

VALIDACIÓN DE TÉCNICAS ESPECTROFOTOMÉTRICAS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE FENOLES Y FLAVONOIDES EN *Capraria biflora* L.

VALIDATION OF SPECTROPHOTOMETRIC TECHNIQUES FOR THE QUANTIFICATION OF PHENOLS AND FLAVONOIDS IN *Capraria biflora* L.

Leyanet Pérez-Granela¹ <http://orcid.org/0009-0006-3619-6596>

Yanelis Saucedo-Hernández^{1*} <http://orcid.org/0000-0001-5146-5164>

Miguel Á. Alba-de-Armas¹ <http://orcid.org/0000-0002-4183-789x>

Liliana Vicet-Muro¹ <http://orcid.org/0000-0002-8682-0960>

¹Departamento de Farmacia. Facultad de Química y Farmacia. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba

*Autores para la correspondencia: ysaucedo@uclv.edu.cu

Recibido: 7 de noviembre de 2024

Aprobado: 13 de diciembre de 2024

RESUMEN

Capraria biflora L. (esclaviosa), es una especie investigada en el Departamento de Farmacia de la Universidad Central de Las Villas, Cuba. No se ha descrito la cuantificación de fenoles y flavonoides en la decocción, infusión y jarabe de la planta. El objetivo de la investigación fue validar dos técnicas espectrofotométricas para la cuantificación de fenoles y flavonoides en extractos y jarabe. Se evaluaron los parámetros de desempeño según normativas vigentes. Las técnicas fueron lineales, precisas, exactas y sensibles. El contenido de fenoles y flavonoides en la decocción, resultó ser superior al de la infusión, y en ambos extractos superior al jarabe. Los resultados obtenidos para el jarabe fueron similares a los descritos en la norma oficial en Cuba para otras especies, y resultó novedosa su cuantificación. Las técnicas espectrofotométricas permitieron la cuantificación de fenoles y flavonoides en dichas preparaciones, lo cual constituye una valiosa herramienta para su control de calidad.

Palabras clave: *Capraria biflora*; esclaviosa; técnicas espectrofotométricas; fenoles; flavonoides.

ABSTRACT

Capraria biflora L. (slave), is a species investigated in the Pharmacy's Department of Central University of Las Villas, Cuba. The quantification of phenols and flavonoids in the decoction, infusion and syrup of the plant has not been described. The objective of the research was to validate two spectrophotometric techniques for the quantification of phenols and flavonoids in extracts and syrup. The performance parameters were evaluated according to current regulations. The techniques were linear, precise, exact and sensitive. The content of phenols and flavonoids in the decoction was higher than the infusion, and in both extracts higher than the syrup. The results obtained for the syrup were similar to those described in the official standard in Cuba for other species and its quantification was novel. Spectrophotometric techniques allowed the quantification of phenols and flavonoids in these preparations, which constitutes a valuable tool for quality control.

Keywords: *Capraria biflora*; slave; spectrophotometric techniques; phenols; flavonoids.

INTRODUCCIÓN

En todas las culturas, desde la antigüedad, el ser humano ha venido utilizando especies vegetales para aliviar o tratar sus enfermedades. En registros que datan de 1600 a. C., los egipcios ya presentaban estudios con unas ochocientas plantas de uso medicinal. Se estima, que existen alrededor de 250 000 especies de fanerógamas en todo el planeta, siendo así una gran fuente de materia prima para el descubrimiento de nuevas sustancias químicas con potencial actividad farmacológica.⁽¹⁾

En las últimas décadas, industrias farmacéuticas e instituciones científicas de todo el mundo, realizan esfuerzos encaminados a la obtención de nuevos ingredientes activos naturales para su utilización en terapias complementarias que ofrecen marcadas ventajas, entre las que pueden citarse que existen menores posibilidades de efectos secundarios con este tipo de terapias, si es comparada con las aplicadas a partir de medicamentos sintéticos, o cómo no mencionar que la medicina natural es más accesible y asequible para todos. De manera general; la fitoterapia permite resolver diferentes problemas de salud, y esto ha hecho posible su empleo en el tratamiento de disímiles dolencias; entre ellas, la inflamación y el dolor.⁽¹⁾

La especie *Capraria biflora* L., usada para este fin, es una planta con una larga historia en la medicina tradicional. Este arbusto perenne, originario de las Antillas y América del Sur, ha sido empleado como diurético, estimulante, agente gastrointestinal, entre otros usos fitoterapéuticos. Pertenece a la familia *Scrophulariaceae*, la que comprende doscientos géneros y tres mil especies, distribuidos en todas las regiones, desde las tropicales hasta las árticas y templadas.⁽²⁾ Se ha estudiado poco a nivel mundial; sin embargo, en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, desde hace algunos años se han realizado investigaciones fitoquímicas de la especie, las cuales han permitido obtener información cualitativa en la que se destaca la presencia de fenoles y/o taninos en el extracto de las hojas de la planta que contribuyen al efecto gastroprotector. Esa acción terapéutica, ha sido evaluada a diferentes dosificaciones (200, 400 y 800 mg/kg); usando modelos de úlcera gástrica provocada por efectos de etanol e indometacina.⁽³⁾

Investigaciones anteriores no reportan la cuantificación de fenoles y flavonoides totales en extractos acuosos ni en formulaciones de *Capraria biflora* L. Teniendo en cuenta estas bases científicas,

el objetivo general de la investigación fue validar dos técnicas espectrofotométricas para la cuantificación de fenoles y flavonoides totales en los extractos acuosos de *Capraria biflora* L., obtenidos por decocción e infusión y en la formulación de un jarabe.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio experimental en el Laboratorio de Análisis Farmacéutico, del Departamento de Farmacia, de la Facultad de Química y Farmacia, en Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. La investigación fue desarrollada entre los meses de febrero a octubre de 2022.

Recolección y procesamiento del material de partida

Las hojas de *Capraria biflora* L. fueron recolectadas en el huerto de plantas medicinales de la Unidad de Toxicología Experimental de la Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Posteriormente, el secado del material vegetal se realizó mediante calor artificial en estufa a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ con aire recirculado durante cinco días. Se fragmentó el material seco en molino de cuchillas de cinco pulgadas, utilizando un tamiz de abertura de malla igual a 3 mm, para homogenizar el tamaño de partículas.

Preparación de los extractos acuosos de *Capraria biflora* L.

Extracción por decocción

Se pesaron 10 g del polvo de la planta, y se humectó con 50 mL de agua destilada durante 5 min. Se procedió a la extracción durante 30 min a una temperatura de $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ en plancha de calentamiento. Posteriormente, se filtró con papel de filtro, y se lavó la droga con agua destilada hasta completar 50 mL de extracto.⁽⁴⁾

Extracción por infusión

En un beaker, se midieron 250 mL de agua destilada, y se colocó en plancha de calentamiento hasta ebullición. El agua hirviente se retiró de la fuente de calor, y se añadió a 5 g de la droga previamente pesada en otro beaker; se tapó con un vidrio reloj, se dejó en reposo durante 10 min, y se filtró con gasa.⁽⁵⁾

Validación del método espectrofotométrico para la cuantificación de fenoles y flavonoides totales en extracto de *Capraria biflora* L. obtenido por decocción

Se evaluaron los parámetros de desempeño descritos en las normas ICH (Conferencia Internacional de Armonización) y las del CECMED (Centro para el

Control Estatal de los Medicamentos.^(2,3) El procesamiento de los resultados se realizó utilizando las posibilidades de cálculo estadístico del Microsoft Office Excel, 2016.⁽⁶⁾

Determinación de fenoles totales

Para la evaluación del contenido de fenoles totales, se utilizó el ácido gálico como compuesto fenólico de referencia, empleando la reacción de Folin-Ciocalteu (FCR), según el método de Pekal con modificaciones.^(7,8,9,10)

Linealidad

Solución madre de ácido gálico. Para la curva de calibración, se preparó una solución madre de ácido gálico, en agua destilada a una concentración 0,2 mg/mL. Procedimiento experimental. A partir de la disolución madre de ácido gálico 0,2 mg/mL se obtuvieron cinco disoluciones en el intervalo de concentración de 20 a 100 µg/mL. Se adicionó 200 µL del reactivo de Folin Ciocalteu (FCR) y 2 mL de carbonato de sodio (Na₂CO₃) al 7 %. Se enrasó con agua destilada hasta 5 mL. Transcurridos 30 min en la oscuridad, se midió la absorbancia a 765 nm.

Precisión

Este parámetro incluyó la repetibilidad y la precisión intermedia. Para la repetibilidad, se procesaron seis muestras, a las cuales se les aplicó la técnica en condiciones homogéneas, un mismo analista y en un mismo día. Al verificar la precisión intermedia, se desarrolló un procedimiento similar con la misma concentración, realizado por diferentes analistas. En ambos casos, se determinó el coeficiente de variación de los resultados.

Exactitud

Se utilizó el método de adición de patrón. Las muestras se analizaron por triplicado, aplicándoles el procedimiento de muestra. A una cantidad conocida de la muestra (15 µL), se adicionaron concentraciones crecientes del patrón de ácido gálico (5, 10 y 15 µg/mL). Se realizaron tres réplicas de cada una de las concentraciones añadidas. Las concentraciones añadidas y recuperadas se representaron en un gráfico, y se evaluó el recobrado como el valor obtenido para la pendiente del mismo. Además, se calcularon los porcentajes de recuperación para cada una de las muestras analizadas.

Límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC)

El límite de detección se calculó como la concentración de analito que produce una señal igual a tres veces la desviación estándar del blanco (criterio 3σ de la IUPAC) bajo las condiciones experimentales

óptimas. El límite de cuantificación se determinó como la concentración de analito que produce una señal igual a diez veces la desviación estándar del blanco, bajo las condiciones experimentales óptimas. Una vez calculados los LD y LC, se comprobaron los mismos aplicando la técnica evaluada.⁽¹¹⁾

Determinación de flavonoides totales

El contenido total de flavonoides en los extractos de *Capraria biflora* L. se determinó empleando el reactivo cloruro de aluminio (AlCl₃), según el método descrito por Montané *et al.*⁽⁴⁾ con ligeras modificaciones, utilizando la rutina como el compuesto flavonoide patrón.⁽⁵⁾

Linealidad

Solución madre de rutina. Se pesó 2 mg de rutina, se disolvió en agua destilada para obtener una solución madre con concentración 0,2 mg/mL. A partir de la disolución madre de rutina, se prepararon disoluciones en el intervalo de concentración de 40-200 µg/mL, en metanol 70 %. Se adicionó 1 mL de AlCl₃ (20 mg/mL) disuelto en ácido acético al 5 % en metanol. Transcurridos 15 min, se midió la absorbancia a 430 nm.

La precisión de la técnica y los límites de detección y cuantificación (LD y LC) se determinaron de igual forma a lo descrito en la determinación de fenoles totales.

Exactitud

Se adicionaron cantidades crecientes del patrón de rutina (20; 40 y 60 µg/mL) a una cantidad conocida de la muestra (20 µL). Se realizaron tres réplicas de cada una de las concentraciones añadidas.

Determinación del contenido de fenoles y flavonoides totales en los extractos acuosos de *Capraria biflora* L. obtenidos por decocción

Determinación del contenido de fenoles totales

Se pipetearon 25 µL de cada extracto, y se completó a 100 µL con agua destilada. A partir de la dilución anterior, se transfirieron 10 µL a un volumétrico de 2 mL, se adicionó 80 µL del reactivo FC y 800 µL de Na₂CO₃ (7 %), y se enrasó a 2 mL con agua destilada. Luego de transcurrir 30 min; se midió la absorbancia a 765 nm. La cantidad de compuestos fenólicos en cada extracto se determinó a partir de la curva de calibración del ácido gálico, y se expresó como miligramos de contenido fenólico equivalentes a ácido gálico por gramo de extracto seco (mg EAG/g ES).⁽¹⁰⁾

Determinación del contenido de flavonoides totales

Se pipetearon 20 µL de cada extracto, y se adicionó 500 µL de AlCl₃, y enrasó a 1 mL con metanol al 70 %;

se esperaron 15 min, y se midió la absorbancia a 430 nm. La cantidad de compuestos flavonoides en cada extracto se determinó en mg de flavonoides equivalentes a rutina/g de extracto, utilizando la ecuación obtenida de la curva de calibración de rutina.⁽⁵⁾

Elaboración de un jarabe a partir del extracto acuoso de *Capraria biflora* L.

Se elaboró un jarabe con una composición de extracto de *Capraria biflora* obtenido por decocción al 20 %, sacarosa, benzoato de sodio y agua, teniendo en cuenta lo descrito por Monteagudo Jiménez.⁽²⁾

Validación del método espectrofotométrico para la cuantificación de fenoles y flavonoides en el jarabe

Para la cuantificación de fenoles totales, los parámetros linealidad, precisión, exactitud, LD y LC, se determinaron según lo descrito anteriormente para el extracto acuoso como parte de la validación del método espectrofotométrico.

Especificidad

Se evaluó la posible interferencia de los excipientes de la formulación en la determinación del contenido de fenoles totales. Para ello, se preparó una disolución que contenía los excipientes de la formulación (sacarosa, benzoato de sodio y agua), sin la adición del extracto vegetal, y se procedió a su lectura a una longitud de onda de 765 nm.

En el caso de la cuantificación de flavonoides totales, el procedimiento desarrollado para los parámetros de linealidad, precisión, exactitud, LD y LC, coincide con lo descrito anteriormente para el extracto acuoso.

Se evaluó la posible interferencia de los excipientes de la formulación en la determinación del contenido de flavonoides totales. Se preparó una disolución que contenía los excipientes de la formulación (sacarosa, benzoato de sodio y agua), sin la adición del extracto vegetal, y se procedió a su lectura a una longitud de onda de 430 nm.

Cuantificación de fenoles totales en el jarabe de *Capraria biflora* L.

A partir del jarabe obtenido, se pipetearon 25 µL, los que fueron diluidos en 75 µL de agua destilada. Partiendo de la dilución anterior, se transfirieron 15 µL a un volumétrico de 2 mL; se adicionó 80 µL de (FCR) y 800 µL de Na₂CO₃ (7 %); se enrasó a 2 mL con agua destilada. Luego de transcurrir 30 min, se midió la absorbancia a 765 nm. La concentración de compuestos fenólicos en el jarabe

se determinó a partir de la curva de calibración del ácido gálico.⁽¹⁰⁾

Cuantificación de flavonoides totales en el jarabe de *Capraria biflora* L.

A partir del jarabe obtenido, se tomaron 25 µL, se añadieron 500 µL de AlCl₃, y se enrasó a 1 mL con metanol al 70 %; se esperó 15 min, y se midió la absorbancia a 430 nm. La cantidad de compuestos flavonoides se determinó en mg de flavonoides equivalentes a rutina/g de extracto, utilizando la ecuación obtenida de la curva de calibración de rutina.⁽⁵⁾

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Validación de la técnica espectrofotométrica para la cuantificación de fenoles y flavonoides totales en extracto y jarabe de *Capraria biflora* L.

Linealidad

Las Figuras 1 y 2 muestran las curvas de calibración obtenidas para la determinación cuantitativa de fenoles y flavonoides totales, en base a ácido gálico y rutina, respectivamente en los extractos y jarabe de la planta. Los criterios estadísticos utilizados para evaluar la linealidad de ambas técnicas, se describen en la Tabla 1.

Los criterios estadísticos utilizados para evaluar el parámetro en la cuantificación de fenoles aparecen en la tabla 1. Si se comparan los valores obtenidos en cada parámetro con los criterios establecidos por las normas,⁽¹¹⁾ se puede afirmar que en todos los casos se encuentran dentro del intervalo especificado. La ecuación de la recta obtenida para el ácido gálico fue (1).

$$y = 0,0099x - 0,0461 \quad (1)$$

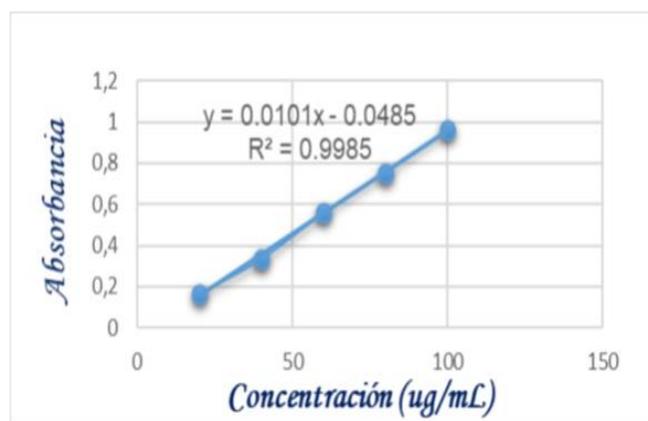


Fig. 1- Curva de calibración de ácido gálico

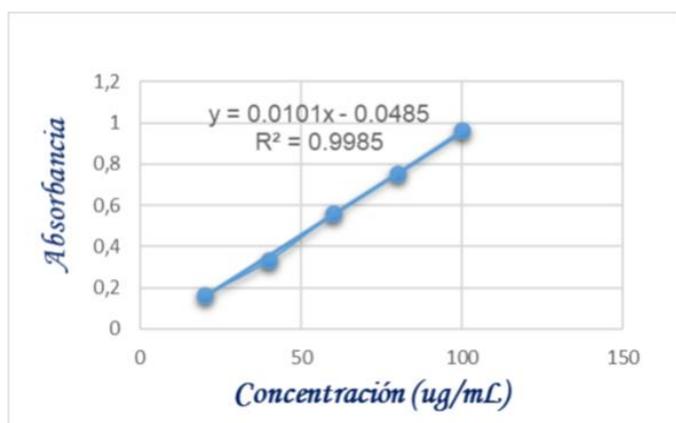


Fig. 2- Curva de calibración de rutina

El coeficiente de correlación de 0,998, un coeficiente de variación de los factores respuesta de 4,95 % (inferior al 5 %) y una desviación estándar de la pendiente de 0,003 % que es menor que el 2 %. La fiabilidad de la ecuación se evaluó, además, a través del error típico (0,48), cuyo valor es muy inferior a la desviación estándar de la variable Y. Con vistas a corroborar los resultados anteriores, se realizó un análisis de varianza, en el cual se obtuvo un valor de FFischer estadísticamente significativo, mucho mayor que el crítico; por lo que se puede plantear, que el método es lineal en el intervalo de concentración evaluado.

Los criterios estadísticos utilizados para evaluar el parámetro en la cuantificación de flavonoides, aparecen en la [Tabla 1](#). Si se comparan los valores obtenidos en cada parámetro con los criterios establecidos, se puede afirmar que en todos los casos se encuentran dentro del intervalo especificado. La ecuación de la recta obtenida para la rutina fue (2).

$$y = 0,0048x - 0,03 \quad (2)$$

El coeficiente de correlación de la recta fue de 0,9997, un coeficiente de variación de los factores respuesta de 4,28 (inferior al 5 %) y una desviación estándar de la pendiente menor que el 2 %. Para corroborar dichos resultados, se realizó un análisis de varianza, con un resultado estadísticamente significativo ($F_{Fischer} > F_{Fischer\ crítico}$).

Los resultados del procesamiento estadístico de la linealidad del sistema en ambas determinaciones, avalaron la proporcionalidad existente entre la respuesta y la concentración de fenoles y flavonoides en los intervalos analizados. El cumplimiento de todos los criterios estadísticos, permitió afirmar que ambos métodos son lineales.

En la tabla 1 puede apreciarse el límite de detección (LD): 0,0017 $\mu\text{g/mL}$ y el límite de cuantificación: 0,0058 $\mu\text{g/mL}$, obtenidos para los fenoles. En ambos casos, la mínima concentración detectable y cuantificable resultaron inferiores al nivel de concentración más bajo de la curva de regresión lineal.

En el caso de los flavonoides, el límite de detección (LD) fue de 0,0004 $\mu\text{g/mL}$, y el límite de cuantificación de 0,0015 $\mu\text{g/mL}$. Para estos metabolitos, también la mínima concentración detectable y cuantificable, resultó inferior al nivel de concentración más bajo de la curva de regresión lineal.

La [Tabla 2](#) muestra los resultados estadísticos obtenidos al evaluar los términos (repetibilidad, precisión intermedia y exactitud) en la cuantificación de fenoles en las muestras analizadas. El coeficiente de variación obtenido para la repetibilidad de la muestra fue de 2,57 %; que resultó ser menor que el establecido para este ensayo, cuando es realizado a materias primas farmacéuticas ($\leq 3,0\%$), lo que indica que la técnica posee buena repetibilidad.

Tabla 1- Criterios estadísticos al evaluar la linealidad de las técnicas espectrofotométricas

Metabolito	Ecuación de la recta	r^2	Rango de linealidad ($\mu\text{g/mL}$)	LD ($\mu\text{g/mL}$)	LC ($\mu\text{g/mL}$)
Fenoles	$y = 0,0099x - 0,0461$	0,9957	20-100	0,0017	0,0058
Flavonoides	$y = 0,0048x - 0,03$	0,9997	40-200	0,0004	0,0015

Tabla 2- Repetibilidad, precisión intermedia y exactitud de las técnicas espectrofotométricas

Muestras	Exactitud (% recobrado \pm SD)	Repetibilidad (CV) \pm RSD (%)	Fenoles			
			Precisión intermedia (CV) \pm SD	Dentro de los grupos (S)	Entre los grupos (S)	Horwitz (%)
Decocción	100,94 \pm 1,24	2,5 \pm 0,006	4,04 \pm 0,010	0,006	0,010	4,60
Jarabe	98,8 \pm 0,92	1,44 \pm 0,005	1,35 \pm 0,005	0,006	0,005	4,61
Flavonoides						
Decocción	100,33 \pm 0,833	2,57 \pm 0,013	3,02 \pm 0,016	0,013	0,016	4,40
Jarabe	100,39 \pm 0,057	1,44 \pm 0,006	1,35 \pm 0,005	0,006	0,005	4,60

Leyenda: media de R (%): media de recobrado; RSD: desviación estándar; CV: coeficiente de variación (%)

Por su parte, en la precisión intermedia se obtuvo también un coeficiente de variación igual a 3,02 %; inferior al establecido (≤ 5 %). Esto demuestra que con este procedimiento es posible minimizar los errores potenciales asociados a la lectura de las muestras, y con ello, lograr la precisión instrumental requerida. Se obtienen, en todos los casos, coeficientes de variación dentro de los límites admisibles para métodos espectrofotométricos.

En la [Tabla 2](#) se muestran, adicionalmente, los resultados estadísticos obtenidos al evaluar la repetibilidad, precisión intermedia y exactitud de la técnica para la cuantificación de flavonoides totales. El coeficiente de variación obtenido para la repetibilidad del método, fue de 1,44 %, que resultó ser menor que el establecido para este ensayo, cuando es realizado a materias primas farmacéuticas ($\leq 3,0$ %), lo que indica que la técnica posee buena repetibilidad. Por su parte, en la precisión intermedia se obtuvo también un coeficiente de variación inferior al establecido (≤ 5 %), siendo este valor: 1,35 %. El análisis de varianza realizado muestra que no hay diferencias significativas entre los grupos, al obtenerse en la prueba Fischer una $F_{cal} < F_{critica}$. El coeficiente de variación entre los grupos $[CV (\%)] = 1,35$ % resultó ser menor que el valor obtenido para el coeficiente de variación de Horwitz (4,60 %), ratificando con esto la veracidad del resto de las pruebas. Se evaluó la especificidad de la técnica de análisis para la determinación cuantitativa de fenoles y flavonoides en el jarabe de *Capraria biflora*. Se analizó una disolución que contenía los excipientes de la formulación sin la adición del extracto vegetal. No se obtuvo una absorbancia significativa al realizar las lecturas a longitudes de onda de 765 y 430 nm. Se concluye que no existe interferencia por parte de los excipientes de la formulación y se corrobora, así, la especificidad de la técnica en ambas determinaciones.

Cuantificación de fenoles y flavonoides totales en los extractos acuosos (infusión y decocción) y jarabe de *Capraria biflora* L.

Diversos estudios recomiendan el ensayo de Folin-Ciocalteu, para la determinación espectrofotométrica de polifenoles totales. La técnica espectrofotométrica, empleando la reacción de cloruro de aluminio, constituye el ensayo cuantitativo de elección para determinar el contenido de flavonoides totales presente en plantas medicinales, según Jia *et al.*,⁽⁸⁾ lo cual fue tomado en consideración para su inclusión en el estudio.

Los resultados del extracto obtenido por decocción ([Tabla 3](#)), fueron superiores al extracto acuoso de *Capraria biflora*, obtenido por reflujo en investigaciones anteriores.⁽¹⁾

El contenido de fenoles obtenido por decocción, resultó ser superior a otras especies vegetales procesadas por infusión.^(7,12,13) Comportamiento similar se obtuvo cuando se comparó con la infusión obtenida a partir de la especie vegetal, lo cual se atribuyó al empleo de la decocción como método de extracción, empleando una temperatura de 150 °C ([Tabla 3](#)).

Tabla 3- Contenido de fenoles en los extractos obtenidos por infusión (E. Infusión), decocción (E. decocción) y el jarabe

Fenoles CFT (mgEAG/gES) \pm DER	
Muestras de análisis	
Decocción	15,825 \pm 0,010
Infusión	5,750 \pm 0,013
Jarabe	1,696 \pm 0,006
Flavonoides (mgER/gES)	
Decocción	2,1 \pm 0,013
Infusión	0,9 \pm 0,021
Jarabe	0,1 \pm 0,006

El contenido total de compuestos fenólicos para el jarabe obtenido en la investigación, no se ha descrito para la especie, evidenciando un comportamiento similar y ligeramente inferior a otras preparaciones similares de otras plantas medicinales. Por ejemplo, el contenido de fenoles en un jarabe de sorgo se encontraba entre 1,84 \pm 4,6 a 2,61 \pm 3,3 mg, equivalente de ácido gálico (EAG) por gramo de extracto.^(10,14,15,16)

Como se puede apreciar, el contenido fenólico en el extracto obtenido por decocción e infusión es superior con relación al jarabe, resultado lógico si se tiene en cuenta que dicha formulación es elaborada con el extracto acuoso al 20 % ([Tabla 3](#)).

El contenido de flavonoides totales en base a rutina en los extractos y jarabe de *Capraria biflora* L., se muestran en la [Tabla 3](#). Los resultados mostraron un comportamiento inferior al extracto acuoso de *Capraria biflora* obtenido por reflujo en investigaciones anteriores,⁽¹⁷⁾ aunque se utilizaron diferentes sustancias de referencia. El contenido de flavonoides del extracto de la planta se corresponde con otras especies vegetales de la misma familia.⁽⁵⁾

El contenido de flavonoides en el extracto obtenido por decocción, resultó ser superior al de la misma especie vegetal procesada por infusión. Lo anterior se atribuye a que, en la decocción, se emplea una mayor

temperatura de extracción y un mayor tiempo de contacto entre la droga y el disolvente, logrando una mayor solubilización de los flavonoides.⁽¹⁷⁾ Además, se suma el tiempo de exposición al proceso, ya que la droga se sometió a extracción por decocción durante 30 min, y en la infusión se empleó un tiempo de 10 min, lográndose un menor agotamiento de la droga. Resultados similares son obtenidos cuando se compara con infusiones obtenidas a partir de otras plantas medicinales.⁽⁵⁾

El contenido total de flavonoides para el jarabe obtenido en el estudio experimental, no se ha descrito para la especie en la literatura científica. Los resultados obtenidos mostraron un comportamiento ligeramente inferior al obtenido para otros jarabes de plantas medicinales.^(18,19,20)

CONCLUSIONES

Se desarrollaron las técnicas espectrofotométricas de Folin-Ciocalteu y cloruro de aluminio para la cuantificación de fenoles y flavonoides, respectivamente, en los extractos acuosos obtenidos por decocción, infusión y en el jarabe de *Capraria biflora* L. Las técnicas espectrofotométricas evaluadas fueron lineales, precisas, exactas, específicas y sensibles para la cuantificación de fenoles y flavonoides totales en el extracto acuoso (decocción) y jarabe de *Capraria biflora* L. El contenido de fenoles y flavonoides totales en el extracto obtenido por decocción, resultó ser superior al de la infusión, siendo superior en ambos casos al del jarabe.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AWARE, C. B. *et al.* “Natural bioactive products as promising therapeutics: A review of natural product-based drug development”. *South African J Bot.* 2022, **151**, 512-528. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.05.028>
2. MENA, L. *et al.* “Actividad gastroprotectora y toxicidad aguda del extracto de hojas de *Cnidioscolus Chayamansa* Mc Vaughn”. *Medicentro Electrónica.* 2017, **21**(1). ISSN: 1029-3043. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432017000100003
3. VALIDO-DIAZ, A. *et al.* “Actividad gastroprotectora y toxicidad aguda de una fracción clorofórmica obtenida del extracto acuoso de *Capraria biflora*, L.” *Rev Cub Plantas Med.* 2023, **28**(2), e1271. ISSN 1028-4796.

4. LI, X. H. *et al.* “BanXiaXieXin decoction treating gastritis mice with drug-resistant *Helicobacter pylori* and its mechanism”. *World J Gastroenterol.* 2023, **29**(18), 2818-2835. <https://doi.org/10.3748/wjg.v29.i18.2818>
5. WILLIS, O. O. *et al.* “Physico-Chemical Properties and Antioxidant Potential of Syrup Prepared from Madhura Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Cultivar Grown at Different Locations in Kenya”. *Sugar Tech.* 2020, **15**(3), 263-270. <https://doi.org/10.1007/s12355-013-0222-0>
6. ALMALKI, A. H.; RAMZY, S.; ALMRASY, A. A. “Development and validation of analytical methods for selective determination of albuterol and budesonide in Airsupra inhalation aerosol using spectrophotometry”. *Sci Rep.* 2023, **13**(1), 16587. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42766-y>
7. VICET MURO, L. “Contribución a la farmacología antiinflamatoria de la especie *Capraria biflora* L.”. Tesis doctoral, Universidad de Ciencias Médicas, La Habana, 2009. Disponible en: <https://tesis.sld.cu/index.php/index.php?P=FullRecord&ID=161>. [fecha de consulta 25 de marzo del 2024].
8. JIA, W. *et al.* “High-throughput mass spectrometry scheme for screening and quantification of flavonoids in antioxidant nutraceuticals”. *J Chromatog A.* 2019, **6**(2), 22-34. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2019.460408>
9. ŞEKER, M. E. *et al.* “Investigation of Phenolic Content in Five Different Pine Barks Species Grown in Turkey by HPLC-UV and LC-MS”. *J Chromatogr Sci.* 2021, **59**(6), 491-501. <https://doi.org/10.1093/chromsci/bmab022>
10. PEKAL, A. “Evaluation of aluminium complexation reaction for flavonoid content assay”. *Food Anal Methods.* 2014, **7**(3), 1776-1782. <https://doi.org/10.1007/S12161-014-9814-X>
11. CONTROL ESTATAL DE MEDICAMENTOS Y DISPOSITIVOS MÉDICOS. Anexo 01 de la Regulación No. 37-2012. Validación de métodos analíticos. La Habana. CECMED. 2014. [fecha de consulta 25 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://www.cecmec.cu/sites/default/files/adjuntos/Reglamentacion/validaciondemetodosanaliticos.pdf>
12. GASALDI, B. “Análisis de los compuestos fenólicos y volátiles de plantas medicinales y aromáticas del noroeste de la Patagonia Argentina, estudio de las actividades antioxidante citotóxica”. Tesis doctoral, Universidad Nacional de la Patagonia, Argentina, 2019. [fecha de consulta 16 de mayo del 2022] <http://hdl.handle/11336/82836>

13. AYUSO CALLES, M. “Caracterización de volatiloma y efecto de la inoculación de cepas de los géneros *Pseudomonas*, *Priestia* y *Rhizobium* en la variación de la expresión génica referida a la mitigación de estrés salino vegetal y análisis de la influencia de los compuestos fenólicos en el sistema modelo in vivo *Caenorhabditis elegans*”. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca, España, 2024. <http://hdl.handle.net/10366/159562>. [fecha de consulta 25 de marzo del 2024].
14. SARAIVA, A. *et al.* “Agave Syrup: Chemical Analysis and Nutritional Profile, Applications in the Food Industry and Health Impacts”. *Int J Environ Res Public Health*. 2022, **19**(12), 7022. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127022>
15. MONTANÉ OJEDA, C.; ARIAS RAMOS, D.; CHIL NÚÑEZ, I. “Total phenols and flavonoids quantification in a soft extract of *Calendula officinalis* L. flowers”. *Orange Journal*. 2020, **2**(3), 146-147. <https://doi.org/10.46502/issn.2710-99X/2020.3.02>
16. EGGLESTON, G. *et al.* “Phenolic contents, antioxidant potential and associated colour in sweet sorghum syrups compared other commercial syrup sweeteners”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2021, **101**(2), 613-623. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10673>
17. RODRIGUES, C. E. *et al.* “Determination of amino acid content, fatty acid profiles, and phenolic compounds in non-conventional edible fruits of seven species of palm trees (Arecaceae) native to the southern half of South America”. *Food Res Int*. 2022, **162**, 111995. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111995>
18. ALKHARI, J. M. *et al.* “Flavonoids as potential antinflammatory molecules: A review”. *Molecules*. 2022, **27**(9), 2901. <https://doi.org/10.3390/molecules27092901>
19. AINSWORTH, E. A.; GILLESPIE, K. M. “Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent”. *Nat Protoc*. 2007, **2**(4), 875-877. <https://doi.org/10.1038/nprot.2007.102>
20. WEIZ, G.; BRECCIA, J. D.; MAZZAFERRO, L. S. “Screening and quantification of the enzymatic deglycosylation of the plant flavonoid rutin by UV-visible spectrometry”. *Food Chem*. 2017, **229**, 44-49. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.029>

DECLARACIÓN CONFLICTO DE INTERESES

No se declaran conflictos entre los autores

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Leyanet Pérez Granela: investigación; redacción.

Yanelis Saucedo Hernández: conceptualización, investigación, metodología, supervisión, redacción.

Miguel Ángel Alba de Armas: conceptualización, investigación, metodología, supervisión, redacción.

Liliana Vicet Muro: supervisión, redacción.