

ORIGINAL

## Chemical Composition and Aphrodisiac Activity of Aqueous and Hydroalcoholic Extracts of *Corynaea crassa* Hook f

### Composición química y actividad afrodisíaca de extractos acuosos e hidroalcohólicos de *Corynaea crassa* Hook f

Alexandra López Barrera<sup>1</sup>  , Yamilet Irene Gutiérrez Gaitén<sup>2</sup>  , Ramón Scull Lizama<sup>2</sup>  , Alejandro Felipe González<sup>2</sup>  , Glenda Marcela Sarmiento Tomalá<sup>1</sup>  , Haydee María Alvarado Alvarado<sup>1</sup>  

<sup>1</sup>Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Químicas. Guayaquil, Ecuador.

<sup>2</sup>Universidad de la Habana, Instituto de Farmacia y Alimentos. Ciudad Habana, Cuba.

**Citar como:** López Barrera A, Gutiérrez Gaitén YI, Scull Lizama R, González AF, Sarmiento Tomalá GM, Alvarado Alvarado HM. Chemical Composition and Aphrodisiac Activity of Aqueous and Hydroalcoholic Extracts of *Corynaea crassa* Hook f. Salud, Ciencia y Tecnología. 2025; 5:1461. <https://doi.org/10.56294/saludcyt20251461>

Enviado: 13-07-2024

Revisado: 02-10-2024

Aceptado: 25-02-2025

Publicado: 26-02-2025

Editor: Prof. Dr. William Castillo-González 

Autor para la correspondencia: Alexandra López Barrera 

#### ABSTRACT

**Introduction:** *corynaea crassa* is a hemiparasitic plant, traditionally used in Ecuador and Peru as a male aphrodisiac, but scientific evidence is required to validate its use. Especially, the species from Ecuador has not been studied for this purpose.

**Objective:** compare the chemical composition and aphrodisiac activity of aqueous and hydroalcoholic extracts of *C. crassa* collected in Ecuador and Peru.

**Method:** the chemical composition of aqueous and hydroalcoholic extracts was determined through the quantification of phenols by Folin-Ciocalteu, flavonoids by the aluminum trichloride technique, alkaloids and carbohydrates by the bromocresol green and phenol-sulfuric methods, respectively. The aphrodisiac activity of the extracts was tested at doses of 100, 200 and 300 mg/kg in male Wistar rats, using sildenafil (50 mg/kg) as a positive control. Parameters of sexual behavior, nitric oxide concentration in plasma and corpus cavernosum, and testosterone concentration in blood serum were evaluated.

**Results:** significant differences were seen in the content of each metabolite. The hydroalcoholic extracts showed the highest concentration of phenols, flavonoids and alkaloids, higher for the Ecuadorian sample. The aqueous extract from Peru recorded the highest concentration of carbohydrates. All extracts promoted sexual activity in rats, increasing the levels of nitric oxide and testosterone, highlighting the aqueous and hydroalcoholic extracts (300 mg/kg) with a behavior comparable to sildenafil.

**Conclusions:** the study justified the popular use of *C. crassa* as a male aphrodisiac, given the variety of chemical compounds quantified, providing the first scientific evidence of the Ecuadorian species.

**Keywords:** *Corynaea Crassa*; Ecuador; Peru; Phytochemistry; Aphrodisiac.

#### RESUMEN

**Introducción:** *corynaea crassa* es una planta hemiparásita, empleada tradicionalmente en Ecuador y Perú como afrodisíaco masculino, pero se requieren evidencias científicas para validar su uso. Especialmente, la especie de Ecuador no ha sido estudiada para este propósito.

**Objetivo:** comparar la composición química y la actividad afrodisíaca de extractos acuosos e hidroalcohólicos de *C. crassa* recolectada en Ecuador y Perú.

**Método:** se determinó la composición química de extractos acuosos e hidroalcohólicos a través de la cuantificación de fenoles por Folin-Ciocalteu, flavonoides mediante la técnica del tricloruro de aluminio,

alcaloides y carbohidratos por los métodos del verde bromocresol y fenol-sulfúrico, respectivamente. Se ensayó la actividad afrodisíaca de los extractos a las dosis de 100, 200 y 300 mg/kg en ratas machos Wistar, utilizando sildenafil (50 mg/kg) como control positivo. Se evaluaron parámetros de comportamiento sexual, concentración de óxido nítrico en plasma y cuerpo cavernoso, y concentración de testosterona en suero sanguíneo.

**Resultados:** se apreciaron diferencias significativas en el contenido de cada metabolito. Los extractos hidroalcohólicos manifestaron la mayor concentración de fenoles, flavonoides y alcaloides, más elevada para la muestra ecuatoriana. El extracto acuoso de Perú registró la mayor concentración de carbohidratos. Todos los extractos promovieron la actividad sexual en las ratas, incrementando los niveles de óxido nítrico y testosterona, destacando a los extractos acuosos e hidroalcohólicos (300 mg/kg) con un comportamiento comparable al sildenafil.

**Conclusiones:** el estudio permitió justificar el uso popular de *C. crassa* como afrodisíaco masculino, dada la variedad de compuestos químicos cuantificados, aportando la primera evidencia científica de la especie ecuatoriana.

**Palabras clave:** *Corynaea Crassa*; Ecuador; Perú; Fitoquímica; Afrodisíaco.

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento tradicional sobre las plantas medicinales es la primera evidencia clínica sobre la eficacia de la medicina herbal; su promoción y uso se inserta en todas las estrategias de prevención existentes, ya que sirven como fuentes potenciales de compuestos biológicamente activos en la síntesis y el desarrollo de nuevos medicamentos, sin embargo, son necesarios estudios científicos para corroborar la información etnobotánica. <sup>(1,2)</sup> En este sentido, la Organización Mundial de la Salud fomenta la investigación de medicamentos a base de plantas y alienta a los estados miembros a considerar dicho recurso natural como una parte integral de sus sistemas de salud. <sup>(2,3)</sup>

Uno de los trastornos sexuales más frecuentes es la disfunción eréctil (DE) o impotencia masculina; se describe como una incapacidad para mantener la erección del pene <sup>(4,5,6)</sup> y está estrechamente relacionada con los vasos sanguíneos arteriales dentro del revestimiento endotelial de los cuerpos cavernosos del pene, caracterizándose en parte, por una disminución de la producción de óxido nítrico. <sup>(4)</sup> Aunque la DE no es una afección potencialmente mortal, tiene un impacto sustancial en la salud general, dada su fuerte conexión con afecciones médicas graves que pueden dañar tanto la calidad de vida del paciente como de su pareja. <sup>(6,7)</sup> Las terapias farmacológicas incluyen los inhibidores de la fosfodiesterasa (sildenafil, tadalafil, vardenafil, papaverina y otros), estimulantes de la adenilciclase (alprostadil) y terapia de reemplazo hormonal (testosterona y sus derivados). Algunos de estos medicamentos convencionales para tratar la DE presentan eficacia limitada y efectos secundarios frecuentes. En este contexto, las nuevas investigaciones sobre plantas medicinales han demostrado su eficacia en la mejora del deseo sexual, el rendimiento y la salud sexual en general. <sup>(8,9)</sup>

*Corynaea crassa* Hook f. (Balanophoraceae) es una planta hemiparásita distribuida en diferentes regiones de América. En Ecuador y Perú se usa tradicionalmente como afrodisíaco, antidiabética, anticancerígena, antiinflamatoria y antiviral. <sup>(10)</sup> Estudios fitoquímicos han referido la presencia de esteroides ( $\beta$ -sitosterol), triterpenoides (lupenona,  $\beta$ -amirona, lupeol y  $\beta$ -amirina), taninos, alcaloides, saponinas, <sup>(11,12)</sup> ácidos grasos, catequina, quercetina, ácido arabinónico 1,4 lactona, ácido azelaico, eugenol y glicósido de flavanona. <sup>(13,14)</sup> Evaluaciones farmacológicas han demostrado la actividad antiinflamatoria, <sup>(13)</sup> antioxidante, <sup>(15)</sup> capacidad inhibitoria de la xantina oxidasa <sup>(16)</sup> y efecto erectógeno en la disfunción sexual inducida en roedores. <sup>(12)</sup> Teniendo en consideración la información limitada de la especie sobre estudios afrodisíacos y cuantificación de metabolitos, el trabajo persiguió como objetivo comparar la composición química y la actividad afrodisíaca de extractos acuosos e hidroalcohólicos de *C. crassa* recolectada en Ecuador y Perú.

## MÉTODO

La presente investigación es de tipo experimental con un enfoque cuantitativo.

### Recolección y procesamiento de la especie

La aprobación para la recolección de muestras de *Corynaea crassa* Hook f fue otorgada por el Ministerio de Medio Ambiente del Ecuador con clave de autorización 022-2019-IC-FLO-DNB/MA. La colecta se realizó en diciembre de 2019, en la reserva Yanacocha en el norte de Provincia de Pichincha, Ecuador (00 ° 05'S, 78 ° 33'E, 3700 m de elevación) y en la provincia de La Libertad, departamento de Santiago de Chuco, Agasmarca, Perú (08 ° 07'53 " S, 78 ° 03'23" E, 2900 m de elevación). Se identificó cada espécimen en el herbario de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil y se depositó bajo las claves 13116 y 13115, respectivamente.

Se trabajó con la planta completa, sobre la cual se realizó un lavado con agua potable y solución de hipoclorito de sodio, luego se procedió a secar la planta en la estufa de recirculación de aire (AISET modelo VLD-6000, Yatai, Shanghai, China) a una temperatura de 40 °C, considerando el material seco cuando al menos tres mediciones consecutivas obtuvieran un valor similar. Por último, se fragmentó la droga en un molino de cuchilla (marca IKA, modelo MF 10- serie 03.460254, China), con malla 2 mm.

### Obtención de los extractos

Los extractos acuosos de las plantas recolectadas en Ecuador y Perú se prepararon por decocción, partiendo de 20 g de droga cruda y 100 mL de agua, por un tiempo de 15 minutos. Los extractos hidroalcohólicos se obtuvieron a partir de la misma cantidad con 100 mL de una mezcla hidroalcohólica al 80 %, por el método de percolación, durante 48 horas.<sup>(18)</sup> El extracto se concentró en un rotoevaporador (IKA RV, China) a 40 °C hasta obtener un extracto fluido, el cual se llevó a sequedad y resuspendió en carboximetilcelulosa (Sigma Aldrich) al 0,5 % para realizar el ensayo biológico.

### Cuantificación de metabolitos

Los fenoles totales se cuantificaron por la técnica de Folin-Ciocalteu.<sup>(19)</sup> Para el ensayo se preparó una disolución de 200 µL del extracto o la sustancia de referencia, se le añadió 10 mL de una disolución de Folin-Ciocalteu, 1,8 mL de agua destilada, se agitó y esperó cinco minutos. Se adicionaron 8 mL de disolución 7,5 % de carbonato de sodio y se agitó nuevamente. Se dejó en reposo durante dos horas y se realizaron las mediciones de la absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro (Rayleigh UV-1601, China). A partir de una curva patrón de ácido gálico a las concentraciones de 10, 20, 30, 40 y 50 mg/100 mL se calculó el contenido de fenoles totales en los extractos, expresados en mg equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto seco (mg EAG/g).

Los flavonoides totales se determinaron mediante la técnica colorimétrica del tricloruro de aluminio.<sup>(19)</sup> La mezcla de reacción estuvo conformada por 0,5 mL del extracto o la sustancia de referencia, 1,5 mL de etanol al 96 %, 0,1 mL de tricloruro de aluminio al 10 %, 0,1 mL de acetato de potasio 1 M y 2,8 mL de agua destilada. Se esperó 30 minutos y se leyó la absorbancia a 415 nm en un espectrofotómetro (RAY LEIGH UV-1601, China). La concentración de flavonoides en los extractos se estimó por una curva patrón de quercetina a las concentraciones de 5, 20, 50, 60 y 80 µg/mL y se expresó en miligramos equivalentes de quercetina por gramo de extracto seco (mg EQ/g de extracto).

El método del verde bromocresol<sup>(20)</sup> se utilizó para la cuantificación de alcaloides. En un embudo de separación se adicionaron 5 mL de extracto o disolución patrón de quinina, 5 mL de disolución verde bromocresol (34,9 mg verde, 0,25 mL agua, 0,15 mL de NaOH 1N y completó a 50 mL con agua destilada), 5 mL de disolución buffer fosfato (7,16 g de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> en 100 mL de agua, se ajustó a pH 4,7 con ácido cítrico y sobresaturó con NaCl). Se agitó la mezcla y se añadió 5 mL de cloroformo. La absorbancia se leyó a 470 nm (espectrofotómetro Rayleigh UV-1601, China). El contenido de alcaloides en los extractos se expresó en mg/g en base a quinina (mg EQu/g), a través de una curva de este patrón a las concentraciones de 0,01; 0,02, 0,04; 0,06; 0,08 y 0,1 mg/mL, obtenidas de una disolución madre 0,1 mg/mL.

La determinación de carbohidratos se realizó por el método del fenol-sulfúrico.<sup>(21)</sup> Como estándar de referencia se utilizó D (+) galactosa. Se tomaron 200 µL de extracto y se mezclaron con 200 µL de una disolución de fenol al 5 % y 1 mL de ácido sulfúrico concentrado. La mezcla se agitó vigorosamente con ayuda de un vórtex (IKA-KMO, Alemania), las muestras se colocaron en un baño de calentamiento a 100 °C por 5 minutos, se incubaron a 30 °C en la oscuridad y se midió la absorbancia a 487 nm en espectrofotómetro (Rayleigh UV-1601, China). El contenido de carbohidratos solubles totales se expresó en miligramos equivalentes de D (+) galactosa por gramo de extracto seco (mg EG/g de extracto).

### Actividad afrodisíaca

Se siguió el procedimiento descrito por Myung *et al.*<sup>(22)</sup> con algunas modificaciones en los tiempos de observaciones y parámetros a medir.

Se utilizaron ratas albinas Wistar machos y hembras (250 y 280 g), procedentes del Centro para la Producción de Animales de Laboratorio (CENPALAB), Bejucal, La Habana, Cuba. Durante todo el ensayo los animales permanecieron bajo temperatura controlada (20 ± 3 °C), humedad (30-70 %), ciclo alternativo luz/oscuridad de 12 horas, así como alimentación y agua *ad libitum*. Todos los animales recibieron el cuidado y la atención según las normativas internacionales establecidas y los investigadores que participaron en el estudio respetaron los principios éticos que rigen la experimentación animal, garantizando el bienestar y la protección de los mismos, tanto por la sensibilidad humana ante el sufrimiento animal, como por garantizar la validez de los resultados.<sup>(23,24)</sup> La investigación se realizó en el Centro de Estudios para las Investigaciones y Evaluaciones Biológicas del Instituto de Farmacia y Alimentos de La Universidad de La Habana (CIEB-IFAL, Cuba) y aprobados bajo el código IR/PI/2019/115.

Los animales fueron distribuidos en 14 grupos de trabajo, cada uno de ellos con diez animales, cinco ratas

machos a los que se les administraron los productos (por vía oral mediante cánula intragástrica) y cinco ratas hembras sin tratamiento. Las ratas macho albinas seleccionadas se verificaron que tuvieran una actividad sexual normal, saludables y que mostraran dinamismo en la actividad. Se consideraron: Grupo I (control negativo): cloruro de sodio (NaCl 0,9 %) 5 mL/Kg de peso corporal (p.c); Grupo II (control positivo): sildenafil 50 mg/Kg p.c; Grupos III-V: extracto acuoso Ecuador (E-Ac-Ec) 100, 200, 300 mg/Kg p.c., respectivamente; Grupos VI-VIII: extracto acuoso Perú (E-Ac-Pe) 100, 200, 300 mg/Kg p.c., respectivamente; Grupos IX-XI: extracto hidroalcohólico Ecuador (E-H-Ec) 100, 200, 300 mg/Kg p.c., respectivamente; Grupos XII-XIV: extracto hidroalcohólico Perú (E-H-Pe) 100, 200, 300 mg/Kg p.c., respectivamente.

Los animales se observaron durante 3 horas. Los machos fueron colocados individualmente en una jaula. Después de 15 minutos de aclimatación, cada hembra se introdujo en jaulas independientes donde estaban los machos y se observaron durante 30 minutos, al comienzo de la primera hora, los parámetros de comportamiento sexual. Posteriormente, la hembra se separó durante 45 minutos y nuevamente, la volvieron a introducir en la jaula donde estaba el macho, y se realizaron las observaciones durante 30 minutos como antes. La hembra se separó durante 45 minutos y luego se volvió a introducir en la jaula por 30 minutos durante las últimas 3 horas.

### **Variables analizadas**

#### *Parámetros de comportamiento sexual masculino*

Se determinó la frecuencia de monta, latencia de monta (min.), frecuencia de intromisiones, latencia de intromisiones (min.), frecuencia eyaculatoria, latencia eyaculatoria (min.) y olfateo genital.

#### *Determinación de óxido nítrico en plasma y cuerpo cavernoso (Método de Griess)*

Preparación del estándar: se preparó una disolución madre de 500  $\mu\text{M}$  de nitrito de sodio en agua. Consecutivamente, se realizaron una serie de diluciones para obtener 1, 5, 10, 25 y 50  $\mu\text{M}$ . Las disoluciones se incubaron a temperatura ambiente durante 15 min. La disolución se agitó y se midió la absorbancia a 500 nm. Se elaboró una curva de absorbancia vs concentración de nitritos.<sup>(25)</sup>

#### *Preparación de las muestras*

Plasma: se tomaron las muestras de sangre en tubos heparinizados, las cuales fueron centrifugadas a 3 500 rpm durante 15 minutos para separar los elementos formes del plasma.

Cuerpo cavernoso: pequeñas porciones del cuerpo cavernoso (8 mm de longitud por 2 mm de espesor, aproximadamente) extraídas a partir del pene de la rata, se trituraron con ayuda de un mortero, se añadieron en una solución de buffer fosfato (pH= 7,4), se centrifugó a 3 500 rpm durante 15 minutos y se trabajó con el sobrenadante del homogenato del cuerpo cavernoso.<sup>(25)</sup>

Desproteínización de las muestras: a 50  $\mu\text{L}$  de plasma y sobrenadante del homogenato del tejido del cuerpo cavernoso se le agregó, 10  $\mu\text{L}$  de  $\text{ZnSO}_4$  al 30 %, 140  $\mu\text{L}$  de agua destilada, se agitó por un minuto, se dejó reposar por 15 minutos y se centrifugó a 3 500 rpm durante cinco minutos. El sobrenadante de los microtubos centrifugados se añadió en otros que contenían perlas o limallas de cadmio (0,5 g) previamente activadas (con 1 mL de agua destilada, 1 mL de HCl 0,1 M y 1 mL de  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 M, por separado, tres veces, en un vibroagitador). Se incubó hasta el día siguiente hasta la formación de un precipitado blanquecino, se retiraron las perlas de cadmio, se centrifugó por cinco minutos a 3 500 rpm. El sobrenadante se trasvasó a un microtubo.<sup>(25)</sup>

Reacción de Griess: se mezclaron 50  $\mu\text{L}$  de las muestras con 50  $\mu\text{L}$  de agua destilada, 25  $\mu\text{L}$  de reactivo A de Griess y 25  $\mu\text{L}$  de reactivo B de Griess. Después de 10 min, se agitó la mezcla durante cinco minutos y se determinó la absorbancia a 550 nm. El mismo procedimiento se desarrolló para las diferentes concentraciones del estándar de nitritos.<sup>(25)</sup>

#### *Determinación de testosterona*

Se tomaron las muestras de sangre en tubos sin anticoagulante y se centrifugaron a 3 500 rpm durante 15 minutos. Se tomó el suero que correspondió a la parte superior del tubo centrifugado, evitando coger el coágulo o el gel. La testosterona total (ng/mL) se determinó por un juego de reactivos para el análisis cuantitativo de dicha hormona en suero sanguíneo [Testosterona (I-125) RIA KIT RK-61CT. Estuche para 100 determinaciones], comercializado por IZOTOP (Budapest-Hungría), con una sensibilidad de 0,12 nmol/L (0,034 ng/mL). Se siguió las instrucciones del fabricante.

### **Análisis estadístico**

Los resultados de las determinaciones cuantitativas de metabolitos se procesaron mediante la prueba de Duncan. Las variables analizadas de los grupos experimentales en el estudio afrodisíaco se compararon utilizando la prueba de Kruskal-Wallis seguida de la prueba de Friedman. Un valor  $p < 0,05$  se consideró significativo. Todo el análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software SPSS versión 8.0.

**RESULTADOS****Cuantificación de metabolitos**

Los resultados correspondientes a las concentraciones de fenoles, flavonoides, alcaloides y carbohidratos en los extractos de *C. crassa* se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Contenido de fenoles, flavonoides, alcaloides y carbohidratos en los extractos acuosos e hidroalcohólicos de *C. crassa* procedente de Ecuador y Perú

Extractos	Resultados X / DE			
	Fenoles totales (mg EAG/g)	Flavonoides totales (mg EQ/g)	Alcaloides (mg EQu/g)	Carbohidratos (mg Eq G/g)
E-Ac-Ec	17,02/0,13 <sup>a</sup>	3,37/0,05 <sup>e</sup>	0,28/0,02 <sup>i</sup>	94,27/2,12 <sup>m</sup>
E-Ac-Pe	11,90/0,09 <sup>b</sup>	1,92/0,06 <sup>f</sup>	0,11/0,04 <sup>j</sup>	108,33/1,06 <sup>n</sup>
E-H-Ec	627,99/0,10 <sup>c</sup>	83,83/0,07 <sup>g</sup>	0,50/0,02 <sup>k</sup>	72,81/1,17 <sup>o</sup>
E-H-Pe	500,74/0,16 <sup>d</sup>	46,51/0,04 <sup>h</sup>	0,40/0,08 <sup>l</sup>	85,12/0,23 <sup>p</sup>

X / DE: valor medio de las determinaciones / desviación estándar (n=3). Letras diferentes en una columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) según Duncan; E-Ac-Ec: extracto acuoso Ecuador; E-Ac-Pe: extracto acuoso Perú; E-H-Ec: extracto hidroalcohólico Ecuador; E-H-Pe: extracto hidroalcohólico Perú; EAG: equivalentes de ácido gálico; EQ: equivalentes de quercetina; EQu: equivalentes de quinina; Eq G: equivalentes de D (+) galactosa

**Actividad afrodisíaca**

La actividad afrodisíaca se evaluó en los extractos acuosos e hidroalcohólicos de *C. crassa* recolectada en Ecuador y Perú, y se comparó con una disolución fisiológica de cloruro de sodio (control negativo) y sildenafil (fármaco de referencia). Los parámetros de comportamiento sexual evaluados se registran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Parámetros del comportamiento en las ratas machos administradas con extractos acuosos e hidroalcohólicos de *C. crassa* procedente de Ecuador y Perú

Grupos	Valor medio/Desviación estándar						
	Frecuencia de monta	Latencia de monta (min.)	Frecuencia de intromisiones	Latencia de intromisiones (min.)	Frecuencia eyaculatoria	Latencia eyaculatoria (min.)	Olfateo genital
NaCl 5 mL/Kg	34,6/7,33 <sup>a</sup>	0,59/0,07 <sup>a</sup>	14,2/4,14 <sup>a</sup>	0,88/0,12 <sup>a</sup>	7,0/2,12 <sup>a</sup>	10,8/2,28 <sup>a</sup>	16,4/4,39 <sup>a</sup>
Sildenafil 50 mg/kg	77,2/15,15 <sup>b</sup>	0,12/0,04 <sup>b</sup>	36,8/5,76 <sup>b</sup>	0,50/0,04 <sup>b</sup>	19,8/3,49 <sup>b</sup>	2,2/0,83 <sup>b</sup>	69,6/6,18 <sup>b</sup>
E-Ac-Ec 100 mg/kg	53,2/10,66 <sup>c</sup>	0,19/0,05 <sup>cd</sup>	23,4/4,39 <sup>c</sup>	0,56/0,05 <sup>c</sup>	13,6/3,04 <sup>cd</sup>	6,0/1,41 <sup>c</sup>	44,2/3,42 <sup>c</sup>
E-Ac-Ec 200 mg/kg	72,4/9,76 <sup>b</sup>	0,17/0,03 <sup>bcd</sup>	31,4/3,13 <sup>b</sup>	0,53/0,04 <sup>b</sup>	15,2/2,16 <sup>d</sup>	4,8/0,83 <sup>d</sup>	58,2/3,11 <sup>df</sup>
E-Ac-Ec 300 mg/kg	75,00/7,87 <sup>b</sup>	0,14/0,04 <sup>bc</sup>	35,60/4,33 <sup>b</sup>	0,50/0,02 <sup>b</sup>	21,2/1,78 <sup>b</sup>	4,0/2,00 <sup>eg</sup>	67,8/3,49 <sup>b</sup>
E-Ac-Pe 100 mg/kg	60,2/4,81 <sup>d</sup>	0,21/0,04 <sup>de</sup>	25,40/1,81 <sup>c</sup>	0,62/0,03 <sup>cd</sup>	13,2/3,03 <sup>cd</sup>	7,4/2,79 <sup>f</sup>	30,8/3,83 <sup>e</sup>
E-Ac-Pe 200 mg/kg	69,8/10,08 <sup>bd</sup>	0,19/0,04 <sup>cd</sup>	30,0/7,34 <sup>c</sup>	0,54/0,05 <sup>bc</sup>	12,6/3,71 <sup>cd</sup>	4,0/1,0 <sup>eg</sup>	33,8/4,86 <sup>e</sup>
E-Ac-Pe 300 mg/kg	72,0/11,57 <sup>b</sup>	0,15/0,05 <sup>bcd</sup>	33,40/6,14 <sup>b</sup>	0,52/0,03 <sup>b</sup>	19,0/2,64 <sup>b</sup>	4,4/1,67 <sup>de</sup>	66,2/2,38 <sup>b</sup>
E-H-Ec 100 mg/kg	48,0/8,68 <sup>c</sup>	0,21/0,04 <sup>e</sup>	21,4/5,12 <sup>c</sup>	0,67/0,09 <sup>d</sup>	14,0/2,54 <sup>cd</sup>	7,6/2,00 <sup>f</sup>	30,2/2,86 <sup>e</sup>
E-H-Ec 200 mg/kg	58,0/9,59 <sup>cd</sup>	0,20/0,05 <sup>de</sup>	26,4/6,42 <sup>c</sup>	0,64/0,09 <sup>cd</sup>	11,0/2,82 <sup>c</sup>	8,0/2,12 <sup>f</sup>	61,4/6,46 <sup>f</sup>
E-H-Ec 300 mg/kg	71,40/8,29 <sup>b</sup>	0,16/0,05 <sup>bcd</sup>	32,8/4,65 <sup>b</sup>	0,56/0,05 <sup>b</sup>	19,6/3,64 <sup>b</sup>	3,8/0,83 <sup>g</sup>	67,8/3,56 <sup>b</sup>
E-H-Pe 100 mg/kg	49,60/3,64 <sup>c</sup>	0,21/0,05 <sup>e</sup>	20,6/2,60 <sup>c</sup>	0,70/0,11 <sup>d</sup>	14,2/3,63 <sup>cd</sup>	8,0/1,87 <sup>f</sup>	30,4/3,91 <sup>e</sup>

E-H-Pe 200 mg/kg	52,60/4,87 <sup>c</sup>	0,20/0,04 <sup>de</sup>	24,0/5,43 <sup>c</sup>	0,63/0,11 <sup>cd</sup>	11,2/2,94 <sup>c</sup>	7,6/2,07 <sup>f</sup>	54,8/2,38 <sup>d</sup>
E-H-Pe 300 mg/kg	71,80/4,65 <sup>b</sup>	0,19/0,04 <sup>cd</sup>	31,8/6,30 <sup>b</sup>	0,58/0,06 <sup>bc</sup>	19,0/3,80 <sup>b</sup>	4,8/2,38 <sup>de</sup>	66,4/6,98 <sup>b</sup>

Letras diferentes en una columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) según Kruskal Wallis y Friedman ( $n=5$ ); E-Ac-Ec: extracto acuoso Ecuador; E-Ac-Pe: extracto acuoso Perú; E-H-Ec: extracto hidroalcohólico Ecuador; E-H-Pe: extracto hidroalcohólico Perú

En la presente investigación fue determinada la concentración de óxido nítrico, expresada como nitritos, en plasma y en los cuerpos cavernosos del pene de las ratas, y la concentración de testosterona en suero sanguíneo. En la tabla 3 se presentan las cuantificaciones en cada medio biológico ensayado.

**Tabla 3.** Concentración de óxido nítrico y testosterona en los grupos ensayados

Grupos	Concentración de óxido nítrico ( $\mu\text{M}$ ) X / DE		Concentración de testosterona (ng/mL) X / DE
	Plasma	Cuerpo cavernoso	Suero sanguíneo
	Control negativo (NaCl)	4,00/0,34 <sup>a</sup>	12,54/0,27 <sup>a</sup>
Sildenafil (50 mg/Kg)	7,47/0,23 <sup>b</sup>	23,50/0,36 <sup>b</sup>	3,81/0,10 <sup>b</sup>
E-Ac-Ec 100 mg/Kg	5,74/0,30 <sup>cde</sup>	19,34/0,34 <sup>ci</sup>	2,94/0,06 <sup>c</sup>
E-Ac-Ec 200 mg/Kg	6,36/0,60 <sup>d</sup>	21,03/0,62 <sup>f</sup>	3,63/0,12 <sup>be</sup>
E-Ac-Ec 300 mg/Kg	7,40/0,31 <sup>b</sup>	23,41/0,31 <sup>b</sup>	3,76/0,17 <sup>be</sup>
E-Ac-Pe 100 mg/kg	5,65/0,43 <sup>cde</sup>	18,16/0,23 <sup>d</sup>	2,73/0,18 <sup>d</sup>
E-Ac-Pe 200 mg/Kg	6,24/0,27 <sup>de</sup>	19,07/0,39 <sup>de</sup>	3,62/0,03 <sup>be</sup>
E-Ac-Pe 300 mg/kg	7,45/0,58 <sup>b</sup>	23,36/0,40 <sup>b</sup>	3,66/0,06 <sup>be</sup>
E-H-Ec 100 mg/kg	5,33/0,68 <sup>c</sup>	17,24/0,34 <sup>c</sup>	2,66/0,18 <sup>d</sup>
E-H-Ec 200 mg/kg	5,46/0,20 <sup>c</sup>	18,61/0,34 <sup>c</sup>	2,99/0,04 <sup>c</sup>
E-H-Ec 300 mg/kg	6,33/0,31 <sup>d</sup>	22,49/0,82 <sup>d</sup>	3,60/0,02 <sup>be</sup>
E-H-Pe 100 mg/kg	5,23/0,48 <sup>c</sup>	17,34/0,40 <sup>c</sup>	2,98/0,03 <sup>c</sup>
E-H-Pe 200 mg/kg	5,60/0,28 <sup>ce</sup>	18,48/0,32 <sup>ce</sup>	3,05/0,07 <sup>c</sup>
E-H-Pe 300 mg/kg	6,28/0,48 <sup>de</sup>	19,66/0,27 <sup>de</sup>	3,57/0,10 <sup>e</sup>

X / DE: valor medio de las determinaciones / desviación estándar ( $n=5$ ). Letras diferentes en una columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) según Kruskal Wallis y Friedman; E-Ac-Ec: extracto acuoso Ecuador; E-Ac-Pe: extracto acuoso Perú; E-H-Ec: extracto hidroalcohólico Ecuador; E-H-Pe: extracto hidroalcohólico Perú

## DISCUSIÓN

*C. crassa* tiene referido pocos estudios y es limitada la información fitoquímica, principalmente, sobre la cuantificación de metabolitos. Por tal motivo, como parte importante del control de la calidad de los extractos acuosos e hidroalcohólicos de la especie se determinaron los fenoles, flavonoides, alcaloides y carbohidratos, por ser metabolitos ampliamente distribuidos en el reino vegetal.

Al analizar los resultados de las cuantificaciones efectuadas a los extractos, se pudo apreciar que existían diferencias significativas en el contenido de cada metabolito según el tipo de extracto y el lugar de procedencia. Los extractos hidroalcohólicos manifestaron la mayor concentración de fenoles, flavonoides y alcaloides, siendo más elevada para la muestra procedente de Ecuador. En contraste, los extractos acuosos de ambas colectas registraron la mayor concentración de carbohidratos, más elevada para la procedente de Perú.

Los compuestos fenólicos, incluyendo los flavonoides, se forman como productos intermedios o finales del metabolismo secundario de la planta; desempeñan un papel en el crecimiento y la reproducción, la adaptación y la supervivencia en condiciones ambientales estresantes o adversas, como radiación ultravioleta, altas temperaturas y ataque de patógenos.<sup>(26)</sup> El contenido de fenoles de *C. crassa* fue mayor que el referido en la literatura por Nina et al.<sup>(27)</sup> para un extracto hidroalcohólico de tubérculos de la especie *Ombrophytum subterraneum* (Balanophoraceae) (242,10 mg EAG/g). En el caso de los flavonoides, no existen antecedentes de estudio en la familia sobre la cuantificación de los mismos por el método colorimétrico del tricloruro de aluminio.

Los alcaloides constituyen uno de los grupos más grandes de productos naturales en cuanto a su diversidad estructural. Al comparar los resultados del presente estudio con los referidos por Akitan et al.<sup>(28)</sup> a extractos de *Thonningia sanguinea* (Balanophoraceae) se apreciaron diferencias (0,38 mg/g).

Los carbohidratos incluyen monosas, oligosacáridos, polisacáridos y carbohidratos complejos combinados con proteínas y lípidos<sup>(29,30)</sup> que realizan una serie de funciones claves en el organismo. Algunas investigaciones refieren posibles efectos antitumorales, inmunomoduladores, antioxidantes, antiinflamatorios,<sup>(30)</sup> mejoran las funciones sexuales,<sup>(31)</sup> entre otros. De ahí, la importancia en su determinación y cuantificación. La concentración de estos metabolitos fue sustancialmente mayor que la referida para la especie *Balanophora poliantha* (Balanophoraceae) (54 mg/g) en estudios efectuados por Qu et al.<sup>(32)</sup>

Los compuestos fenólicos (incluyendo los flavonoides), alcaloides y carbohidratos, así como otros metabolitos, difieren en tipo y cantidad. Son regulados genéticamente, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo, dependiendo estas variaciones de factores ambientales, composición del suelo, ubicación geográfica, solubilidad de estos compuestos en diferentes disolventes, entre otros.<sup>(33)</sup> Estos factores pueden dar respuesta a los cambios cuantitativos encontrados en la especie de diferentes procedencias, si se tiene en cuenta que la ubicación geográfica y el tipo de suelo son diferentes.

En el ensayo afrodisíaco se utilizó el control positivo sildenafil, recomendado para el tratamiento de la disfunción eréctil. Dicho fármaco restaura la función eréctil deteriorada mediante el aumento del flujo sanguíneo al pene. El mecanismo fisiológico responsable de la erección del pene implica la liberación de óxido nítrico (NO) en el cuerpo cavernoso durante la estimulación sexual.<sup>(34)</sup>

Las frecuencias de monta e intromisiones son parámetros que se miden habitualmente para determinar la motivación sexual, la eficiencia de la erección del pene y la activación de los reflejos eyaculadores.<sup>(35,36)</sup> Los grupos tratados con los extractos acuosos e hidroalcohólicos de ambas procedencias a 300 mg/kg tuvieron un comportamiento similar al grupo que se le administró sildenafil. Respecto a la frecuencia eyaculatoria, el mayor valor se logró para el sildenafil y los extractos acuosos e hidroalcohólicos a las dosis de 300 mg/kg, sin diferencias significativas entre ellos, aunque los restantes grupos mostraron un proceder diferente al control negativo quien manifestó la menor frecuencia.

Las latencias de monta, intromisión y eyaculatoria son inversamente proporcionales a la motivación sexual. El menor tiempo registrado respecto al control negativo sugiere estimulación de la motivación para aparearse y excitarse.<sup>(35,36)</sup> Los grupos tratados con el extracto acuoso de procedencia ecuatoriana a las dosis de 200 y 300 mg/kg, el extracto acuoso de Perú a 300 mg/kg y el hidroalcohólico de Ecuador a 300 mg/kg manifestaron un comportamiento similar al grupo del sildenafil. Por otro lado, las ratas a las que se les administró los extractos mostraron más apetito sexual que el grupo control, evidenciado por el aumento de los valores en la medida del olfateo genital. En este parámetro, los extractos acuosos e hidroalcohólicos de ambas procedencias, a la mayor dosis, exhibieron un comportamiento análogo al control positivo.

Los resultados son consistentes con los de Ajayi y Akhigbe,<sup>(35)</sup> que sugieren que las ratas machos, una vez introducidas en la jaula de prueba, responden con avances inmediatos hacia las hembras y muestran comportamientos precopulatorios, como perseguir el olfateo anogenital que eventualmente resulta en montaje.

Con relación a *C. crassa*, existe un trabajo realizado por Acaro y Arroyo<sup>(12)</sup> en extractos etanólicos de una especie peruana, donde se demostró que a las dosis de 200 mg/kg y 400 mg/kg, aumentaron la eficacia de las montas, intromisiones y eyaculación. Lo anterior está en correspondencia con los resultados de la presente investigación, y los datos obtenidos para la especie procedente de Ecuador que son referidos por primera vez.

El óxido nítrico (NO) juega un papel fundamental en la relajación del músculo liso del pene humano y erección del mismo. El mecanismo fisiológico de la erección del pene implica la liberación de NO en los cuerpos cavernosos durante la estimulación sexual. El NO activa la enzima guanilato ciclase, la cual a su vez incrementa los niveles de GMPc, produciendo la relajación del músculo liso en los cuerpos cavernosos y permitiendo mayor afluencia de sangre.<sup>(37)</sup>

El nivel plasmático de ON en plasma de todas las muestras ensayadas fue mayor que en grupo control negativo, siendo más elevado para el sildenafil y los que recibieron extractos acuosos de Ecuador y Perú (dosis de 300 mg/kg). Los resultados están en correspondencia con los diferentes parámetros medidos en el comportamiento sexual de las ratas donde el control positivo y las mayores dosis de los extractos fueron los que registraron las mejores respuestas. Los niveles de NO en los cuerpos cavernosos también aumentaron significativamente respecto al control negativo en los grupos ensayados. La mayor concentración se obtuvo en los animales tratados con sildenafil y los administrados con los extractos acuosos a 300 mg/kg, seguido de los grupos tratados con las mayores dosis de extracto hidroalcohólico de ambas procedencias.

La testosterona es una hormona masculina con un impacto significativo en la espermatogénesis. Un nivel ligeramente aumentado da como resultado un mayor deseo sexual y excitabilidad.<sup>(38)</sup> Se pudo apreciar que el sildenafil y todos los extractos de *C. crassa*, aumentaron significativamente los niveles de testosterona en suero sanguíneo respecto al control negativo, presentando las mayores concentraciones de los extractos acuosos de ambas procedencias (200 y 300 mg/kg) y los hidroalcohólicos (300 mg/kg), un comportamiento comparable al

sildenafil.

Se informa que varios fitoquímicos juegan un papel importante en la estimulación sexual. Por ejemplo, los compuestos fenólicos en general, tienen la capacidad de eliminar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo que contribuye a la disfunción eréctil. Al reducir el estrés oxidativo, estos compuestos pueden ayudar a proteger los tejidos cavernosos y mantener la función eréctil normal, y por tanto una adecuada salud sexual.<sup>(9)</sup>

Los flavonoides son hábiles para incrementar la producción de ON a través de la inhibición de las fosfodiesterasas, haciendo que las células endoteliales incrementen su producción y liberación. Este mecanismo, es similar a la acción del sildenafil, que es inhibidor de la fosfodiesterasa 5.<sup>(39)</sup>

Los alcaloides, aumentan la dilatación de los vasos sanguíneos en los órganos sexuales o aumentan el ON que juega un papel clave en la erección central y la estimulación sexual central.<sup>(38)</sup> Asimismo, los carbohidratos desempeñan funciones importantes en procesos bioquímicos cruciales asociados con la libido y la respuesta sexual, mejorando el bienestar sexual.<sup>(31)</sup>

## CONCLUSIONES

Se demostró experimentalmente que los extractos acuosos e hidroalcohólicos de *C. crassa* promueven la actividad sexual en las ratas bajo las condiciones ensayadas, incrementando los niveles de óxido nítrico en plasma y en el cuerpo cavernoso, así como la concentración de testosterona en suero sanguíneo. Los extractos exhibieron actividad positiva sobre el comportamiento sexual de las ratas, destacando a los extractos acuosos e hidroalcohólicos procedentes de Ecuador y Perú, a la mayor dosis (300 mg/kg) con un comportamiento similar al sildenafil.

La actividad afrodisíaca demostrada pudiera estar asociada a la presencia de compuestos de naturaleza fenólica (flavonoides), alcaloides y carbohidratos, cuantificados en los extractos.

El estudio desarrollado proporciona por primera vez evidencia científica sobre la actividad afrodisíaca de la especie ecuatoriana, lo que justifica su uso popular.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Disco Y, Kumar M, Bihari K. Ethnomedicine for drug discovery. In: advances in pharmaceutical biotechnology: Recent progress and future applications; Kumar J, Shukla AC, Das G. Eds.; Springer Nature Singapore Pte Ltd: Singapore, Republic of Singapore; 2020. Pp. 15-28. DOI: 10.1007/978-981-15-2195-9.
2. Theodoridis S, Drakou EG, Hickler T, Thines M, Nogues BD. Evaluating natural medicinal resources and their exposure to global change. *Lancet Planet Health* 2023 [acceso: 12/11/2024]; 7: e155-63. Disponible en: <https://www.thelancet.com/planetary-health>
3. Hani N, Baydoun S, Nasser H, Ulian T and Arnold AN. Ethnobotanical survey of medicinal wild plants in the Shouf Biosphere Reserve, Lebanon. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2022; 18:73. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13002-022-00568-y>
4. Goel B, Maurya NK. Aphrodisiac herbal therapy for erectile dysfunction. *Archives of Pharmacy Practice*. 2020 [acceso: 15/06/2024]; 11(1):1-6. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/339749932>
5. Vidhya AM, Misbah AAC, Padma LL, Nilofar SN, Sanaula ATamboli. An Overview: some medicinal plants as aphrodisiac agents. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 2022; 75(1):116-123. DOI: 10.47583/ijpsrr.2022.v75i01.021
6. Saikia Q, Adhikari K, Begum T, Dutta S, Hazarika A, Chandra KJ. Erectile dysfunction: basics and its management using plant products. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences* 2024; 11(1):25-41. DOI: 10.1080/2314808X.2023.2300560
7. Adam DR, Alem MM. Erectile dysfunction: pharmacological pathways with understudied potentials. *Biomedicines*. 2022; 11(1):46. DOI: 10.3390/biomedicines11010046
8. Owaba ADC, Etim EI, Johnson EC, Umoh UF. Aphrodisiac agents used in traditional medicine and their mechanism of action - A Review. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 2021 [acceso: 12/11/2024]; 10(3):126-153. Disponible en: <https://doi.org/10.22271/phyto.2021.v10.i3b.14085>
9. Rahman AU, Alam F, Khan M, Sarfraz M, Basit A, Ahmad T, et al. Evaluating the aphrodisiac potential of *Mirabilis jalapa* L. root extract: phytochemical profiling and *in silico*, *in vitro*, and *in vivo* assessments in normal male rats. *Molecules* 2023 [acceso: 1/01/2025]; 28, 6314. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/molecules28176314>

10. Segarra J, Romero C. *Corynaea crassa* Hook f. una planta parásita. Editorial Académica Española, España. 2019. pp. 1- 72.

11. Malca G, Henning L, Sieler J, Bussmann R. Constituyentes de *Corynaea crassa* “Viagra peruano”. Braz J Pharmacogn. 2015 [acceso: 18/02/2023]; 25(2):92-97. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2015.02.007>

12. Acaro F, Arroyo J. Efecto del extracto de *Corynaea crassa* y selenio en la disfunción sexual inducida en *Rattus norvegicus albinus*. Rev Peru. Med Integrativa. 2019; 4(3):83-89. DOI: 10.26722/rpmi.2019.vn3.500

13. López BA, Gutiérrez GYI, Miranda MM, Choez GIA, Ruiz RSG, Scull LR. Pharmacognostic, phytochemical, and antiinflammatory effects of *Corynaea crassa*: a comparative study of plants from Ecuador and Peru. Pharmacognosy Research 2021; 12:394-402. DOI: 10.4103/pr.pr\_42\_20

14. Santos OE, Pacheco CR, Villao UL, Miranda M, Gutiérrez Y, Chóez GI, et al. ITS1 Barcode and phytochemical analysis by gas chromatography-mass spectrometry of *Corynaea crassa* Hook. f (Balanophoraceae) from Ecuador and Peru. Genes 2023 [acceso: 1/01/2025]; 14(88). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/genes14010088>

15. López BAJ, Miranda MM, Gutiérrez GYI. Phytochemical profile and antioxidant activity of hydroalcoholic extracts of *Corynaea crassa* Hook. f (Balanophoraceae). Tropical Journal of Natural Product Research 2021; 5(8):1340-1347. DOI:10.26538/tjnpr/v4i9.14

16. Lopez BAJ, Gutiérrez GYI. *In vitro* inhibition of xanthine oxidase by hydroalcoholic extracts of *Corynaea crassa* Hook. F. Revista Bionatura 2023 [acceso: 10/01/2025]; 8(1):5. Disponible en: <https://revistabionatura.com/files/2023.08.01.5pdf>

18. Miranda MM, Cuéllar AC. Manual de prácticas de laboratorio. Farmacognosia y productos naturales. Ciudad de La Habana: Editorial Félix Varela; 2000. p. 56-60

19. Sagar NA, Pareek S, Gonzalez-Aguilar GA. Quantification of flavonoids, total phenols and antioxidant properties of onion skin: a comparative study of fifteen Indian cultivars. Journal of Food Sciences and Technology 2020; 57: 2423-2432. DOI: 10.1007/s13197-020-04277-w

20. Jaramillo C, Jaramillo A, D’Armas H, Troccoli L, Rojas L. Concentraciones de alcaloides, glucósidos cianogénicos, polifenoles y saponinas en plantas medicinales seleccionadas en Ecuador y su relación con la toxicidad aguda contra *Artemia salina*. Revista de Biología Tropical 2016; 64(3):1171-1184. DOI: 10.15517/rbt.v64i3.19537

21. Dubois MK, Gilles A, Hamilton JK, Rebersand PA and Smith F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem 1956 [acceso: 22/12/2024]; 28: 350-356. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>

22. Myung AJ, Kyo-nyeo O, Eun JC, Yu jK, Donghyuck B, Dool-Ri O, et al. Effect of Aqueous Extract of *Dendropanax morbifera* Leaf on Sexual Behavior in Male Rats. Journal of Food and Nutrition Research 2017 [acceso: 12/01/2019]; 5(7):518-521. Disponible en: <https://doi.org/10.12691/jfnr-5-7-10>

23. Diehl KH, Hull R, Morton D, Pfister R, Rabemampianina Y, Smith D, et al. A good practice guide to the administration of substances and removal of blood, including routes and volumes. J. Appl. Toxicol. 2001; 21(1):15-23. DOI:10.1002/jat.727

24. The World Medical Association. Declaración de la AMM sobre el Uso de Animales en la Investigación Biomédica. 2016. [WMA Statement on the Use of Animals in Biomedical Research]. [Acceso 03/2019]. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-la-amm-sobre-el-uso-de-animales-en-la-investigacion-biomedica/>

25. Granger DL, Taintor RR, Boockvar K S, Hibbs JB Jr. Determination of nitrate and nitrite in biological samples using bacterial nitrate reductase coupled with the Griess reaction. Methods 1995 [acceso: 15/02/2019]; 7:78-83. Disponible en: <https://doi.org/10.1006/meth.1995.1011>

26. Silva V, Falco V, Dias MI, Barros L, Silva A, Capita R, et al. Evaluation of the phenolic profile of *Castanea sativa* Mill. by-products and their antioxidant and antimicrobial activity against multiresistant bacteria. *Antioxidants* 2020; 9(87):14 pages. DOI: 10.3390/antiox9010087
27. Nina N, Theoduloz C, Giménez A, Hirschmann GS. Phenolics from the Bolivian highlands food plant *Ombrophytum subterraneum* (Aspl.) B. Hansen (Balanophoraceae): Antioxidant and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity. *Food Research International* 2020 [acceso: 5/04/2024]; 137. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109382>
28. Akintan CI, Akintan AO, Idowu OD and Ogboru RO. Phytochemical properties and ethno-botanical potentials of *Thonningia sanguinea* (Vahl) for the Management/Cure of some common ailments. *Nigerian Journal of Forestry* 2015 [acceso: 3/01/2024]; 45(1):9-15. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/320719763>
29. Shailja, Singh P. Carbohydrate structure and role. *International Journal of Multidisciplinary Research & Reviews* 2024 [acceso: 10/01/2025]; 03(02):52-72. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/379412413>
30. Song P, Huang Y, Li J, Shan S, Zhou Z, Cao H, et al. The influence of processing technologies on the biological activity of carbohydrates in food. *Food Chemistry* 2024 [acceso: 20/01/2025]; 23:1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101590>
31. Chandra P, Porwal M, Rastogi V, Tyagi JS, Sharma H, Verma A. Carb-loaded passion: a comprehensive exploration of carbohydrates in shaping aphrodisiac effects. *Macromolecular Symposia* 2024; 5(413). DOI: 10.1002/masy202400064
32. Qu J, He Y, Shi Y, Gai L, Xiao L, Peng F, et al. Polysaccharides derived from *Balanophora polyandra* significantly suppressed the proliferation of ovarian cancer cells through P53-mediated pathway. *J Cell Mol Med.* 2020; 00:1-11. DOI: 10.1111/jcmm.15468
33. Yuan Y, Tang X, Jia Z, Li C, Ma J and Zhang J. The effects of ecological factors on the main medicinal components of *Dendrobium officinale* under different cultivation modes. *Forests* 2020; 11(94): 16 pages. DOI: 10.3390/f11010094.
34. Aldawsari MF, Anwer MK, Ahmed MM, Fatima F, Soliman GA, Bhatia S, Zafar A, Aboudzadeh MA. Enhanced dissolution of sildenafil citrate using solid dispersion with hydrophilic polymers: Physicochemical characterization and in vivo sexual behavior studies in male rats. *Polymers* 2021 [acceso: 10/01/2025]; 13, 3512. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/polym13203512>
35. Ajayi AF and Akhigbe RE. Assessment of sexual behaviour and fertility indices in male rabbits following chronic codeine use. *Andrology* 2020; 8:509-515. DOI: 10.1111/andr.12717
36. Boublata NEI, Habbachi S, Saadane FZ, Bouzar A, Habbachi W. Effects of ethanolic extract of the *Cleome arabica* on sexual behavior in Wistar rats. *J Anim Behav Biometeorol* 2021[acceso: 10/01/2025]; 9:2135. Disponible en: <https://doi.org/10.31893/jabb.21035>
37. Mercanoglu G, Gumrukcu G, Macit M. Nitric oxide mediated effects of nebivolol on erectile function in rats with heart failure. *J Mens Health* 2021: 1-10 DOI:10.31083/jomh.2021.071
38. Dasofunjo K, Asuk AA and Nku CI. Evaluating the effect of ethanol leaf extract of *Gongronema latifolium* on some reproductive hormones of male Wistar rats. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences* 2020; 12(03):166-173. DOI:10.30574/gscbps.2020.12.3.0297
39. Laoung-on J, Saenphet K, Jaikang C, Sudwan P. Effect of *Moringa oleifera* Lam. leaf tea on sexual behavior and reproductive function in male rats. *Plants* 2021[acceso: 20/02/2020]; 10. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/plants10102019>

## FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA**

*Conceptualización:* López Alexandra, Gutiérrez Yamilet, Felipe González.

*Curación de datos:* López Alexandra, Sarmiento Glenda.

*Análisis formal:* López Alexandra, Scull Ramón, Alvarado Haydee.

*Investigación:* López Alexandra, Scull Ramón, Gutiérrez Yamilet.

*Metodología:* López Alexandra, Scull Ramón, Sarmiento Glenda.

*Administración del proyecto:* López Alexandra.

*Software:* Felipe Alejandro, Alvarado Haydee.

*Supervisión:* López Alexandra.

*Validación:* López Alexandra, Sarmiento Glenda, Alvarado Haydee.

*Redacción - borrador original:* López Alexandra, Gutiérrez Yamilet, Felipe Alejandro.

*Redacción - revisión y edición:* López Alexandra, Gutiérrez Yamilet, Felipe Alejandro.