

DOI: <https://doi.org/10.18359/rfcb.3597>

Obtención y rendimiento del extracto etanólico de dos plantas medicinales

Ricardo Benítez Benítez^a, Rodrigo Sarria Villa^b, José Gallo Corredor^b,
Nury Pérez Pacheco^c, Jesús Hélder Álvarez Sandoval^c, Clara Giraldo
Aristizabal^d

Resumen: En el presente trabajo de investigación se evaluó el porcentaje de rendimiento de la extracción etanólica de las plantas medicinales Alegría (*Scutellaria incarnata*) y Amansatoros (*Justicia pectoralis*), al aplicar dos métodos de maceración con y sin agitación, con el material vegetal entero y molido, además de realizarse pruebas en diferentes tiempos de maceración (6, 12, 24, 48 y 92 horas) hasta llegar a la estabilización de la extracción. Para el análisis de los datos se empleó un modelo de análisis estadístico correspondiente a un diseño experimental en bloques completos al azar con arreglo factorial (Anova), con el fin de determinar los valores estadísticos más relevantes en el proceso de extracción, de acuerdo con el factor tiempo, el método empleado y el tamaño de partícula. Tanto para la planta Alegría como para Amansatoros los resultados indican que, en la obtención del extracto etanólico, el mejor tiempo fue de 48 horas, con el uso de material molido y la aplicación de agitación. Estas condiciones permitieron obtener rendimientos del 37.000 y 37.600% para el extracto etanólico de Amansatoros y Alegría, respectivamente.

Palabras Clave: extracción etanólica; *Justicia pectoralis*; medicina tradicional; *Scutellaria incarnata*

Recibido: 4 de agosto de 2018

Evaluado: 9 de noviembre de 2018

Aceptado: 26 de enero de 2018

Disponible: 2 de marzo de 2020

Cómo citar: Benítez-Benítez, R., Sarria-Villa, R. A., Gallo-Corredor, J. A., Pérez Pacheco, N. O., Álvarez Sandoval, J. H., & Giraldo Aristizabal, C. I. (2020). Obtención y rendimiento del extracto etanólico de dos plantas medicinales. *Revista Facultad De Ciencias Básicas*, 15(1), 31-38. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3597>

-
- a** Departamento de Química, Grupo QPN (Química de productos naturales), Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.
 - b** Departamento de Química, Grupo GIQA, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.
 - c** Agroinnova Research Group, Popayán, Colombia.
 - d** Departamento de Biología, Grupo Gemavic, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

Collection and Yield of Ethanolic Extract from Two Medicinal Plants

Abstract: The present research project assesses the percentage yield of ethanol extracted from the skullcaps (*Scutellaria incarnata*) and tilo (*Justicia pectoralis*) medicinal plants, by soaking both the whole and ground plant material with and without agitation, in addition to performing soaking tests at different time periods (6, 12, 24, 48, and 92 hours) until reaching extract stabilization. The data analysis was based on a corresponding statistical analysis model to determine the most relevant statistical values for the extraction process, based on soaking time, method used, and particle size. For both for the skullcap and tilo plants, the results denote that the best soaking time for obtaining ethanol extract was 48 hours, using ground material with agitation. These conditions allowed for ethanol extract yields of 37.000% and 37.600% for the tilo and the skullcap plants, respectively.

Keywords: Ethanol Extraction; *Justicia pectoralis*; Traditional Medicine; *Scutellaria incarnata*

Coleta e rendimento do extrato etanólico de duas plantas medicinais

Resumo: Este projeto de pesquisa avaliou o percentual de rendimento da extração etanólica das plantas medicinais alegria (*Scutellaria incarnata*) e chambá (*Justicia pectoralis*) ao aplicar dois métodos de maceração com ou sem agitação, com o material vegetal inteiro ou moído, além da realização de testes com diferentes tempos de maceração (6, 12, 24, 48 e 92 horas), até alcançar a estabilização da extração. A análise dos dados foi baseada em um modelo de análise estatística correspondente para determinar os valores estatísticos mais relevantes no processo de extração, com base no fator tempo, no método usado e no tamanho das partículas. Para as duas espécies de plantas, os resultados indicam que, na obtenção do extrato etanólico, o melhor tempo foi de 48 horas, com o uso de material moído e agitação. Essas condições possibilitaram a obtenção de rendimentos do extrato etanólico de 37,000% e 37,600% para as plantas chambá e alegria, respectivamente.

Palavras-chave: extração em etanol; *Justicia pectoralis*; medicina tradicional; *Scutellaria incarnata*

Introducción

La medicina tradicional y sus diferentes usos son parte importante de la cultura de los pueblos y han sido durante siglos el único sistema utilizado en la restauración de la salud, de manera que cumplen un rol fundamental como medio para curar enfermedades en las personas. Por tal razón, la Fundación para el Desarrollo y su Centro de Investigaciones y Servicios Comunitarios del municipio de Santander en Cauca (Cisec), inició un trabajo con la comunidad indígena paéz en 1985, en el cual abordó la temática de las plantas medicinales como solución a numerosos problemas de salud y desnutrición en la población del resguardo indígena de Canoas, principalmente en los niños (Cisec y Acin, 1999). La diversidad geomorfológica y la cobertura vegetal natural generan una gran variabilidad en cuanto a las condiciones climáticas de la zona del municipio de Santander de Quilichao, en el Departamento del Cauca (Ospina y Dizu, 2009). El Cisec opera, principalmente, en el Cauca; su labor se concentra, sobre todo, en la agricultura ecológica, aunque también desarrollan proyectos agroindustriales sostenibles en los que participan comunidades afectadas por el conflicto armado. El Cisec hace parte del DVV (Deutscher Volkshochschul-Verband; Instituto Internacional de la Asociación Alemana para la educación de Adultos), el cual coopera en el ámbito estatal y científico en más de treinta países de África, Asia, Latinoamérica y Europa (véase www.dvv-international.de). Se han realizado campañas de atención primaria en salud y se intercambiaron plantas medicinales, especialmente las plantas de Alegría (*Scutella incarnata*), Amansatoros (*Justicia pectoralis*), Caléndula (*Calendula officinalis*), Sauco (*Sambucus nigra*), Romero (*Rosmarinus officinalis*) y Hierbabuena (*Mentha piperita*) (véase <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx>).

Estas plantas se empezaron a cultivar en las áreas productivas del Cisec para la prevención de algunas enfermedades presentes en la comunidad paéz (Díaz, 1999). Las plantas medicinales pasaron a ser transformadas mediante procesos de deshidratación, extracción por medio de solventes y destilación, a fin de obtener los principios activos

que, a su vez, iban a utilizarse en la elaboración de los diferentes extractos, entre los que se encuentran Alegría (*Scutellaria incarnata*) y Amansatoros (*Justicia pectoralis*). Los extractos de Alegría y Amansatoros son los productos bandera de la Fundación para el Desarrollo Rural Alternativo Comunitario, debido a los componentes presentes en estas plantas medicinales, a los que se les atribuyen funciones antihepáticas y antidepresivas. Las plantas medicinales utilizadas en la elaboración de los extractos son la materia prima cuyas partes se emplean para la elaboración de los extractos que luego pueden suministrarse en diferentes formas. La industria farmacéutica actual se ha basado en los conocimientos tradicionales para la síntesis, la elaboración y el desarrollo de fármacos o nuevas aplicaciones de estos.

Justicia pectoralis se conoce en Colombia como “Amansatoros”, familia Acanthaceae. Crece en los trópicos y subtropicos de los hemisferios. Tiene un amplio espectro en cuanto al tratamiento de diversas infecciones y dolencias, entre las cuales se pueden citar las curaciones de heridas y úlceras, enfermedades nerviosas, hipocondríacas e indigestiones, entre otras. Su alto porcentaje de compuestos polifenólicos hace suponer que presentan además una actividad antioxidante que podría inhibir la peroxidación lipídica espontánea e inducida. La presencia de cumarinas permite su utilización como anticoagulante. También calma la ansiedad, la tensión psíquica y se utiliza como cardiotónico (además, se reporta su uso como estrogénico y progestogénico) (Locklear *et al.*, 2010). Extractos acuosos de las hojas de *J. pectoralis* han mostrado la reducción de la conducta agresiva y la actividad exploratoria en ratas, y bloquea la excitación inducida por fenciclidina. El efecto ansiolítico en ratones del extracto seco estandarizado fue demostrado por Venâncio *et al.* (2011). En Costa Rica, el extracto de *J. pectoralis* se ha empleado para tratar los síntomas asociados con la posmenopausia y la menopausia (Locklear *et al.*, 2010). El extracto de las hojas de *Justicia spicigera* se ha empleado como ansiolítico mostrando buenos resultados de disminución del índice de ansiedad (García-Ríos *et al.*, 2019). Estudios fitoquímicos preliminares con extractos de *J. pectoralis*, a través

de reacciones generales de identificación sobre cromatografía de placa, han revelado la presencia de cumarinas, flavonoides, triterpenoides y alcaloides (Leal *et al.*, 2017).



Figura 1. Ejemplo de *Justicia pectoralis* (Amansatoros)(A) y *Scutellaria incarna* (Alegria)(B) en la región norte del Cauca (Colombia).

En Colombia, y en particular para las poblaciones paéces, la *Scutellaria incarna* se conoce como “Alegria”. Desde el punto de vista de los paéces, la Alegria debe su nombre a que es antidepresiva y restituye la alegría de vivir. En la zona del norte del Cauca se han encontrado entre los 900 y los 2100 m s. n. m. (Fernández, 1990). La Alegria presenta un color morado por el envés, los tallos presentan entre 50 y 70 cm de altura, sus flores son labiadas, color rojo intenso y púrpura, las hojas son ovaladas y sus raíces fasciculadas con ramificaciones intensas. La comunidad paéz del norte del Cauca la ha utilizado milenariamente con el fin de tratar estados de depresión, para lo cual utilizan, principalmente, las hojas en infusión, así como otros usos medicinales en un congruente para las actividades antivirales.

Tradicionalmente, las plantas pertenecientes al género *Scutellaria* han sido usadas como antiinflamatorias, antibacteriales, sedativas, antialérgicas, antioxidantes y antitrombóticas. Los efectos terapéuticos de las *Scutellaria* están relacionados con la presencia de flavonoides y terpenos (Bai *et al.*, 2019). El estudio de la composición fenólica de extractos de *Scutellaria* ha sido estudiada mediante el empleo de técnicas como, por ejemplo, HPLC-DAD (Cromatografía líquida de alta resolución con arreglo de diodos) (Bardakci *et al.*, 2018). Estudios clínicos preliminares de las propiedades citotóxicas/anticancer del género *Scutellaria* han demostrado

su potencial para el tratamiento de cáncer gástrico, de pecho, pulmon, cervical, ovario, piel, hepático, colorectal y leucemia (EghbaliFeriz *et al.*, 2018).

La extracción sólido-líquido es una operación presente prácticamente en todos los procesos tecnológicos relacionados con la industria de productos químicos y de médico-farmacéutica; dentro de esta, los métodos de extracción por maceración y la percolación o lixiviación son los más utilizados, en los cuales en la maceración el material crudo previamente triturado se pone en contacto con una cantidad suficiente de solvente, en un tanque cerrado a temperatura ambiente, hasta lograr una extracción completa (Sarria-Villa *et al.*, 2017). En la percolación o lixiviación, el material crudo previamente triturado se pone en contacto con una cantidad suficiente de solvente, y se lleva a cabo su renovación de forma continua (Álvarez *et al.*, 2007; García, 1993). Al final de la extracción se realiza la concentración del extracto que contiene el principio activo (Gallo-Corredor y Sarria-Villa, 2009). En este trabajo se presentan los resultados del estudio de las mejores condiciones de obtención de los extractos etanólicos de las plantas medicinales *Justicia pectoralis* (Amansatoros) y *Scutellaria incarna* (Alegria) cultivadas en el municipio de Santander de Quilichao y aprovechadas de forma agroindustrial por el Cisec.

Materiales y métodos

Área y sitios de estudio

Las muestras vegetales de Alegria (*Scutellaria incarnata*) y Amansatoros (*Justicia pectoralis*) se obtuvieron en la vereda Las Vueltas del municipio de Santander de Quilichao (Cauca). La obtención de los extractos y las pruebas experimentales se realizaron en el Centro de Investigaciones y Servicios Comunitarios (Cisec), ubicado en la misma zona.

Obtención y análisis de muestras

Para el proceso de obtención de extractos se desinfectó el área de trabajo, se pesaron 250 g para cada planta deshidratada y se dividieron en dos lotes: uno con la planta entera y otro con la planta triturada. Como solvente se utilizó alcohol al 98%.

El proceso de secado se realizó mediante una selección adecuada de materia prima, la cual se dispuso en secadores solares con continuo mezclado manual con el fin de lograr un secado homogéneo. La materia prima seca se empacó en bolsas de polipropileno y se rotuló con la información pertinente; luego se almacenó en una bodega.

La extracción etanólica se realizó con la planta entera y triturada aplicando agitación y sin agitación.



Figura 2. Zona de estudio. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Santander_de_Quilichao

En el método de extracción sin agitación se pesaron tres muestras para cada proceso (cada muestra con un peso de 1.250 g). Estas muestras se colocaron en frascos de vidrio de 250 mL, y a cada frasco se le añadieron 62.5 mL de etanol al 98%; luego se dejaron en maceración durante 6, 12, 24, 48, y 92 horas.

Se efectuó una extracción por maceración sin agitación, para lo cual se tomaron tres muestras de cada proceso (planta entera y planta molida) por cada especie (cada muestra con un peso de 1.250 g). Las muestras se pusieron en maceración, en frascos de 250 mL, y se le añadió a cada frasco 62.5 mL de etanol al 98% durante 92 horas. Este proceso se realizó con el fin de conocer el porcentaje de rendimiento obtenido durante este tiempo, el cual sirvió de testigo con respecto a los procedimientos mencionados.

En el método de extracción por maceración con agitación se tomaron tres muestras para cada proceso, tanto de Alegría como de Amansatoros (planta entera y planta triturada), cada muestra con un peso de 1.250 g. Estas muestras se colocaron en frascos de vidrio de 250 mL, y a cada frasco se le añadieron 62.5 mL de etanol al 98%; luego se colocaron sobre una plancha con agitación, la cual se graduó a 500 revoluciones/minuto durante seis horas. Este mismo montaje se llevó a cabo para los diferentes tiempos de 12, 24, 48 y 92 horas. En la (Fig. 3) se presenta la imagen de la extracción de la muestra molida y entera en alcohol (A) y el material vegetal macerado (B).

En los dos métodos, los dos componentes se maceraron y permanecieron en reposo durante máximo 96 horas en un recipiente bien tapado de material inerte (vidrio).

Cumplido este tiempo de extracción se separa el solvente del material vegetal por medio del proceso de filtración por compresión.



Figura 3. Planta deshidratada molida y entera con alcohol al 98% (A) y planta en maceración (B).

El residuo resultante de cada maceración (el sólido más el papel filtro) se colocó sobre una estufa a una temperatura de 35 a 40 °C durante una hora. Se dejan enfriar las muestras a temperatura ambiente y se procede a pesar las muestras secas en una balanza de precisión, con el fin de tomar los datos de peso. Con los datos obtenidos para los pesos finales se procedió a determinar los rendimientos porcentuales aplicando la ecuación (1).

$$\%R = \frac{w_i - w_f}{w_i} * 100 \quad (1)$$

Donde %R hace referencia al porcentaje de rendimiento, w_i es el peso inicial y w_f es el peso final después de obtener el extracto.

Análisis estadístico de datos

Para este trabajo se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con arreglo factorial en bloques divididos con tres tratamientos y tres repeticiones; la unidad experimental estuvo conformada por dos plantas medicinales (Alegría y Amansatoros). Como tratamientos en cada bloque se utilizó la planta entera deshidratada y la planta molida deshidratada.

Un grupo de muestras se sometió a maceración sin agitación, material vegetal entero y molido. Del mismo modo se sometió otro grupo de muestras a maceración con agitación, material vegetal entero y molido. Se utilizaron diferentes tiempos de maceración para las muestras de cada bloque (6, 12, 24, 48 y 92 horas) a fin de observar el rendimiento porcentual en cada uno de estos tiempos.

Resultados y discusión

Se puede observar que no hay diferencia significativa entre 48 y 92 horas de maceración para el Amansatoros. Con promedios muy cercanos, el rendimiento obtenido en 48 horas fue de 37.000%, y en 92 horas fue de 37.400% (Fig. 4A).

Para la Alegría el mejor tiempo de extracción se obtuvo en las 48 horas con un rendimiento de 37.600%. Al tomar como referencia el testigo (37.700%), los rendimientos obtenidos en 48 horas y 92 horas de maceración no muestran gran diferencia entre sus promedios de rendimiento de extracción, al ser las 48 horas el tiempo óptimo. De ahí en adelante, el proceso de extracción se estabiliza, de modo que ahorrarían 48 horas más, y el rendimiento porcentual que se obtiene en 92 horas se obtiene en 48 (Fig. 4B). Tiempos de extracción prolongados no son necesarios para la liberación de compuestos bioactivos (Jerez *et al.*, 2006).

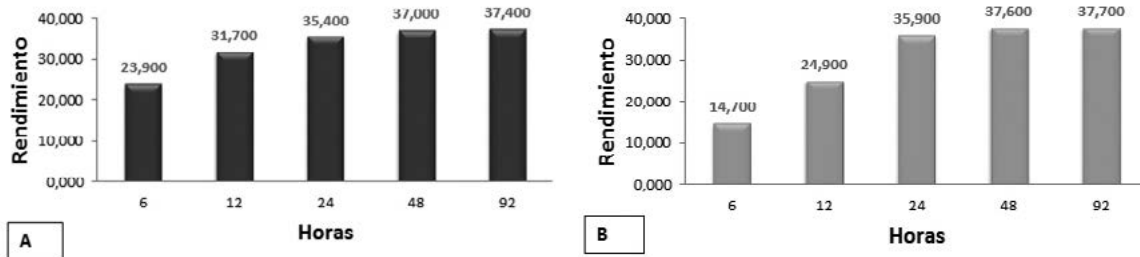


Figura 4. Rendimiento de extracción en función del tiempo de maceración para Amansatoros (A) y Alegría (B).

Se evaluaron los mejores tiempos de extracción a 6, 12, 24, 48, y 92 horas, así como las mejores condiciones de extracción con: CAM (con agitación molida), CAE (con agitación entera), SAM (sin agitación molida), y SAE (sin agitación entera). Los rendimientos porcentuales obtenidos en el procedimiento de maceración sin agitación, utilizando la planta entera de Amansatoros, a las 48 horas muestran un rendimiento de 28.133%. También se puede observar que hay un mayor rendimiento cuando se utiliza la planta molida o triturada durante las 48 horas de maceración, en el que se obtuvo un porcentaje de 37.587%.

En el caso de la maceración con agitación, los rendimientos porcentuales obtenidos durante este procedimiento con el efecto de agitación fueron del 34.467%; luego, al utilizar la planta molida, durante 6, 12, 24 y 48 horas de maceración con agitación, se obtuvo un porcentaje de rendimiento más significativo a las 48 horas, en el cual se logró un 37.600%. Los rendimientos obtenidos en el proceso de maceración sin agitación no superan el 32.107% de rendimiento a las 48 horas, lo cual quiere decir que la interacción entre partículas favorece el rendimiento de la extracción. Porcentajes de extracción adecuados para obtener compuestos

bioactivos a partir de material vegetal han sido logrados al aplicar agitación hasta de 250 rpm (Martínez, 1983).

Los rendimientos porcentuales que se obtuvieron en el procedimiento de maceración sin agitación, utilizando la planta entera de Alegría, muestran un alto rendimiento a las 48 horas, con un 22.572%. Los valores de rendimiento se incrementaron cuando se utilizó la planta molida o triturada, de modo que al utilizar la planta

molida sin agitar los valores correspondientes a cada maceración muestran un incremento porcentual con relación al procedimiento anterior, en el cual se utilizó la planta entera. El valor más significativo se obtuvo a las 48 horas de maceración con un rendimiento del 36.667%. Condiciones de extracción adecuadas y el empleo de soluciones alcohólicas permite la obtención de los mejores porcentajes de rendimiento en un proceso de extracción (Castro y González, 2003).

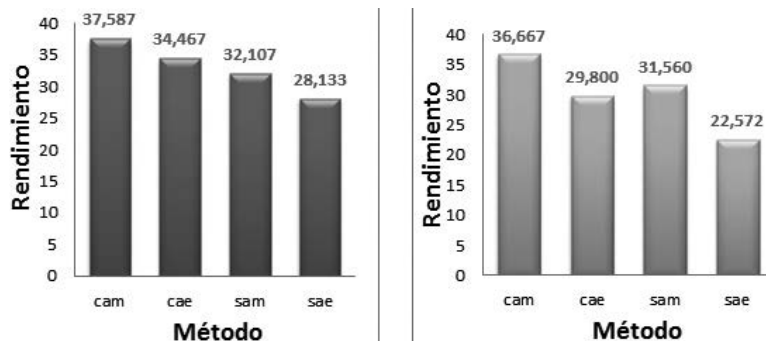


Figura 5. Porcentaje de rendimiento de extracción en función del método para Amansatoros (A) y Alegría (B). CAM: con agitación molida; CAE: con agitación entera; sam: sin agitación molida; SAE: sin agitación entera (con valores $p < 0.05$).

En el caso de la maceración con agitación, los valores de rendimiento se incrementaron con respecto a los valores que se obtuvieron en los procedimientos mencionados. El efecto de agitación influyó significativamente en la extracción; en este procedimiento se utilizó la planta de Alegría entera puesta en maceración durante 6, 12, 24 y 48 horas, lo cual permitió obtener un rendimiento a las 48 horas con un 29.800%, siendo este el más alto con respecto a los demás porcentajes obtenidos a las 6, 12 y 24 horas. Posteriormente se pudo observar que los valores más significativos en rendimiento porcentual de la extracción se dieron a las 48 horas con el 36.667% de rendimiento. Al utilizar la planta molida, el método y el tiempo de extracción afectaron el rendimiento porcentual; los datos obtenidos en el proceso sin agitación no superaron el 31.560% de rendimiento.

Según los valores arrojados por el análisis de varianza, la utilización de un método es muy importante en un proceso de extracción por maceración;

el método que efectúa el Cisec es la maceración de la hoja entera sin agitación. Para la comprobación del método se realizaron ensayos con agitación y sin agitación. En el análisis se observó que la mejor técnica es la maceración con agitación utilizando la planta molida (CAM). Este método arrojó resultados de 37.587% de rendimiento en el Amansatoros, a diferencia del método de maceración sin agitación utilizando la hoja entera, en el cual se obtuvo un porcentaje en extracción de 28.133% de rendimiento (véase la Fig. 5a).

De igual forma sucede con la Alegría, en la cual el método que mejor resultado arrojó fue la maceración con hoja molida más el efecto de agitación, por lo que se obtuvo un rendimiento de 36.667% (véase la Fig. 5B). También se observa diferencia significativa entre los tamaños de partículas (hoja entera y hoja molida). El tamaño de la partícula influyó de manera significativa en los tratamientos para el Amansatoros y Alegría; se presenta un incremento de rendimiento que favorece la extracción.

Para cada una de las plantas medicinales, Amansatoros y Alegría, se llevó a cabo, en una primera etapa, un análisis estadístico básico comparativo —a nivel descriptivo— entre las medias de los rendimientos de los tiempos y de los métodos de extracción. En una segunda etapa se analizaron los resultados arrojados por el modelo de análisis estadístico correspondiente a un diseño experimental en bloques completos al azar con arreglo factorial. La (Tabla 1) resume el análisis de varianza para las plantas Amansatoros y Alegría, al expresar que la significancia estimada (con valores $p < 0.05$) producto de la interacción entre métodos y tiempos de extracción (método x hora), permite inferir que existe un efecto de interacción sobre el rendimiento entre el método y el tiempo de extracción. Es decir, el rendimiento se

ve afectado por el método de extracción dependiendo de cuánto sea el tiempo de extracción. Se estimaron los efectos simples sobre el rendimiento de los tiempos de extracción para cada uno de los métodos, lo cual se realizó bajo la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (Rengifo, 2010). En la (Tabla 1) se puede observar que en el proceso de obtención del extracto de la planta Amansatoros el tiempo y el método de extracción influyen en el porcentaje de rendimiento al realizar el análisis estadístico a un 95% de confianza y presentar valores de significancia inferiores al 0.05. Como se observa en la (Tabla 1), valores de significancia menores a 0.05 para la obtención del extracto de Alegría indican que existen diferencias en el rendimiento dependiendo del método y el tiempo de extracción.

Tabla 1. Variable dependiente, porcentaje de rendimiento en Alegría (AL) y Amansatoros (AM)

| Fuente | gl | Media cuadrática | | F | | Significación | |
|-------------------|----|------------------|-----------|-----------|----------|---------------|-------|
| | | AL | AM | AL | AM | AL | AM |
| Modelo corregido | 21 | 336.504 | 201.441 | 278.596 | 407.392 | 0.000 | 0.000 |
| Intersección | 1 | 54988.483 | 60413.920 | 45525.556 | 122180.4 | 0.000 | 0.000 |
| Bloques | 2 | 1.171 | 0.315 | 0.969 | 0.637 | 0.389 | 0.534 |
| Metodex | 3 | 300.506 | 325.197 | 248.792 | 657.674 | 0.000 | 0.000 |
| Tiempoex | 4 | 1264.581 | 500.275 | 1046.960 | 1011.751 | 0.000 | 0.000 |
| Tiempoex*Metodoex | 12 | 92.033 | 104.412 | 76.195 | 211.161 | 0.000 | 0.000 |
| Error | 38 | 1.208 | 0.494 | | | | |
| Total | 60 | | | | | | |
| Total corregida | 59 | | | | | | |

AL : Alegría (R2: 0.994); AM: Amansatoros (R2: 0.996)

Tabla 2. Prueba DHS (Honestly-significant-difference) de Tukeya para el porcentaje de rendimiento del extracto de Alegría y Amansatoros

| Método de extracción | N | Subconjuntos | | | | | | | |
|----------------------|----|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | | AL | AM | AL | AM | AL | AM | AL | AM |
| CAE | 15 | 26.453 | 27.867 | | | | | | |
| SAE | 15 | | 28.133 | 28.173 | | | | | |
| SAM | 15 | | | | 33.307 | 29.800 | | | |
| CAM | 15 | | | | | | 37.620 | 36.667 | |
| Significación | | 1.000 | 0.728 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |

AL: Alegría; AM: Amansatoros; a. Alfa: 0.05

Para el análisis del tiempo se tomó como testigo la extracción a 92 horas, equivalente a cuatro días sin agitación, tiempo que maneja el Cisec en su proceso de extracción. Se pudo observar que no existe diferencia significativa entre 48 y 92 horas de maceración para el Amansatoros. Los promedios fueron muy cercanos: el rendimiento obtenido en 48 horas fue de 37.000 %, y en 92 horas fue de 37.400%. Para la Alegría, el mejor tiempo de extracción se obtuvo en las 48 horas con un rendimiento del 37.600%. Al tomar como referencia el testigo (37.700%), los rendimientos obtenidos en 48 horas y en 92 horas de maceración no mostraron una diferencia significativa entre ellas, siendo las 48 horas el tiempo óptimo. De ahí en adelante el proceso de extracción se estabiliza, de modo que se ahorrarían 48 horas más, y el rendimiento porcentual que se obtiene en 92 horas se obtiene en 48.

La prueba de Tukey permitió comparar los efectos múltiples sobre el rendimiento de extracción para Amansatoros y Alegría. En Amansatoros se pudo observar que la mejor técnica es la maceración con agitación utilizando la planta molida (CAM). Este método arrojó resultados de 37.587% de rendimiento en el Amansatoros, a diferencia del método de maceración sin agitación utilizando la hoja entera, con el cual se obtuvo un porcentaje en extracción de 28.133%. En la (Tabla 2) se pueden observar los resultados de la prueba Tukey para el rendimiento con diferentes métodos para Amansatoros.

De igual forma sucede con la Alegría. El método que mejor resultado arrojó fue la maceración con hoja molida más el efecto de agitación, con el cual se obtuvo un rendimiento del 36.667%. También se observaron diferencias significativas entre los tamaños de partícula (hoja entera y hoja molida). El tamaño de la partícula influyó de manera significativa en los tratamientos para el Amansatoros y la Alegría, en los que se presentó un incremento del rendimiento para la hoja molida, lo cual favoreció la extracción (en la Tabla 2 se presentan los resultados de la prueba Tukey para Alegría). Como se puede observar en la prueba de Tukey de la (Tabla 2), para los extractos de la planta Alegría se generaron cuatro subconjuntos, lo cual indica que existen diferencias significativas entre los cuatro métodos ensayados (CAE, SAE, SAM, CAM), e

indica diferencias en los porcentajes de extracción con cada método. Para la extracción de la planta Amansatoros se generaron tres subconjuntos, lo cual indica que existen diferencias significativas entre los cuatro métodos de extracción ensayados. Se observa un subconjunto conformado por los resultados de extracción empleando CAE y SAE, lo que indica que este subconjunto comparte características o valores similares. Sin embargo, los porcentajes de extracción promedio de la planta de Amansatoros presentan valores diferentes.

Conclusiones

El valor más alto de rendimiento en función al tiempo de extracción para la Alegría (*Scutella incarnata*), según los análisis, fue a las 48 horas (tiempo ideal de extracción), con relación al tiempo que emplea el Cisec a la hora de realizar el proceso de extracción (92 horas). Así, se puede establecer que hay un tiempo que se pierde, puesto que el tiempo de extracción se estabiliza a las 48 horas y los resultados demuestran que se da una optimización de tiempo (48 horas menos de proceso), el cual se convierte en una ganancia para el proceso.

En el Amansatoros (*Justicia pectoralis*) los porcentajes más altos de rendimiento se dieron a las 92 y 48 horas. Estos datos fueron muy similares. Si se quiere optimizar tiempo se emplearían las 48 horas, ya que no hubo un incremento de rendimiento muy marcado durante las 92 horas equivalentes a cuatro días.

Con base en los resultados obtenidos y el análisis de varianza se ha comprobado una vez más que el mejor método para aplicar es utilizar el material molido, ya que la fracción de la partícula facilita el contacto entre el solvente y el soluto. Además, la interacción de las partículas favorece el rendimiento de la extracción, lo cual se comprueba gracias a la comparación del efecto de agitación y no agitación aplicado.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Colciencias, Agroinnova, a la Universidad del Cauca y al Departamento de Química por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- [1] Álvarez, A., González, J. A., Urquiola, A., García, M. y Monteagudo, R. (2007). Influencia del método de secado y el tiempo de almacenamiento en estante de las hojas de *E. minutifolium* Griseb sobre la actividad citotóxica y antiherpética tipo 1. *Re. Cub. De Química*, 19(1). Pharmacopea. 565 Botanical extracts. USP 30.
- [2] Bai, M., Zheng, C. J., Wu, S. Y., Chen, G. Y., Song, X. P. y Han, C. R. (2019). Chemical Constituents from *Scutellaria Hainanensis* C. Y. Wu. *Biochemical Systematics and Ecology*, 82, 1-12.
- [3] Bardakci, H., Turkoz Acar, E. y Kirmizibekmez, H. (2018). Simultaneous Quantification of Six Flavonoids In Four *Scutellaria* Taxa By HPLC-DAD (Cromatografía líquida de alta resolución con arreglo de diodos) Method. *Revista Brasileira de Farmacognosia* [en prensa].
- [4] Cisec y Acin. (1999). *Plan de manejo en las plantas medicinales. "Alegría (Scutella incarnata)"*. Santander de Quilichao, Cauca, Colombia.
- [5] Carmona, R., López, O., González, M. L. y Muñoz, A. (2006). Optimización del proceso de obtención del extracto acuoso de *C. officinalis*. *Rev. Cub. Plant Med.*, 11. 3-4.
- [6] Castro, M. y Gonzáles, R. (2003). Comparación del contenido de compuestos fenólicos en la corteza de ocho especies de pino. *Madera y Bosques*, 9(2), 41-49.
- [7] Díaz, Y. (1999). Promotora de Salud. *Resguardo indígena de Canoas*. Vda. las Vueltas. Santander de Quilichao, Cauca.
- [8] Fernández, A. (1990). Notas sobre *Scutellaria* (Labiatae) en Colombia y Ecuador. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 47(1), 105-123.
- [9] EghbaliFeriz, S., Taleghani, A. y Tayarani-Najaran, Z. (2018). *Scutellaria*: Debates on the Anticancer Property. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 105, 1299-1310.
- [10] Gallo-Corredor, J. A. y Sarria-Villa, R. A. (2009). Condiciones de extracción de taninos a partir de la corteza de *Pinus patula* y estandarización del método cromatográfico (CLAR: Cromatografía líquida de alta resolución) para la determinación de catequina. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 1(1), 7-9.
- [11] García J. (1993). La filtración y la centrifugación en la industria químico-farmacéutica. Primer Curso Internacional, *Segunda Parte*. Ciudad Habana, Cuba.
- [12] García-Ríos, R. I., Mora-Pérez, A., González-Torres, D., Carpio-Reyes, R. J. y Soria-Fregozo, C. (2019). Anxiolytic-Like Effect of the Aqueous Extract of *Justicia Spicigera* Leaves on Female Rats: a Comparison to Diazepam. *Phytomedicine*, 55, 9-13.
- [13] Wikipedia. (2018). Santander de Quilichao. Estados Unidos. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Santander_de_Quilichao
- [14] Deutscher Volkshochschul-Verband. (2019). Education for Everyone. Worldwide. Lifelong. Alemania. Recuperado de: <https://www.dvv-international.de/es/dvv-international/perfil/>
- [15] Muñetón, P. (2018). *Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana*. México. Recuperado de: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx>
- [16] Jerez, M., Pinelo, M., Sineiro, J., Núñez, M. J. (2006). Influence of Extraction Conditions on Phenolic Yields from Pine Bark: Assessment of Procyanidins Polymerization Degree by Thiolytic. *Food Chemistry*, 94, 406-414.
- [17] Leal, L. K., Silva, A. H. y Viana, G. S. B. (2017). *Justicia Pectoralis*, a Coumarin Medicinal Plant Have Potential for the Development of Antiasthmatic Drugs? Review. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 27, 794-802.
- [18] Locklear, T. D., Huang, Y., Frasor, J., Doyle, B. J., Pérez, A., Gómez, J. y Laurito, G. B. (2010). Estrogenic and Progestageni Effects of Extracts of *Justicia Pectoralis* Jacq, an Herbal Medicine from Costa Rica Used for the Treatment of Menopause and pms. *Maturitas*, 66, 315-322.
- [19] Martínez, F. (1983). Obtención de taninos a partir de corteza de dos especies de pinos cubanos. *Revista Forestal Baracoa*, 3(1), 51.
- [20] Ospina, A. y Dizu, Y. (2009). *Sistematización de la experiencia ambiental*. Cauca: Centro de Investigaciones y Servicios Comunitarios.
- [21] Rengifo, E. (2010). *Diseño experimental aplicado. Nota de clase*. Popayán: Grupo de investigación en Estadística y Probabilidad, Departamento de Matemáticas, Universidad del Cauca.
- [22] Sarria-Villa, R. A., Gallo-Corredor, J. A. y Páez, M. I. (2017). Isolation of Catechin and Gallic Acid from Colombian Bark of *Pinus patula*. *Chemical Science Journal*, 8(174), 1-11.
- [23] Venâncio, E. T., Rocha, N. F. M., Rios, E. R., Feitosa, M. L., Linhares, M. I., Melo, F. H. C. ... y Fonteles, M. M. F. (2011). Anxiolytic-Like Effects of Standardized Extract of *Justicia Pectoralis* (sejp) in Mice: Involvement of gaba/Benzodiazepine in Receptor. *Phytotherapy Research*, 25, 444-450.