

Chuquiragua: una revisión bibliográfica sobre sus compuestos fenólicos y su aplicación

Chuquiragua: a literature review on its phenolic compounds and their application

Ariel Puma-Solorzano¹, Samanta Marcillo-Ontaneda¹ y Gustavo José Sandoval-Cañas²

Resumen

La *Chuquiragua jussieui* es una planta originaria de las zonas andinas de Ecuador y Perú, utilizada tradicionalmente en la medicina ancestral para tratar inflamaciones, dolores e infecciones. Este artículo presenta una revisión bibliográfica sobre sus principales compuestos fenólicos y propiedades, y establece su relación con la química orgánica a partir de la extracción de dichos compuestos y sus aplicaciones en las industrias alimentaria y farmacéutica. Además, se vincula el fenómeno de resonancia con la capacidad antioxidante de las moléculas presentes en la planta mediante un experimento en el que se identifica quercetina en hojas y tallos. Para ello, se realizó una maceración alcohólica y se empleó la técnica de TLC con luz UV de 254 y 366 nm. Este trabajo resalta la importancia de la *Chuquiragua jussieui* como recurso didáctico que permite conectar el conocimiento ancestral con contenidos de Química Orgánica y promover su valoración en el aula.

Palabras clave: *Chuquiragua jussieui*, compuestos fenólicos, química orgánica, conocimiento ancestral, propiedades antioxidantes.

Abstract

Chuquiragua jussieui is a plant native to the Andean regions of Ecuador and Peru, traditionally used in ancestral medicine to treat inflammation, pain, and infections. This article presents a literature review on its main phenolic compounds and properties, establishing its connection with organic chemistry through the extraction of these compounds and their applications in the food and pharmaceutical industries. In addition, it links the phenomenon of resonance with the antioxidant capacity of the molecules present in the plant through an experiment in which quercetin was identified in its leaves and stems. For this purpose, an alcoholic maceration was carried out, and the TLC technique was used under UV light at 254 and 366 nm. This work highlights the importance of *Chuquiragua jussieui* as a didactic resource that bridges ancestral knowledge with organic chemistry content, fostering its appreciation in the classroom.

Keywords : *Chuquiragua jussieui*, phenolic compounds, organic chemistry, ancestral knowledge, antioxidant properties.

CÓMO CITAR:

Puma-Solorzano, A., Marcillo-Ontaneda, S., y Sandoval-Cañas, G. J. (2025, noviembre). *Chuquiragua: una revisión bibliográfica sobre sus compuestos fenólicos y su aplicación*. Educación Química, 36(Número especial). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2025.4.91789e>

¹ Carrera de Bioquímica y Farmacia, Universidad Central del Ecuador, Ecuador.

² Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Central del Ecuador, Universidad de las Américas, Ecuador.

Introducción

La *Chuquiragua* es una planta autóctona de los Andes que se encuentra comúnmente en el páramo ecuatoriano. La planta es utilizada por los nativos y las personas de los páramos debido a sus propiedades medicinales, como antidiurético, cicatrizante y antiséptico (Barrera, 2015). Estos conocimientos ancestrales se han comprobado con diversos estudios, como lo mencionan Dueñas y sus colaboradores (2016), quienes realizaron estudios fitoquímicos de extractos de la *Chuquiragua*, encontrando compuestos fenólicos, resinas y flavonoides.

Existen varios estudios que demuestran la capacidad antioxidante de la planta debido a los compuestos fenólicos que contiene, como la quercetina, un flavonoide que posee anillos aromáticos y grupos hidroxilos, lo que le confiere dicha propiedad (Martínez et al., 2002). De esta manera, los compuestos fenólicos pueden proteger al cuerpo humano del estrés oxidativo y de los radicales libres. Así, la planta es una gran fuente de compuestos fenólicos de interés que pueden ser utilizados en medicamentos, cosméticos y alimentos (Bussmann y Sharon, 2016).

La diversidad existente de plantas en Sudamérica es fundamental para el estudio de extractos bioactivos. El estudio de las propiedades de estos extractos se relaciona fuertemente con la química orgánica. Por esta razón, se utiliza la *Chuquiragua* como una fuente de conocimiento químico y ancestral para el estudio de química. Los estudiantes pueden llevar a cabo diversos análisis para corroborar las enseñanzas ancestrales de los pueblos indígenas, que ya usaban ciertas partes de plantas como medicina tradicional, con el fin de que la metodología en el aula y laboratorio pueda contextualizarse.

La enseñanza de Química Orgánica es compleja, debido a que el estudio abarca mucha teoría y generalmente se realiza de forma mecánica para el estudiante. Por ello, es importante relacionar los contenidos de la asignatura con los de la vida cotidiana (Sandoval Cañas y Braibante, 2019). En busca de una ayuda para comprender mejor los contenidos, se utilizan temáticas específicas para que el aprendizaje sea más significativo para la participación de los estudiantes. Con base en esto, la *Chuquiragua jussieui* puede ser utilizada como temática y estrategia para relacionar contenidos, práctica y vida cotidiana (Sandoval-Cañas y Ordoñez-Araque, 2020). Los contenidos abordados en este trabajo tratan de relacionar los compuestos fenólicos y su capacidad antioxidante con el fenómeno de resonancia implícito en las moléculas principales de la planta.

Así, el presente artículo fue realizado con el objetivo de relacionar la importancia de los compuestos fenólicos de la *Chuquiragua*, sus propiedades y los contenidos de la Química Orgánica. Este trabajo se realizó como proyecto final de la asignatura de Química Orgánica I, impartida en el tercer semestre de la carrera de Bioquímica y Farmacia de la Universidad Central del Ecuador. Desde un inicio, este trabajo pretendió enfatizar el desarrollo de las técnicas de laboratorio y de investigación, buscando el fomento del aprendizaje de estructuras, propiedades y métodos de extracción de principios activos con el conocimiento ancestral del uso de la planta *Chuquiragua*.

La Chuquiragua

La *Chuquiragua* es un arbusto bajo del género *Chuquiraga* y familia Asteraceae, descubierta y clasificada por Johann F. Gmelin, científico alemán que trabajó en varias áreas como Química y Botánica. La planta crece en los Andes ecuatorianos en altitudes de aproximadamente 3500 metros sobre el nivel del mar. Alcanza alrededor de 3 metros de altura y presenta flores de color amarillo que miden 2 cm (Fernández et al., 2009).



FIGURA 1. *Chuquiragua jussieui*.

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 1. Taxonomía de *Chuquiragua jussieui*.

Fuente: Adaptado de Mazariego, 2019.

Taxonomía	
Reino:	Plantae
Filo:	<i>Tracheophyta</i>
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Subfamilia:	Barnadesioideae
Género:	<i>Chuquiraga</i>
Especie:	<i>Chuquiraga jussieui</i>

Las personas que viven en el páramo ecuatoriano la utilizan para tratar problemas diuréticos mediante infusión, juntamente con otras plantas medicinales. También se usa como cicatrizante, realizando un emplasto con agua para aplicar de forma tópica (Orquera, 2013). Además, los estudios de Dueñas y sus colaboradores (2016) destacan que se puede usar como antiinflamatorio, antioxidante y antibacteriano.

Composición química de la *Chuquiragua*

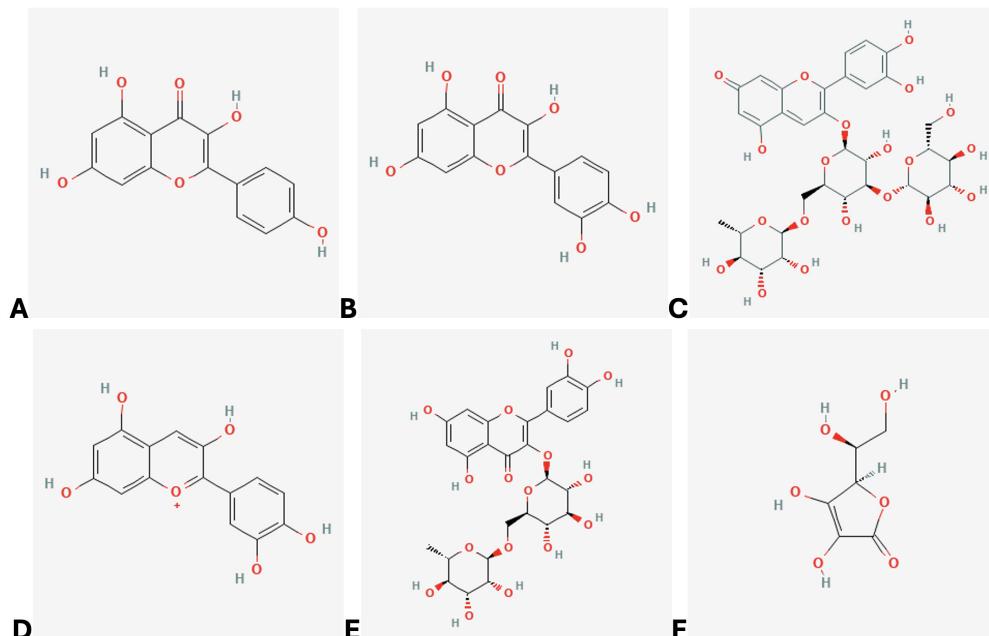
Se debe destacar que, hasta la actualidad, los estudios realizados no presentan información completa de un análisis de la composición química de la *Chuquiragua jussieui*. Sin embargo, los estudios realizados por Castro y Sosoranga (2020) describen una composición general con diversos compuestos químicos, como flavonoides, saponinas, esteroides, compuestos fenólicos, contenido de vitamina C y carotenoides, entre otros.

En su mayoría, los componentes más abundantes son flavonoides, como antocianinas, quercetina, cianidina, rutina y kaempferol. De acuerdo con el estudio de extracción realizado por Molina (2018) en hojas de la *Chuquiragua*, se obtuvo:

Compuesto químico	Resultado
Kaempferol	+
Quercetina	++
Antocianinas	+
Cianidina	+
Rutina	+
Vitamina C	++

TABLA 2. Composición química de la especie *Chuquiragua jussieui*.

Fuente: Adaptado de Molina, 2018.

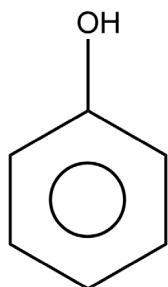


Fuente: PubChem.

Los compuestos fenólicos son compuestos orgánicos caracterizados por tener múltiples grupos hidroxilos unidos a anillos aromáticos. Además, son metabolitos secundarios de las plantas, que presentan diversas propiedades, como antioxidantes y bioactivas. La quercetina es un polifenol, más precisamente un flavonoide, el cual es un conjunto de moléculas heterogéneas que contienen grupos hidroxilos en sus anillos bencílicos. Se encuentra en muchas plantas y alimentos, como vino tinto, *Chuquiragua*, manzana y té verde (Dörner et al., 2006). Sin embargo, la quercetina no siempre es

biodisponible en los alimentos; por ejemplo, la cebolla contiene 54 mg/100 g, aunque las concentraciones pueden variar según las condiciones ambientales de cultivo (Vicente et al., 2013).

Actualmente, los compuestos fenólicos han ganado interés debido a sus posibles aplicaciones en diversas industrias. Diversos estudios han comprobado que los extractos fenólicos de la *Chuquiragua* poseen propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias, diuréticas y anticancerígenas (Ortiz, 2017). En el campo de la medicina, se han desarrollado antioxidantes naturales para combatir el estrés oxidativo generado por los radicales libres en el organismo. Además, en la industria alimenticia y farmacéutica hay grandes avances para incluir los compuestos fenólicos de la *Chuquiragua* (Dueñas et al., 2016).



Los compuestos fenólicos analizados en la *Chuquiragua* presentan gran potencial para aplicaciones en medicina. De esta planta se han identificado compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas. La evidencia científica indica que la *Chuquiragua* contiene los flavonoides quercetina, rutina y kaempferol; sin embargo, el metabolito secundario más destacado es la quercetina, debido a su limitada biodisponibilidad en el organismo humano y en las plantas (Mendiondo et al., 2011).

FIGURA 4. Estructura de un fenol.
Fuente: Elaboración propia.

Propiedades medicinales de la *Chuquiragua* y sus aplicaciones

Como se observa en la Figura 3, la quercetina está formada por tres anillos aromáticos (A, B y C) conectados en un sistema policíclico, lo que le brinda estabilidad y es un ejemplo de resonancia, en el que los electrones se pueden desplazar a lo largo de los dobles enlaces. Esto es posible gracias a los cinco grupos hidroxilos (-OH) en las posiciones 3, 5, 7, 3' y 4', los cuales aumentan la polaridad de la molécula al formar enlaces de hidrógeno, explicando su solubilidad en solventes polares como el etanol. Gracias a estas características, la *Chuquiragua* es una planta medicinal que posee propiedades antiinflamatorias, y se ha demostrado que puede reducir la inflamación en el organismo. De la misma forma, previene el estrés oxidativo mediante la inhibición del colesterol LDL (Casto y Sosoranga, 2020). Estas propiedades medicinales se deben, en gran parte, a la presencia de quercetina en sus hojas y tallos, lo que la convierte en un recurso valioso como medicina alternativa (Vásquez, 2019).

La quercetina es un flavonoide que posee varias propiedades debido a su estructura conjugada y a la presencia de grupos hidroxilos, los cuales le otorgan capacidad antioxidant e un alto poder antiinflamatorio. En un estudio se utilizó un suplemento llamado *Quercetin complex*, destinado a deportistas para disminuir el dolor posterior a la práctica deportiva. Por otro lado, se empleó el suplemento *CompreCardio* para la protección contra el daño causado por el colesterol LDL, debido a las propiedades antioxidantes de la molécula (Vicente et al., 2013).

Además, esta planta puede fortalecer el sistema inmunológico y prevenir infecciones o enfermedades. Así, mediante la quercetina se han desarrollado estudios en ratones que demostraron que la administración de *AntioxidEnz*, que contiene quercetina, redujo los efectos provocados por el virus H1N1 (Davis et al., 2008).

Por otro lado, la *Chuquiragua* se usa comúnmente en las comunidades del páramo ecuatoriano para tratar problemas digestivos y diuréticos. Esto evidencia la importancia de los conocimientos ancestrales, los cuales pueden ser investigados con mayor profundidad para encontrar mayores beneficios y aplicaciones en el cuidado de la salud (Pérez et al., 2013).

Actividad citotóxica de la planta

Los extractos de *Chuquiragua* sometidos al secado por aspersión han sido evaluados por su actividad antioxidante, antiinflamatoria y citotóxica *in vitro* (Sarria et al., 2021). La actividad citotóxica se refiere a la capacidad de una sustancia o agente para inducir apoptosis o necrosis en las células; además, puede impedir el crecimiento celular y disminuir el tamaño de los tumores (Cabrera, 2013).

Estos estudios *in vitro* tuvieron como objetivo determinar la capacidad de esta planta endémica en nuevos tratamientos medicinales contra el cáncer, dado que la quercetina se ha usado como uno de los principios activos del medicamento *Quercetin 500 plus*, que ha demostrado inducir apoptosis en células tumorales de cáncer de hígado (Granado et al., 2006). Estos hallazgos sugieren que la *Chuquiragua* podría ser una fuente valiosa para continuar los estudios sobre los compuestos presentes en la planta y sus propiedades anticancerígenas (Badami et al., 2013).

Los compuestos fenólicos descubiertos en la *Chuquiragua*, especialmente los flavonoides como la quercetina, han mostrado actividades antioxidantes significativas, ya que inhiben el colesterol LDL, protegiendo al organismo contra el estrés oxidativo y el daño causado por los radicales libres (Cabrera, 2013). El estrés oxidativo es un desequilibrio entre la producción de especies reactivas de oxígeno (radicales libres) y la capacidad del organismo para neutralizarlas; cuando existe un exceso de radicales, puede causar enfermedades cardiovasculares y cáncer (Rodríguez, Salager y Forgiarini, 2012).

Por otro lado, se sabe que los polifenoles ayudan a proteger contra los radicales libres y tienen propiedades para reducir la inflamación y aliviar la prostatitis mediante tratamientos basados en *ProstaEz*, compuesto principalmente de quercetina. En un estudio preclínico de 30 pacientes, el 67 % presentó una mejora de los síntomas (Shoskes et al., 1999). Para aprovechar al máximo el potencial de la quercetina de la *Chuquiragua*, es necesario realizar más estudios que mejoren su biodisponibilidad, estabilidad y beneficios, por lo que se están explorando nuevas formulaciones, como la encapsulación en nanopartículas (Gallego y Colino, 2023).

Actividad citotóxica de la planta

Los extractos de *Chuquiragua* sometidos al secado por aspersión han sido evaluados por su actividad antioxidante, antiinflamatoria y citotóxica *in vitro* (Sarria et al., 2021). La actividad citotóxica se refiere a la capacidad de una sustancia o agente para inducir la apoptosis o necrosis en las células, además pueden impedir el crecimiento celular y disminuir el tamaño de los tumores (Cabrera, 2013).

Estos estudios *in vitro* tuvieron el objetivo de determinar la capacidad de esta planta endémica en nuevos tratamientos medicinales contra el cáncer, debido a que la quercetina se ha usado como uno de los principios activos del medicamento *Quercetin 500 plus*, que ha demostrado la propiedad de inducir la apoptosis en células tumorales de cáncer de

hígado (Granado et al., 2006). Estos hallazgos sugieren que la *Chuquiragua* podría ser una valiosa fuente para seguir en los estudios de los compuestos presentes en la planta y sus propiedades anticancerígenas (Badami et al., 2013).

Los compuestos fenólicos descubiertos en la *Chuquiragua* especialmente los flavonoides, como la quercetina, han mostrado actividades antioxidantes significativas debido a que inhibe al colesterol LDL protegiendo al organismo contra el estrés oxidativo y el daño causado por los radicales libres (Cabrera, 2013). El estrés oxidativo es un desequilibrio entre la producción de especies reactivas de oxígeno (radicales libres) y la capacidad del organismo para neutralizarlas, sin embargo, cuando existe gran cantidad de radicales puede causar enfermedades cardiovasculares y cáncer (Rodríguez, Salager y Forgiarini, 2012).

Por otro lado, se sabe que polifenoles ayudan a protegernos de los radicales libres y tienen propiedades para reducir la inflamación y aliviar la prostatitis a través de tratamientos basados en *ProstaEz* el cuál se compone principalmente de quercetina. En un estudio preclínico de 30 pacientes el 67% presentaron una mejora de los síntomas (Shoskes et al., 1999). Para aprovechar el máximo el potencial que tiene la quercetina de la *Chuquiragua* es necesario hacer más estudios para mejorar la biodisponibilidad, estabilidad y beneficios para obtener mejores resultados; es por eso por lo que se está buscando nuevas formulaciones como encapsulación en nanopartículas (Gallego y Colino, 2023).

Aplicaciones de los Compuestos fenólicos de la *Chuquiragua*

Industria Farmacéutica

Los compuestos fenólicos de la *Chuquiragua* también tienen aplicaciones potenciales en el tratamiento del cáncer y las enfermedades cardiovasculares. Estudios como los de Barrera (2015) y Cabrera (2013) han demostrado que los compuestos fenólicos de la *Chuquiragua* tienen propiedades antitumorales y pueden inhibir el crecimiento de células cancerígenas. Además, se ha observado que los compuestos fenólicos tienen efectos cardioprotectores y pueden ayudar a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, como la hipertensión y la enfermedad coronaria (Dueñas et al., 2016). Estos hallazgos respaldan el potencial de la quercetina de la planta como agente terapéutico en el tratamiento del cáncer y las enfermedades cardiovasculares (Broman-Fulks et al., 2012).

Industria alimenticia

En la industria alimenticia, los compuestos fenólicos extraídos de la *Chuquiragua* pueden ser utilizados como conservantes de alimentos mediante el uso de la quercetina. En el estudio de Inti (2019) se probaron diferentes extractos de mezclas de aceites; en uno de ellos, que contenía 10,16 g/100 g de aceite, se observó que en un yogur frutal se incrementó su vida útil en 14 días, aunque presentó sabores al extracto al día 14. Esto sugiere que la capacidad de conservante natural está directamente vinculada a la cantidad de polifenol presente en el yogur.

La Chuquiragua y su relación con la Química Orgánica

La *Chuquiragua* tiene en su composición una variedad de compuestos químicos que establecen un vínculo esencial con la química orgánica, revelando la complejidad y

aplicabilidad de los compuestos naturales. Los compuestos fenólicos de la planta, caracterizados por su estructura aromática con grupos hidroxilo, otorgan propiedades químicas combinando características de fenoles y compuestos aromáticos. Como se observa en la Figura 3, estos compuestos, como la quercentina, pueden donar electrones a los radicales libres para estabilizarlos o bien desplazarlos en su estructura aromática; así, la quercentina se transforma en un radical libre que se estabiliza por resonancia gracias a su estructura, lo que ralentiza los procesos de oxidación (Sandoval y Ordoñez, 2020).

El proceso de resonancia, donde los polifenoles forman un nuevo radical, evita la propagación de la reacción de oxidación. La resonancia se debe a los tres anillos (dos fusionados) que contiene la quercentina. Al ser aromáticos, contienen carbonos con hibridación sp^2 con un orbital p sin hibridizar, que pueden formar enlaces π debido a su solapamiento, deslocalizando el electrón desapareado que se forma por la donación.

Para el proceso de extracción, que involucra la selección de solventes, métodos y condiciones adecuadas, se aplican los principios fundamentales de la química orgánica, destacando la importancia de la reactividad de los grupos funcionales y las propiedades moleculares. De esta manera, los compuestos fenólicos participan en reacciones de sustitución y oxidación.

No se debe olvidar que la elección del solvente es crucial, dado que los compuestos fenólicos no son solubles en agua y necesitan un solvente polar por la naturaleza de los grupos hidroxilos. Esto permite la formación de puentes de hidrógeno y separa los compuestos de interés de otros menos solubles (López, 2024). Es importante comprender las propiedades físicas y químicas de los compuestos fenólicos, destacando la relevancia de la reactividad de grupos funcionales y las propiedades moleculares (Cuevas y Rosario, 2005).

Métodos de extracción de compuestos fenólicos de la planta *Chuquiragua*

Un método común para extraer compuestos fenólicos es la extracción por solventes. Este método implica el uso de un solvente polar, como metanol (CH_3OH), etanol (C_2H_5O), acetonitrilo (C_2H_3N) o acetona (C_3H_6O), para extraer los compuestos fenólicos del material vegetal (Rivas et al., 2017). Las condiciones de extracción, como el tipo de solvente y el tamaño de las partículas de la planta, pueden afectar la eficiencia de la extracción. Los estudios han demostrado que el uso de metanol como disolvente y un tamaño de partícula más pequeño producen mejores resultados de extracción (Ortiz, 2017). La extracción por solvente se usa ampliamente y se ha demostrado que es efectiva para extraer compuestos fenólicos de varias fuentes vegetales; además, se debe considerar la temperatura de almacenamiento de la maceración, que puede estar entre 15 °C y 20 °C.

La extracción asistida por microondas es otro método para obtener los compuestos fenólicos. Este procedimiento implica el uso de energía de microondas para calentar el material vegetal y facilitar la extracción de compuestos fenólicos. La extracción asistida por microondas se considera un método alternativo a los métodos de extracción convencionales y es eficaz para obtener compuestos bioactivos a partir de plantas (Puertas et al., 2013). Los estudios de Wong et al. (2020) y Saavedra (2023) se han centrado en determinar las condiciones óptimas, como la temperatura y el tiempo, para la extracción asistida por microondas con el fin de maximizar la extracción. Este método ofrece ventajas como tiempos de extracción más cortos y mayores rendimientos en comparación con los métodos tradicionales.

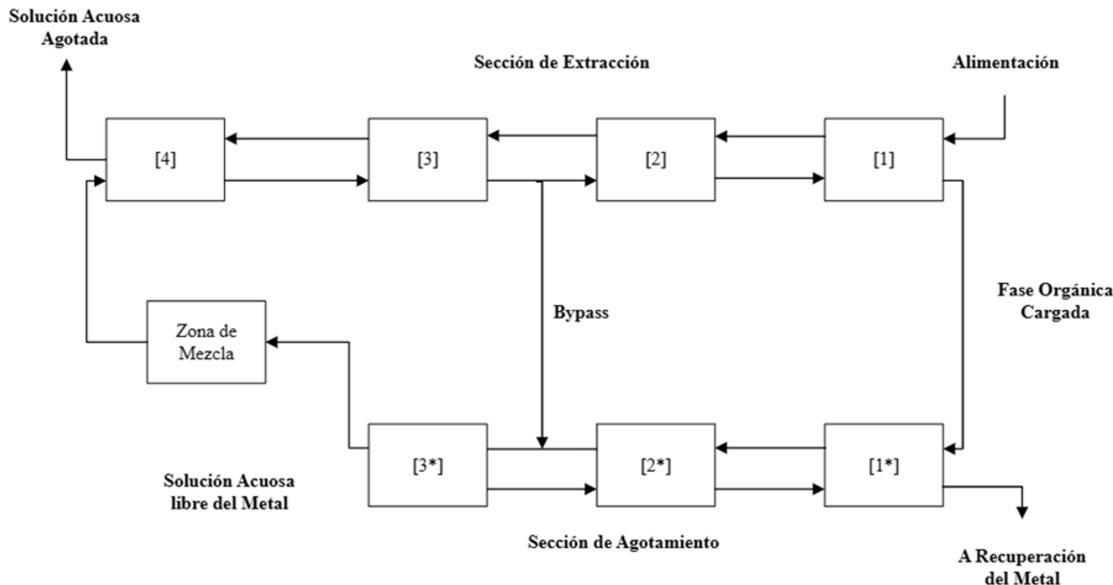


FIGURA 5. Esquema del método de extracción por solventes.

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, el procedimiento que los estudiantes pueden realizar de manera más sencilla es el método de extracción por solventes, considerando los materiales y equipos disponibles en el laboratorio. Además, al ser una técnica de bajo costo, los alumnos pueden aportar alternativas si algún material no está disponible y, por otro lado, pueden desarrollar distintas maceraciones con diferentes solventes para evaluar la efectividad del experimento.

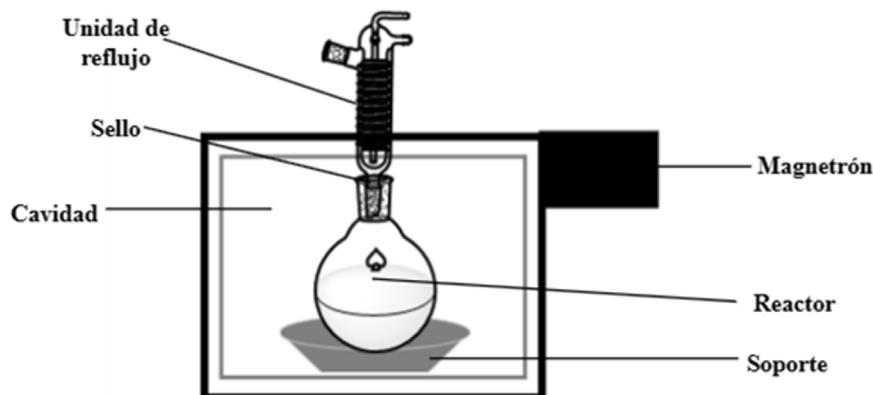


FIGURA 6. Esquema del método de extracción asistida por microondas.

Fuente: Elaboración propia.

Experimento para demostrar la relación con la Química Orgánica

A continuación, se presenta un experimento para comprobar la presencia de la quercetina en la *Chuquiragua*. Se realizó una extracción alcohólica con metanol (CH_3OH) para obtener la quercetina de dos muestras de hojas y una de tallo. Este proceso se basó en la capacidad del metanol para disolver una amplia gama de flavonoides presentes en la planta. Comúnmente se usa etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) para realizar la maceración; sin embargo, los compuestos fenólicos son más afines al metanol, por lo que se eligió este solvente debido a su polaridad para separar otros compuestos menos solubles.

Se utilizó la técnica de cromatografía en capa fina para demostrar la presencia de compuestos fenólicos, específicamente la quercetina. Se empleó un estándar de quercetina para comparar el recorrido en las placas cromatográficas frente a los extractos de *Chuquiragua*.

En las Tablas 3 y 4 se resume el experimento en el que se utilizaron las hojas y el tallo de la *Chuquiragua* para extraer la quercetina. Para corroborar los resultados obtenidos de la maceración se realizó cromatografía en capa fina con un patrón de quercetina. Luego se usó una lámpara UV que mostró el recorrido de los compuestos en la placa con los respectivos eluyentes.

PROCESO:	<i>Maceración</i>	
MATERIALES:		<ul style="list-style-type: none"> • 15g de hojas y tallos de Chuquiragua • Frascos ámbar de 250 mL • Placas de cromatografía
REACTIVOS:		<ul style="list-style-type: none"> • 335 mL de metanol al 98% • 35 mL de cloroformo • Patrón quercetina.
PROCEDIMIENTO:		
<ul style="list-style-type: none"> • Secar la muestra de Chuquiragua por un periodo de 3 a 5 días a temperatura ambiente o colocar en la estufa por alrededor de 1 hora. • Separar las hojas y los tallos por separado, posteriormente triturarlos lo más fino posible. • Preparar una solución de 5:5 de metanol y agua. • Colocar la 15g de muestra de hojas en un frasco ámbar y colocar 200 mL de la solución; de la misma manera con la muestra de tallo. • Dejar en reposo por 3 días en un ambiente seco y protegido de la luz. • Preparar una muestra patrón de quercetina, pesar 1g y aforar con 100 mL de metanol. • Realizar la placa de cromatografía con solvente 7:3 de metanol-agua y cloroformo-metanol y comparar el factor de retención (Rf). 		
RESULTADOS		
<i>Secado de hojas y tallos de Chuquiragua.</i>	<i>Maceración de 2 muestras de hojas y 1 de tallo.</i>	<i>Resultado de la cromatografía de capa fina con eluyente cloroformo-metanol.</i>
El secado de las hojas y tallos se lo realizó por 2 semanas.	El proceso de maceración de las hojas y los tallos de la Chuquiragua se realizó durante 3 días en las que se le coloco por separar las muestras con un metanol al 98%.	Se calculó el Rf experimental de dos placas a través de TLC sobre una luz UV 366 nm, obteniendo un Rf1 de 0,83 y Rf2 de 0,93.

TABLA 3. Resumen del proceso de maceración.
Fuente: Elaboración propia.

Resultados

Mediante la maceración de dos muestras distintas de hojas y una de tallo, se determinó que el extracto 2 de las hojas presentó valores de Rf de 0,83 y 0,93. Estos resultados indican el aislamiento de la quercetina de la planta *Chuquiragua* utilizando dos eluyentes distintos en la misma proporción (7:3): metanol-agua y cloroformo-metanol. En particular, el eluyente cloroformo-metanol permitió obtener los valores de Rf mencionados, mientras que el metanol-agua mostró una alta afinidad con el flavonoide, aunque la proporción utilizada no fue la adecuada. Finalmente, se corroboró que el Rf experimental se encuentra dentro de los parámetros del Rf tabulado de la quercetina, que está entre 0,80 y 0,98.

TABLA 4. Resultados TLC de la *Chuquiragua*.

Fuente: Elaboración propia.
Nota: EXT H (extracto de hojas) y EXT T (extracto de tallo).

Conclusiones

La Química Orgánica suele percibirse como una asignatura compleja, llena de teoría y sin muchos cálculos como otras ramas de la química, por lo que la aplicación de la teoría en la práctica es fundamental para un mejor entendimiento. El estudio de la *Chuquiragua jussieui* permite acercar estos contenidos a un contexto real y significativo. A través de la revisión bibliográfica y del experimento de extracción de quercetina, los estudiantes pueden relacionar conceptos como polaridad, solubilidad y resonancia, y también descubren cómo estos están presentes en un recurso natural que forma parte del patrimonio cultural de los Andes.

Más allá de los resultados experimentales, este trabajo tuvo un impacto educativo importante. Los estudiantes se motivan al reconocer la conexión entre la química y la vida cotidiana, al mismo tiempo que valoran la sabiduría ancestral ligada a la *Chuquiragua*. Esta experiencia favorece un aprendizaje más activo y colaborativo, en el que la investigación y la práctica se convierten en herramientas para desarrollar competencias científicas y habilidades blandas, como el trabajo en equipo y la comunicación.

En consecuencia, se propone que la incorporación de la *Chuquiragua* y de otros recursos naturales locales en las prácticas de laboratorio de Química Orgánica se convierta en un modelo replicable para el aula. Este tipo de actividades fomenta no solo la comprensión de fenómenos químicos, sino también el desarrollo de competencias investigativas, la valoración del entorno cultural y la construcción de un aprendizaje contextualizado. Futuras investigaciones podrían centrarse en el diseño de guías didácticas y estrategias pedagógicas que potencien este enfoque, vinculando ciencia y cultura de manera integrada.

Referencias

- Badami, P. A., Barraza, J. D., Suarez, I. E., Vásquez, A. B., Salguero, A. R., Boggetti, H. J., y González, E. A. (2018). Extracción con fluido supercrítico de compuestos fenólicos de suncho dulce (*Tessaria dodoneifolia*) de Santiago del Estero: comparación con métodos convencionales. *Quebracho (Santiago del Estero)*, 26(2), 60. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30262018000200060&lng=es&tlang=es

- Barrera Basantes, A. C. (2015). *Evaluación de la actividad diurética del extracto de chuquiragua (*Chuquiragua jussieui*) en ratas (*Rattus norvegicus*)* [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/4627/1/56T00603%20UDCTFC.pdf>
- Bussmann, R. W., y Sharon, D. (2016). Plantas medicinales de los Andes y la Amazonía: la flora mágica y medicinal del norte del Perú. *Ethnobotany Research and Applications*, 15(1), 1-293.
- Broman-Fulks, J. J., Canu, W. H., Trout, K. L., y Nieman, D. C. (2012). The effects of quercetin supplementation on cognitive functioning in a community sample: a randomized, placebo-controlled trial. *Therapeutic Advances in Psychopharmacology*, 2(4), 131-138. <https://doi.org/10.1177/2045125312445894>
- Cabrera Armijos, R. A. (2013). *Proyecto de industrialización y formulación de una bebida antioxidante natural compuesta por naranja (*Citrus sinensis*), zanahoria (*Daucus carota*), papaya (*Carica papaya*), tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*), chuquiragua (*Chuquiragua sinensis*), pepinillo (*Cucumis sativus*) y brócoli (*Brassica oleracea*)* [Tesis de licenciatura, Universidad de las Américas]. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/716/1/UDLA-EC-TIAG-2013-05.pdf>
- Castro Castro, L. J., y Sosoranga Valencia, S. L. (2020). *Evaluación fitoquímica y actividad antioxidante de los extractos hidroalcohólicos en hojas y flores de Chuquiragua jussieui J.F. Gmel (Asteraceae)* [Tesis doctoral, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Químicas]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49202>
- Cuevas, G., y Rosario, A. (2005). Caracterización polifenólica de hollejos de las variedades Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Franc y Carmenere durante el período de maduración.
- Davis, J. M., Murphy, E. A., McClellan, J. L., Carmichael, M. D., y Gangemi, J. D. (2008). Quercetin reduces susceptibility to influenza infection following stressful exercise. *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 295(2), R505-R509. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.90319.2008>
- Dueñas-Rivadeneira, A., Alcívar-Cedeño, U., Sacon-Vera, E., Bravo-Sánchez, L., y Villanueva-Ramos, G. (2016). Determinación de las condiciones de extracción de compuestos fenólicos a partir de *Chuquiragua jussieui* J.F. Gmel usando la lixiviación de muestras sólidas. *Tecnología Química*, 36(2), 166-175. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852016000200005&lng=es&tlang=es
- Dörner, C., Galleguillos, M., y Adarmes Ahumada, H. (2006). ¿Qué son los flavonoides y a qué se debe su efecto protector? <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/122571/Que-son-los-flavonoides-y-a-que-se-debe-su-efecto-protector.pdf>
- Fernández, E. D., Matute, S. V., y Samaniego, X. I. (2009). Actividad biológica de hongos endófitos presentes en dos plantas medicinales: chuquirahua (*Chuquiragua jussieui* J.F. Gmel) y ñachag (*Bidens andicola* Kunth). *La Granja*, 9(1), 29-43

- Gallego, D., y Colino, C. I. (2023). Formulación y optimización de nanopartículas lipídicas con quitosán para la administración de quercetina. *FarmaJournal*, 8(2), 17–25. <https://doi.org/10.14201/fj2023821725>
- Granado-Serrano, A. B., Martín, M. A., Bravo, L., Goya, L., y Ramos, S. (2006). Quercetin induces apoptosis via caspase activation, regulation of Bcl-2, and inhibition of PI-3-kinase/Akt and ERK pathways in a human hepatoma cell line (HepG2). *The Journal of Nutrition*, 136(11), 2715–2721. <https://doi.org/10.1093/jn/136.11.2715>
- Inti Barreto, J. C. (2019). *Caracterización de los propóleos del distrito de Huaraz y su efecto conservante en yogur*. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/3732>
- López Sornoza, S. K. (2024). *Comparación de los desafíos del proceso de extracción en aceites esenciales en plantas oleaginosas* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16340>
- Martínez-Flórez, S., González-Gallego, J., Culebras, J. M., y Tuñón, M. J. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*, 17(6), 271–278.
- Mazariego, Y. V. (2019). La chuquiragua o flor de los Andes te ayuda a protegerte de los radicales libres. *SportLife*. https://www.sportlife.es/vida-sana/chuquiragua-flor-andes-rica-antioxidantes-protege-radicales-libres_204779_102.html
- Mendiondo, M. E., Juárez, B. E., Zampini, C., Isla, M. I., y Ordoñez, R. (2011). Bioactivities of *Chuquiraga straminea* Sandwith. *Natural Product Communications*, 6(7). <https://doi.org/10.1177/1934578x1100600710>
- Orquera, G. (2013). *Establecimiento de un protocolo para el cultivo in vitro de Chuquiragua (Chuquiraga jussieu) a partir de yemas apicales y axilares* [Tesis de licenciatura, Universidad de las Fuerzas Armadas — ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/7167>
- Pérez-Nájera, V., Lugo-Cervantes, E., Gutiérrez-Lomelí, M., y Del-Toro-Sánchez, C. L. (2013). Extracción de compuestos fenólicos de la cáscara de lima (*Citrus limetta* Risso) y determinación de su actividad antioxidante. *Biotecnia*, 15(3), 18–22. <https://doi.org/10.18633/bt.v15i3.153>
- Puertas-Mejía, M. A., Ríos-Yepes, Y., y Rojano, B. A. (2013). Determinación de antocianinas mediante extracción asistida por radiación de microondas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de alto consumo en Antioquia-Colombia. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(2), 288–297. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=41089>
- Rivas Pérez, B. N., Leal Granadillo, I. A., Loaiza Cuauro, L. F., Morillo, Y. E., y Colina Chirinos, J. C. (2017). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante en extractos de cuatro especies de orégano. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia*, 40(3), 134–142. http://ve.scieno.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702017000300002&lng=es&tlang=es

- Rodríguez, J., Salager, J. L., y Forgiarini, A. (2012). Evaluación del poder antioxidante de una microemulsión contenido quercetina y aceites esenciales mediante un método optimizado de análisis. *Ciencia e Ingeniería*, 34(1), 45–50. <https://www.redalyc.org/pdf/5075/507550798006.pdf>
- Saavedra Calle, R. E. (2023). *Extracción de antocianinas a partir de la cáscara de camote (*Ipomoea batatas (L.) Lam.*) y su aplicación como colorante natural en yogur.*
- Sandoval Cañas, G., y Braibante, M. E. (2019). A química dos alimentos funcionais. *Química Nova na Escola*, 41(3), 216–223.
- Sandoval, G., y Ordoñez, R. (2020). *El poder antioxidante de los compuestos funcionales: metodologías para la enseñanza en la academia.* Quito: UNIB.E.
- Sarria-Villa, R. A., Gallo, J. A., y Benítez, R. (2021). Extracción de compuestos fenólicos y contenido de catequina en cortezas de tres especies forestales del Cauca-Colombia. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 15(29), 19–27.
- Vásquez, Y. (2019). La chuquiragua o flor de los Andes te ayuda a protegerte de los radicales libres. *SportLife.* https://www.sportlife.es/vida-sana/chuquiragua-flor-andes-rica-antioxidantes-protege-radicales-libres_204779_102.html
- Vicente-Vicente, L., Prieto, M., y Morales, A. I. (2013). Eficacia y seguridad de la quercetina como complemento alimenticio. *Revista de Toxicología*, 30(2), 171–181.
- Wong-Paz, J. E., Aguilar-Zárate, P., Veana, F., y Muñiz-Márquez, D. B. (2020). Impacto de las tecnologías de extracción verdes para la obtención de compuestos bioactivos de los residuos de frutos cítricos. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 23(1), 1–11.