estrés oxidativo caracterizado por el daño a biomoléculas, viéndose implicadas en la génesis o exacerbación de numerosos procesos en el sistema

cardiovascular, nervioso, inmunológico y el aparato ocular, entre otros ^{39,40}.

Entre los desórdenes metabólicos en los se incrementan sustancialmente las especies reactivas del oxígeno, se encuentra la diabetes mellitus (DM), la cual constituye un grave problema para la salud pública mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la prevalencia e incidencia de la DM ha aumentado rápidamente sobre todo en los países en desarrollo ⁴¹. El número de personas con DM se incrementó de 108 millones en 1980, a 422 millones en 2014 ⁴², y se proyecta que para el 2030 existirán 636 millones de diabéticos en el mundo ⁴³. Así mismo, las graves complicaciones asociadas

a la DM, tienen una elevada tasa de morbilidad y mortalidad, convirtiendo a la DM en la primera causa de muerte en el mundo, particularmente responsable de 4 millones de muertes al año ⁴⁴.

Actualmente la hiperglucemia, la diabetes mellitus y algunas de sus complicaciones han sido relacionadas con el estrés oxidativo, y por tanto con los antioxidantes ^{45,46,47,48,49,50,51}.

Existe evidencia que demuestra que los niveles elevados de glucosa en la sangre conducen a la autooxidación de esta misma, también la glicosilación no enzimática de proteínas y el aumento del metabolismo de la glucosa por la ruta del poli-ol-sorbitol, son contribuyentes del proceso; en cualquier caso la producción de especies reactivas del oxígeno se incrementa, y más aún en presencia de metales como el hierro ⁵².

Las especies reactivas del oxígeno contribuyen a la resistencia a la insulina propia de la Diabetes mellitus tipo 2, debido a que interfieren con las vías de señalización inducida por esta hormona, evitando así la traslocación del transportador de glucosa GLUT 4 a la membrana plasmática, por otra parte una descarga de especies reactivas del oxígeno es liberada por los neutrófilos, exacerbando los procesos inflamatorios y elevando la concentración de las especies

reactivas del oxígeno bajo condiciones patológicas persistentes ^{53,54}.

Si bien los organismos vivos soportan multitudinarios factores endógenos y exógenos de estrés oxidativo, también poseen numerosos sistemas de defensa antioxidantes regulables, enzimáticos (superóxido dismutasa, la catalasa, la GSH-peroxidasa, las quinonas reductasas y hemoxigenasa) y no enzimáticos (Se, Zn, vitaminas C y E y carotenoides) que conforman la defensa antioxidante frente a las especies reactivas del oxígeno ⁵⁵, pero que no siempre resultan ser una barrera efectiva. Una alternativa válida son los antioxidantes naturales, con capacidad de atrapar especies reactivas del oxígeno: vitaminas, carotenoides, compuestos nitrogenados (alcaloides, aminas, betalaínas) e incluso ciertos terpenoides; quizá los metabolitos más reconocidos por su actividad antioxidante son los de naturaleza fenólica: ácidos fenólicos, flavonoides, quinonas, cumarinas, lignanos, estilbenos y taninos ^{56,57}. Entre los innumerables antioxidantes de interés medicinal, se encuentran los contenidos en las plantas utilizadas en la etnofarmacología en Asia y América Central y del Sur; para el tratamiento de una amplia variedad de enfermedades, como es el caso de las

especies *Swietenia macrophylla* King y *Swietenia humilis* Zuccarini.

Múltiples investigaciones han demostrado que muchos vegetales utilizados como antidiabéticos no provocan disminución de las concentraciones de glucosa en forma directa, sino que la acción antidiabética la ejercen por medio de su capacidad antioxidante contra radicales libres del oxígeno ^{58, 59}, a través de los fitofenoles que los constituyen.

La acción antioxidante de los fitofenoles es altamente reconocida como derivada de su capacidad para secuestrar especies reactivas del oxígeno ⁶⁰, en tanto que su habilidad para quelar metales, es considerada como el mecanismo menos influyente en su bioactividad como antioxidantes ⁶¹. Por otra parte, los compuestos de naturaleza fenólica juegan papel importante en los procesos de oxidación lipídica y se les asocia con la actividad antioxidante ^{60, 62}, se les considera además con efectos inhibitorios sobre la mutagénesis y carcinogénesis en humanos cuando son incluidos en la dieta diaria a partir de frutas y vegetales ^{63, 64}. Específicamente, ácidos fenólicos y flavonoides son típicamente reconocidos como poseedores de actividad antioxidante ⁶⁵.

La bioactividad hipoglicemiante y antidiabética reportada por las especies de *Swietenia* podría fundamentarse no sólo en

los diferentes mecanismos antioxidantes ejercidos por los compuestos fenólicos que posee (flavonoides, taninos, quinonas) ⁶⁶, sino además por el efecto sinérgico de otro conjunto de metabolitos presentes en estas plantas como la swietenina ⁶⁷ y el tetranortriterpenoide (o meliacinolino), que tiene capacidad para inhibir la actividad de las enzimas α -glucosidasa y α -amilasa ⁶⁸.

En este sentido, diversos estudios muestran que algunas de las especies de *Swietenia* además de su potencial antioxidante ⁶⁹, evidencian efectos clínicos hipoglicemiantes, hipolipemiantes y antidiabéticos en animales de experimentación ^{70,71,72,73,74,75}. Adicionalmente; estas especies exhiben actividad biológica antiinflamatoria ^{76,77}, antimutagénica ⁷⁶, anticancerígena, antitumoral ^{76,78} y anti-nociceptiva ⁷⁹, así como efectos antimicrobianos ⁸⁰, antiinfecciosos ^{81,82,83}, antiviral ⁸⁴, antipalúdica ^{22,85,86,87}, acaricida ^{88,89}, antidiarreica ⁹⁰, antifederante ⁹¹ y de fitorremediación de metales pesados ^{92,93}.

Se ha comprobado que el consumo de estas plantas antioxidantes, puede bajar los niveles de glucosa y aumentar la actividad antioxidante tanto en personas sanas como en personas con diabetes ⁹⁴

FENOLES TOTALES Y FLAVONOIDES EN SEMILLAS DE *SWIETENIA MACROPHYLLA* KING Y *SWIETENIA HUMILIS* ZUCCARINI

Al igual que otros autores ¹⁵, al considerar tales antecedentes concluimos que el consumo del extracto acuoso de las semillas de *Swietenia macrophylla* King y *Swietenia humilis* Zuccarini, en forma de infusión tiene capacidad reductora. Sin embargo, se propone investigar más adelante la capacidad reductora y antioxidante en el extracto de estas semillas con solventes orgánicos, en vista que hay reportes ⁹⁵ en los que se demuestra que en estos solventes, el rendimiento de compuestos fenólicos es mayor, por lo que es probable que esa mayor cantidad de compuestos fenólicos con capacidad antioxidante, pueda ser de utilidad en el tratamiento de la diabetes mellitus y enfermedades degenerativas.

CONCLUSIONES

En este estudio se propuso determinar la concentración de fenoles totales y flavonoides de los extractos acuosos de semillas de las especies *Swietenia macrophylla* King y *Swietenia humilis* Zuccarini, con el fin de mejorar el conocimiento de estos fitoconstituyentes, probablemente responsables de algunas de las actividades biológicas antioxidantes, hipoglicémicas y antidiabéticas atribuidas al consumo de las semillas de éstas plantas en forma de infusiones.

En esta investigación, se evidenció que el extracto acuoso de ambas especies de las semillas *Swietenia* proporcionan una importante concentración de compuestos con actividad biológica, lo que concuerdan con lo reportado por otros estudios que señalan que el consumo de las semillas de *Swietenia macrophylla* King y *Swietenia humilis* Zuccarini en forma de infusión tiene capacidad reductora.

Aunque el punto de partida de otras investigaciones en relación al extracto de las semillas de *Swietenia macrophylla* King y *Swietenia humilis* Zuccarini ha tenido interés en determinar si el uso tradicional de estas semillas, tienen efecto hipoglicemiantes y antidiabéticos, lo cual ha sido comprobado en algunos estudios experimentales con animales, consideramos igualmente relevante investigar las propiedades reductoras y antioxidantes del extracto acuoso, que es la forma en que la semilla es consumida por la población indígena y rural de muchos países de Asia y Centro- Suramérica, ya que actualmente la hiperglucemia, la diabetes mellitus y algunas de las complicaciones de la diabetes mellitus han sido relacionadas con el estrés oxidativo, y por tanto con los antioxidantes.

Esta investigación se realizó con el fin de mejorar el conocimiento sobre estos

fitoconstituyentes fenólicos con poder reductor y probable capacidad para disminuir las especies reactivas del oxígeno, de acreditar el uso etnomédico de las semillas de las especies de *Swietenia*, y a su vez de hacer una contribución al conocimiento científico de las especies de *Swietenia* que se encuentran en Venezuela. Resulta positivo para el venezolano que entre ambos extractos acuosos no exista diferencia estadísticamente significativa en relación a su concentración de fenoles totales y flavonoides, puesto que *S. macrophylla* King, es la única especie presente en Venezuela.

REFERENCIAS

1. Bridgewater, Samuel. A Natural History of Belize: Inside the Maya Forest. Austin: University of Texas; 2012. p. 164-165.
2. Varela CR. La familia Meliaceae en los herbarios de Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Acta Bot. Venez. 2010;33(1):137-150.
3. Barajas MJ, León CG. Anatomía de maderas de México: Especies de una selva caducifolia. México: Editorial de la Universidad Autónoma de México; 1989. p124-126.
4. Patiño VF, De la Garza L., Villagómez AY, Talavera AI, Camacho MF. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Bol. Div. Inst. Nal. Invest. For. 1983; 63:181.
5. Bridgewater, S. A. Natural History of Belize: Inside the Maya Forest. Austin: University of Texas Press. USA; 2012. p. 164-65.
6. Comisión para la Cooperación ambiental. Plan de acción de América del Norte para un comercio sustentable de especies maderables. CCA.org [Internet] 2017 [Citado 3 de marzo 2019] 44 p. Disponible en: <http://www3.cec.org> › islandora › en › item › 11701-sustainable-trade-in-ti...
7. Norghauer, J.M; Nock, C.A; Grogan, J. The importance of tree size and fecundity for wind dispersal of Big-Leaf Mahogany. P Los One. 2011; 6(3): 1-12.
8. Navarro, C; Hernandez, G. Progeny test analysis and population differentiation of Mesoamerican mahogany (*Swietenia macrophylla*) Agronomía Costarricense.2004; 28(2):37-51.
9. Pennington T.D. Mahogany carving a future. Biologist. 2002;49:204-208.
10. Paiva É.A.S., Lemos-Filho J.P., Oliveira D.M.T. Imbibition of *Swietenia macrophylla* (Meliaceae) seeds: The role of stomata. Ann. Bot. 2006; 98:213–217.
11. Goh B.H., Kadir A. *In vitro* cytotoxic potential of *Swietenia macrophylla* King seeds against human carcinoma cell lines. J. Med. Plants Res. 2011;5:1395-404.
12. Mulholland D.A., Parel B., Coombes P.H. The chemistry of the Meliaceae and Ptaeroxylaceae of Southern and Eastern Africa and Madagascar. Curr. Org. Chem. 2000;4:1011-1054.

**FENOLES TOTALES Y FLAVONOIDES EN SEMILLAS DE
SWIETENIA MACROPHYLLA KING Y *SWIETENIA HUMILIS* ZUCCARINI**

13. Dickie, J.R; Ellis, R.H; Kraak, H.J; Ryder, K.I; Tompsell, P.H. Temperature and seed storage longevity. *Annals of botany* .1990; 65(2): 197-204.
14. Acosta, G.R; Mendizábal-Hernández, L; Alba-Landa, J; Alderete, CH. Variación de semillas y germinación de *Swietenia macrophylla* King de tres procedencias del Estado de Tabasco, México. *Foresta Veracruzana*. 2012; 14(1):35-42.
15. Flores, Z; Campos, A; Quiroga, E; Gutiérrez, Y; Salas, E; García, E et al. Características fitoquímicas y toxicológicas de la semilla *Swietenia humilis* Zuccarini y su efecto hipoglucemiante. *Revista Cubana de Farmacia*. 2019; 52(1): e129.
16. Gullison, R; Panfill, S; Strouse, J; Hubbell, S. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia. *Bota J Lin Society*. 1996; 122(1):9-34.
17. Alvis, J. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biot Agro Agroindustrial*. 2009; 7 (1):115-123.
18. Salazar FR. Manual Técnico de *Swietenia humilis* Zucc. Costa Rica: Editorial Turrialba; 1998. p. 35-38.
19. Falah S., Suzuki T., Katayama T. Chemical constituents from *Swietenia macrophylla* bark and their antioxidant activity. *Pak. J. Biol. Sci*. 2008; 11:2007–2012.
20. Goh B.H., Kadir A. *In vitro* cytotoxic potential of *Swietenia macrophylla* King seeds against human carcinoma cell lines. *J. Med. Plants Res*. 2011; 5:1395-1404
21. Bourdy G., DeWalt S., Chávez de Michel L., Roca A., Deharo E., Muñoz V., Balderrama L., Quenevo C., Gimenez A. Medicinal plants uses of the Tacana, an Amazonian Bolivian ethnic group. *J. Ethnopharmacol*. 2000; 70:87-109.
22. Kadota S., Marpaung L., Kikuchi T., Ekimoto H. Constituents of the seeds of *Swietenia mahagoni* Jacq. II. Structures of swietemahonin A, B, C, D, E, F, and G and swietemahonolide. *Chem. Pharm. Bull*. 1990; 38:894–901.
23. Quideau, S; Deffieux, D; Douat-Casassus, C; Pouységú, L. Plant polyphenols: chemical properties biological activities, and synthesis. *Angew Chem Int Ed*. 2011; 50:586-621.
24. Ninfali, P; Mea, G; Giorgini, S; Rocchi, M; Bacchiocca, M. Antioxidant capacity of vegetables, spices and dressings relevant to nutrition. *Br J Nutr*. 2005; 93:257-266
25. Arbayza F, Segundo R, Venegas C, Ruidias R, Cosavalente B, Capacidad antioxidante del zumo y de los extractos hidroalcohólico y acuoso obtenidos de *Punica granatum* y su relación con el contenido de polifenoles. *Pharmaciencia*. 2014; 2(2):50-55.
26. Kohen R, Nyska A. Oxidation of biological systems: oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions, and methods for their quantification. *Toxicol Pathol*. 2002; 30(6):620-650.
27. Mesa AM, Gavira CA, Cardona F, Sáenz JA, Blair S, Rojano B A. Actividad antioxidante y contenido de fenoles totales de algunas especies del género *Calophyllum*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 2010;15(2):13-26.

28. Lou Zhi-Cen. General control methods for vegetable drugs. Comparative study of methods included in thirteen Pharmacopoeias and their proposals on their international unification. Ginebra: WHO/PHARM/80.502; 1980. p 8-39.
29. Gaviria, C; Ochoa, C; Sánchez, N; Medina, C; Lobo, M; Galeano, P; et al .Actividad antioxidante e inhibición de la peroxidación lipídica de extractos de frutos de mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw).Blacpma. 2005; 8: 519-528.
30. Choksi, RB; Boylston, WH; Rabek, JP; Widger, JH. Oxidatively damaged proteins of heart mitochondrial electron transport complexes. Biochim Biophys Acta. 2004;16(88):95-101
31. Rojano, B; Zapata, K; Cortés, F. Capacidad atrapadora de radicales libres de *Passiflora mollissima* (Kunth) L.H. Bailey (curuba).Rev Cubana Plantas Med. 2012; 17:408-419.
32. Jothy S.L., Torey A., Darah I., Choong Y.S., Saravanan D., Chen Y., Latha L.Y., Deivanai S., Sasidharan S. *Cassia spectabilis* (DC) Irwin et Barn: A promising traditional herb in health improvement. Molecules. 2012;17:10292–10305.
33. Duraipandiyar V., Ayyanar M., Ignacimuthu S. Antimicrobial activity of some ethno medicinal plants used by Paliyar tribe from Tamil Nadu, India. BMC Compl. Altern. Med. 2006; 6: e35.
34. Soler-Rivas, C; Espín, J; Wichers, H. An easy and fast test to compare total free radical scavenger capacity of foodstuffs. Phytoche Anales.2000; 11(1): 330-338.
35. Singleton, VL; Rossi, JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. Am J Enol Vitic. 1965; 16 (3), 144-158.
36. D. Marinova, F. Ribarova, M. Atanassova, Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruits and vegetables. J. Chem. Technol. Metall. 2005.40:(3), 255-260.
37. Ríos de Molina M.C.; *El estrés oxidativo y el destino celular*, Quím. Viva. 2003; 2 (1): 73-80.
38. Ferrari R. Oxygen free radicals at myocardial level: effects of ischemia and reperfusion, Adv. Exp. Med. Biol.1994; 366: 99-111.
39. Rodríguez J.M., J.R. Menéndez e Y. Trujillo; *Radicales libres en la biomedicina y estrés oxidativo*. Rev. Cubana Med. Milit. 2011; 30 (1): 15-20.
40. Elejalde J.I.; *Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes*, An. Med. Interna. 2001; 18 (6): 145-152.
41. Ramachandran A, Snehalatha C, Shetty AS, et al. Trends in prevalence of diabetes in Asian countries. World J Diabetes 2012; 3:110. 3. Scully T. Diabetes in numbers. Nature 2012; 485: S2-3.
42. William L Isley, Mark E Molitch (2005) Type 1 Diabetes. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 90: E2.
43. Mathers CD, Loncar D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. PLoS Med 2006; 3(11): e442..
- 44.Tabish SA. Is Diabetes Becoming the Biggest Epidemic of the Twenty-first Century?. Int J Health Sci (Qassim) 2007;1(2): V–VIII.
45. Ceriello A, Testac R, Genovese S. Clinical implications of oxidative stress and potential role of natural antioxidants in diabetic vascular

**FENOLES TOTALES Y FLAVONOIDES EN SEMILLAS DE
SWIETENIA MACROPHYLLA KING Y SWIETENIA HUMILIS ZUCCARINI**

- complications. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2016;26(4):285-292.
46. Sabu M.C. y R. Kuttan; *Anti-diabetic activity of medicinal plants and its relationship with their antioxidant property*, J. Ethnopharmacol. 2002; 81(2):155-160.
47. Ugochukwu N.H. y N.E. Babady; *Antioxidant effects of Gongronema latifolium in hepatocytes of rat models of non-insulin dependent diabetes mellitus*. Fitoterapia. 2002; 73 (7-8): 612-618.
48. Ceriello, A; Testac, R; Genovese, S. Clinical implications of oxidative stress and potential role of natural antioxidants in diabetic vascular complications. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2016; 26(4):285-292.
49. Behl, T; Kaur, I; Kotwani, A. Implication of oxidative stress in progression of diabetic retinopathy. Surv Ophthalmol. 2015; 61(2):187-96.
50. Géhl, Z; Bakondi, E; Resch, MD; Hegedűs, C; Kovács, K; Lakatos, P; et al .Diabetes-induced oxidative stress in the vitreous humor. Redox Biol. 2016; 9:100-103.
51. Rahimi-Madiseh, M; Malekpour-Tehrani, A; Bahmani, M; Rafieian-Kopaei, M. The research and development on the antioxidants in prevention of diabetic complications. Asian Pac J Trop Dis. 2016; 9(9):825-831.
52. Failla, M.L y R.A Kiser; *Altered tissue content and cytosol distribution of trace metal in experimental diabetes*. Journal of Nutrition, Bethesda. 1981; 111 (11): 1900-1909.
53. Miceli N. y otros cinco autores; *Anti-inflammatory activity of extract and fractions from Nepeta sibthorpii Benth* J. Ethnopharmacol. 2005; 97(2): 261-266.
54. Fernández A.C., A.D. Cromarty y C. Albrecht; *The antioxidant potential of Sutherlandia frutescens*, Journal of Ethnopharmacology. 2004; 95: 1-5.
55. Kim K.S. y otros seis autores; *Anti-oxidant activities of the extracts from the herbs of Artemisia apiacea*, J. Ethnopharmacol. 2003; 85 (1): 69-72.
56. Bandonien D. y M. Murkovic; *The detection of radical scavenging compounds in crude extract of borage (Borago officinalis L.) by using an on-line HPLC- DPPH method*. J. Biochem. Biophys: Methods. 2002; 53 (1-3): 65-70.
57. Parejo I. y otros cinco autores; *Evaluation of scavenging activity assessed by Co (II)/EDTA-induced luminol chemiluminescence and DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) free radical assay*, Journal of Pharmacological and Toxicological Methods. 2000; 44 (3): 435-438.
58. Luo Q., Y. y otros cuatro autores; *Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer*. Life Sci. 2004; 74 (17), 2157-2184.
59. M^ccune L.M. y T. Johns; *Antioxidant activity in medicinal plants associated with the symptoms of diabetes mellitus used by the Indigenous Peoples of the North American boreal forest*, J. Ethnopharmacol. 2002; 82 (2-3): 197-205.
60. Sokmen M. et al. *In vitro antioxidant activity of polyphenol extracts with antiviral properties from Geranium sanguineum L.* Life Sciences. 2005; 76 (25): 2981-2993.

61. Pardo G. et al. *Mangifera indica* L. extract (*Vimang*) inhibits Fe^{2+} -citrate-induced lipoperoxidation in isolated rat liver mitochondria. *Pharmacol. Res.* 2005; 51 (5): 427-435.
62. Choi C.W. et al. *Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between Korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison*. *Plant Science*. 2002; 163, 1161-1168.
63. Cai Y., Q. Luob, M. Sunc y H. Corke; *Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer*. *Life Sciences*. 2004; 74: 2157-2184.
64. Namiki M.; *Antioxidants/antimutagens in food*. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1990; 29: 273-300.
65. Pyo Y.H., T.C. Lee, L. Logendra y R.T. Rosen, *Antioxidant activity and phenolic compounds of Swiss chard (*Beta vulgaris* subspecies *cycla*) extracts*. *Food Chem.* 2004; 85 (19): 19-26.
66. Zhang JF, Yang JY, Wen J, Wang DY, Yang M, Liu QQ. Experimental studies on hypoglycemic effects of total flavonoid from *Toona sinensis*. *Zhong Yao Cai*. 2008; 31(11):1712-4.
67. Maiti A, Dewanjee S, Sahu R. Isolation of hypoglycemic phytoconstituent from *Swietenia macrophylla* seeds. *Phytother Res*. 2009; 23(12):1731-1733
68. Perez-Gutierrez RM, Damian-Guzman M. Meliacinolin: a potent α -glucosidase and α -amylase inhibitor isolated from *Azadirachta indica* leaves and in vivo antidiabetic property in streptozotocin-nicotinamide-induced type 2 diabetes in mice. *Biol Pharm Bull*. 2012; 35(9):1516-1524.
69. Falah S., Suzuki T., Katayama T. Chemical constituents from *Swietenia macrophylla* bark and their antioxidant activity. *Pak. J. Biol. Sci.* 2008; 11:2007–2012.
70. Maiti A., Dewanjee S., Jana G., Mandal S.C. Hypoglycemic effect of *Swietenia macrophylla* seeds against type II diabetes. *Int. J. Green Pharm.* 2008; 2: 224-227.
71. Maiti A., Dewanjee S., Kundu M., Mandal S.C. Evaluation of antidiabetic activity of the seeds of *Swietenia macrophylla* in diabetic rats. *Pharm. Biol.* 2009; 47:132–136.
72. Dewanjee S., Maiti A., Das A.K., Mandal S.C., Dey S.P. Swietenine: A potential oral hypoglycemic from *Swietenia macrophylla* seed. *Fitoterapia*. 2009; 80:249–251.
73. Kalaivanan K., Pugalendi K.V. Antihyperglycemic effect of the alcoholic seed extract of *Swietenia macrophylla* on streptozotocin-diabetic rats. *Pharmacognosy Res.* 2011; 3: 67–71.
74. Biswas U.K., Chakraborty R., Banerjee P., Maji D., Mondal M.C., Raychaudhuri U. Antidiabetic and antioxidant effect of *Swietenia macrophylla* seeds in experimental type 2 diabetic rats. *Int. J. Diabetes Dev. Ctries.* 2013; 33:60–65.
75. Ovalle-Magallanes B, Medina-Campos ON, Pedraza-Chaverri J, Mata R. Hypoglycemic and antihyperglycemic effects of phytopreparations

**FENOLES TOTALES Y FLAVONOIDES EN SEMILLAS DE
SWIETENIA MACROPHYLLA KING Y SWIETENIA HUMILIS ZUCCARINI**

- and limonoids from *Swietenia humilis*. *Phytochemistry*. 2015;110:111-119.
76. Guevara A., Apilado A., Sakurai H., Kozuka M., Takuda H. Anti-inflammatory, antimutagenicity, and antitumor-promoting activities of mahogany seeds, *Swietenia macrophylla* (Meliaceae) Philipp. *J. Sci.* 1996;125:271–277.
77. Chen J.-J., Huang S.-S., Liao C.-H., Wei D.-C., Sung P.-J., Wang T.-C., Cheng M.-J. A new phragmalin-type limonoid and anti-inflammatory constituents from the fruits of *Swietenia macrophylla*. *Food Chem.* 2010;120:379–384.
78. Goh B.H., Kadir A. *In vitro* cytotoxic potential of *Swietenia macrophylla* King seeds against human carcinoma cell lines. *J. Med. Plants Res.* 2011;5:1395–1404.
79. Das A., JebaSunilson J., Gopinath R., Radhamani S., Nilugal K. Anti-nociceptive activity of the fruits of *Swietenia macrophylla* king. *J. Pharm. Res.* 2009;2:1367–1369.
80. Maiti A., Dewanjee S., Mandal S.C., Annadurai S. Exploration of antimicrobial potential of methanol and water extract of seeds of *Swietenia macrophylla* (family: Meliaceae), to substantiate folklore claim. *Iran. J. Pharm. Therap.* 2007;6:99–102
81. Bodey G.P., Bolivar R., Fainstein V., Jadeja L. Infections caused by *Pseudomonas aeruginosa*. *Clin. Infect. Dis.* 1983;5:279–313.
82. Richards M.J., Edwards J.R., Culver D.H., Gaynes R.P. Nosocomial infections in medical intensive care units in the united states. *Crit. Care Med.* 1999;27:887–892.
83. Dharmalingam K., Tan B.-K., Mahmud M.Z., Sedek S.A.M., Majid M.I.A., Kuah M.-K., Sulaiman S.F., Ooi K.L., Khan N.A.K., Muhammad T.S.T. *Swietenia macrophylla* extract promotes the ability of *Caenorhabditis elegans* to survive *Pseudomonas aeruginosa* infection. *J. Ethnopharmacol.* 2012;139:657–663.
84. Wu S.F., Lin C.K., Chuang Y.S., Chang F.R., Tseng C.K., Wu Y.C., Lee J.C. Anti-hepatitis C virus activity of 3-hydroxy caruillignan C from *Swietenia macrophylla* stems. *J. Viral Hepat.* 2012;19:364–370.
85. Soediro I., Padmawinata K., Wattimena J.R., Rekita S. Study of the active antimalarial methanolic extract of *Swietenia macrophylla* king (meliaceae) *Acta Pharm. Indones.* 1990;15:1–13.
86. Munoz V., Sauvain M., Bourdy G., Callapa J., Rojas I., Vargas L., Tae A., Deharo E. The search for natural bioactive compounds through a multidisciplinary approach in Bolivia. Part II. Antimalarial activity of some plants used by Mosekene Indians. *J. Ethnopharmacol.* 2000;69:139–155.
87. Murnigsih T., Matsuura H., Takahashi K., Yamasaki M., Yamato O., Maede Y., Katakura K., Susuki M., Kobayashi S., Yoshihara T. Evaluation of the inhibitory activities of the extracts of Indonesian traditional medicinal plants against *Plasmodium falciparum* and *Babesia gibsoni*. *J. Vet. Med. Sci.* 2005;67:829–831.
88. Weinberg K.P., Madel G. The influence of the mite *Varroa jacobsoni* oud. On the protein concentration and the haemolymph of the brood of

worker bees and drones of the honey bee *Apis mellifera* L. *Apidologie*. 1985;16:421–436.

89. El Zalabani S.M., El-Askary H.I., Mousa O.M., Issa M.Y., Zaitoun A.A., Abdel-Sattar E. Acaricidal activity of *Swietenia mahogany* and *Swietenia macrophylla* ethanolic extracts against *Varroa destructor* in honeybee colonies. *Exp. Parasitol.* 2012;130:166–170.

90. Maiti A., Dewanjee S., Mandal S.C. In vivo evaluation of antidiarrhoeal activity of the seed of *Swietenia macrophylla* king (meliaceae) *Trop. J. Pharm. Res.* 2007;6:711–716.

91. Mootoo B.S., Ali A., Motilal R., Pingal R., Ramlal A., Khan A., Reynolds W.F., McLean S. Limonoids from *Swietenia macrophylla* and *S. Aubrevilleana*. *J. Nat. Prod.* 1999;62:1514–1517.

92. Fan K.-C., Hsi H.-C., Chen C.-W., Lee H.-L., Hseu Z.-Y. Cadmium accumulation and tolerance of mahogany (*Swietenia macrophylla*) seedlings for phytoextraction applications. *J. Environ. Manag.* 2011;92:2818–2822.

93. Ahmadpour P., Ahmadpour F., Mahmud T., Abdu A., Soleimani M., Tayefeh F.H. Phytoremediation of heavy metals: A green technology. *Afr. J. Biotechnol.* 2012;11:14036–14043.

94. Paun G, Neagu E, Albu C, Moroeanu V, Radu GL. Antioxidant activity and inhibitory effect of polyphenolic-rich extract from *Betonica officinalis* and *Impatiens noli-tangere* herbs on key enzyme linked to type 2 diabetes. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers.* 2016;60:1-7.

95. Rico L; Gómez D; Ortiz R; Cano E; Franco M. Evaluación toxicológica y farmacológica del extracto etanólico de las semillas de *Swietenia humilis* Zucc (caobilla). *Rev. mex. cienc. farm* 2014; 45 (2):77-83.

CORRESPONDENCIA

Franklin Pacheco. Dirección: Laboratorio de Química y Análisis Instrumental. Escuela de Bioanálisis. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Venezuela. Teléfono: (0424)3405375 (0426) 5300303. Dirección de correo electrónico: pachecofranklin74@gmail.com