

Evaluación farmacognóstica de hojas y extractos de *Coriandrum sativum* L. de diferentes procedencias

Rosa, Rojas-Angulo¹; Fernando, Yanez-Jara²;
Ingrid, Márquez-Hernández^{3*}; Mercedes, Campo-Fernández⁴

Resumen

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar, desde el punto de vista farmacognóstico, hojas de *C. sativum* L. obtenidas a partir de diferentes orígenes y condiciones de cultivo, así como los extractos acuosos e hidroalcohólicos de las mismas. El estudio se desarrolló con cuatro muestras, cuyos orígenes y escenarios de cultivo fueron diferentes. Se realizaron análisis morfométricos y se practicaron estudios de control de calidad a la droga cruda y a los extractos acuosos e hidroalcohólicos de las mismas, según los procedimientos normados. El estudio químico cualitativo se desarrolló a través de tamizaje fitoquímico y cromatografía en capa delgada. En todos los estudios realizados se constataron diferencias entre las muestras estudiadas. En la mayoría de los casos las drogas y los extractos cumplieron con las normas de control de la calidad establecidas. Los resultados obtenidos en el tamizaje fitoquímico sugirieron la presencia de alcaloides, compuestos fenólicos, triterpenos, flavonoides, aminoácidos, saponinas, mucílagos, principios amargos y azúcares reductores en los extractos acuosos e hidroalcohólicos. Los resultados obtenidos a partir de cromatografía en capa delgada corroboraron la presencia de fenoles y aminoácidos y sugieren la existencia de actividad antioxidante en los extractos hidroalcohólicos.

Palabras clave: *Coriandrum sativum*, farmacognosia, tamizaje, cromatografía

Pharmacognostic evaluation of *Coriandrum Sativum* L. leaves and extracts from different sources

Abstract

The main objective of this work was to evaluate, from the pharmacognostic point of view, leaves of *C. sativum* L. obtained from different origins and culture conditions, as well as the aqueous and hydroalcoholic extracts. The study was developed with four samples of different origins and culture scenarios. In this work just the leaves were used. Following the standardized procedures, morphometric analyzes as well as quality control studies were performed on the crude drug and the aqueous and hydroalcoholic extracts. The qualitative chemical study was carried out through phytochemical screening and thin layer chromatography. In all the studies carried out, differences were observed between the samples studied. In most cases the drugs and extracts met the established quality control standards. The results obtained in the phytochemical screening suggested the presence of alkaloids, phenolic compounds, triterpenes, flavonoids, amino acids, saponins, mucilages, bitter principles and reducing substances in aqueous and hydroalcoholic extracts. The results obtained from the thin layer chromatography corroborated the presence of phenols and amino acids and suggest the existence of antioxidant activity for hydroalcoholic extracts.

Keywords: *Coriandrum sativum*, pharmacognosy, screening, chromatography

Recibido: 10 de enero de 2020

Aceptado: 21 de abril de 2020

¹ Bioq. Farm.; Egresada de la Universidad Técnica de Machala-Ecuador; andreiw93@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3680-9173>

² Bioq. Farm.; Egresado de la Universidad Técnica de Machala-Ecuador; fernandoyaz@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3436-9095>

³ Dra. C.; Docente de la Universidad Técnica de Machala-Ecuador; imarquez@utmachala.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-1629-6657>

⁴ Dra. C.; Docente de la Universidad Técnica de Machala-Ecuador; mcampo@utmachala.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-9835-6886>

* Autor para correspondencia: imarquez@utmachala.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

C. sativum L., pertenece a la familia Apiaceae, y se considera originaria del mediterráneo y del medio oriente. Se reconoce vulgarmente como coriandro, cilantro, cilandrio, cilantro. Sus hojas son de diferentes formas, algunas ovaladas y otras alargadas; regularmente divididas por 3 lóbulos (tipinnada) y las de los nudos posteriores con un rango mayor de división. Las hojas que se localizan más altas se encuentran insertadas en el raquis, y de forma lanceoladas; las hojas superiores presentan formas silifirmas y son de color verde brillante (Asgarpanah y Kazemivash, 2012).

Es una planta anual que se puede cultivar en una amplia gama de tipos de suelos, siempre y cuando la altura, niveles de nutrientes y humedad se encuentran apropiados. Además, esta planta puede crecer de manera rápida y sin mayores cuidados en las fronteras, carreteras y áreas que no tengan un previo tratamiento (Smith et al, 2011; Amores, 2015).

En su composición química se encuentran fundamentalmente: alcaloides, compuestos fenólicos, saponinas, y porcentajes considerables de ácidos grasos (Laribi, et al, 2015; Wei, et al, 2019). Todas las partes de la planta (hojas, tallo, raíz y flores) son utilizadas con fines terapéuticos, pero además se utilizan con fines alimenticios (Muñiz-Márquez et al, 2010; Escobar et al, 2013; de Almeida et al, 2014; Marín-Mendoza et al, 2018).

En Ecuador se usa la especie con ambos propósitos. Son innumerables los platos que utilizan fundamentalmente las hojas frescas como condimentos. Desde el punto de vista de la medicina tradicional se reporta el uso para tratar úlceras y reumas, a través de infusiones y decocciones. Según el Censo Agropecuario del año 2000, Ecuador tiene una superficie cultivada de la especie de 791 ha; de las cuales se cosecha en verde 686 ha, con una producción de 2689 toneladas anuales. Se plantea incluso que algunas familias dedicadas tradicionalmente a su cultivo, lo hacen en sus propios huertos (Diederichsen, 1996; Simbañas 2012).

Tomando en consideración lo planteado y, conociendo que los cambios en altitud, temperatura, precipitaciones, tipo de suelo y condiciones de cultivo en general generan cambios anatómicos, morfológicos y químicos en las plantas (Bruneton, 1993), se plantea como objetivo del trabajo evaluar

farmacognósticamente, hojas de *C. sativum* L. obtenidas a partir de diferentes orígenes y condiciones de cultivo, así como los extractos acuosos e hidroalcohólicos de las mismas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

• Procesamiento del material vegetal

La especie trabajada se identificó y herborizó en el Herbario Guay de la Universidad de Guayaquil, Ecuador. Una vez identificada, el trabajo se desarrolló en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala.

Se trabajaron 4 muestras:

Muestra CQ1: Quito (Igiñaro), cultivada bajo invernadero.

Muestra CQ2: Quito (Igiñaro), cultivada a la intemperie.

Muestra CE3: Contiene mezclas de plantas de diversa localización, cultivadas bajo invernadero y a la intemperie. Obtenida directamente de un supermercado

Muestra CM4: Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), Universidad Técnica de Machala, cultivada a la intemperie

La selección de las plantas se realizó de forma aleatoria.

La determinación de los parámetros morfométricos se desarrolló en el lugar de la colecta, se escogieron 50 hojas al azar de cada una de las muestras objeto de estudio y se les evaluó la longitud y el ancho, con ayuda del calibrador de Vernier. Posteriormente se determinó, para cada muestra, el promedio y la desviación estándar de las mismas.

Para el traslado de las plantas, desde el campo hasta los laboratorios, se utilizaron fundas plásticas herméticamente cerradas. Una vez allí, se separaron las hojas y éstas se lavaron con abundante agua corriente y se desinfectaron con una disolución a 25 ppm de hipoclorito de sodio. El secado se desarrolló en una estufa (Memmert) a 38°C, con ventilación de aire forzado (100%) y trampilla abierta (100%). La droga cruda fue triturada en un molino artesanal Magrico, utilizando una criba de 1mm y almacenadas en un lugar seco y fresco, guardadas en fundas

plásticas con cierre hermético.

- Parámetros de calidad de la droga cruda

Se evaluaron la humedad residual, el por ciento de cenizas totales y el por ciento de cenizas solubles en agua e insolubles en ácido. Los ensayos de determinación de los parámetros de control de calidad de la droga cruda se realizaron de acuerdo a lo establecido por Miranda y Cuellar, (2000). Se trabajó en una balanza (Ohaus, modelo MB90, USA) con una fuente de calentamiento halógeno y una mufla modelo F- 48000, USA.

- Preparación de extractos

Se pesaron 40 g de las muestras secas y se prepararon extractos hidroalcohólicos 50:50 (v/v) con etanol y acuosos, utilizando 500 ml de los menstruos. Se extrajo en un baño ultrasónico (Ultrasonic Bath 5.7 L, Fisher Scientific), a una temperatura de 40°C, durante 30 min. Los extractos obtenidos se filtraron a través de papel filtro y se concentraron en un rotaevaporador a 40°C (HEIDOLH, Laborota 4001 efficient).

- Control de calidad de los extractos acuosos e hidroalcohólicos

Los parámetros de control de calidad de los extractos obtenidos se evaluaron siguiendo las normas descritas en la literatura (Dehesa, 2002). La determinación del pH de los extractos se la realizó en un pH-metro (Fisher Scientific AE150). El índice de refracción, los grados Brix y los sólidos totales fueron determinados en un refractómetro (Antón Para Abemat 200).

- Estudios químicos

Los estudios químicos se desarrollaron a través de tamizajes fitoquímicos y mediante cromatografía en capa delgada (CCD).

Los análisis por CCD se realizaron con el empleo como fase estacionaria placas de Sílica gel GF254 (0,25 mm) de 10 x 20 cm. Sobre la fase estacionaria se aplicaron los extractos acuosos e hidroalcohólicos, con un capilar de vidrio. La fase móvil utilizada en la corrida cromatográfica fue: butanol, ácido acético y agua (BAW) en proporciones de 65, 25 y 10. La

corrida cromatográfica se realizó a temperatura ambiente, el tiempo de saturación fue de 15 minutos. Se realizó un revelado físico con luz ultravioleta, a longitudes de onda de 254 nm y 365 nm y un revelado mixto empleando ácido sulfúrico H₂SO₄ + calor, vainillina. Se utilizaron además como disoluciones reveladoras: Dragendorff, ninhidrina, cloruro férrico (5% disolución salina) y 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH, 0,2% en metanol).

- Análisis estadísticos

Los parámetros estadísticos para la comparación entre los diferentes resultados obtenidos se determinaron a través de software estadístico STATGRAPHICS Centurion XVI.I. Se aplicó un análisis de varianza de un factor y pruebas de rangos múltiples, permitiendo establecer la significancia entre los resultados. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado

III. RESULTADOS

Se caracterizaron morfométricamente las hojas de *C. sativum*, determinando el ancho y la longitud de las diferentes muestras, estas se detallan en la tabla 1.

Table 1. Parámetros morfométricos de las hojas de *C. sativum* L.

Muestras	Media±desviación estándar	
	Longitud (cm)	Ancho (cm)
CQ1	3,50±0,47	3,10±0,57
CQ2	3,00±0,75	3,00±0,50
CE3	3,70±0,67	3,00±0,57
CM4	4,80±0,37	4,10±0,46

CQ1 Quito invernadero; CQ2 Quito intemperie; CE3 Supermercado; CM4 FCA. Todas las mediciones presentaron diferencias estadísticamente significativas.

CQ1 Quito invernadero; CQ2 Quito intemperie; CE3 Supermercado; CM4 FCA. Todas las mediciones presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Table 2. Parámetros de control de calidad de la droga seca de *C. sativum* L.

Ensayos	Media±desviación estándar			
	CQ1	CQ2	CE3	CM4
Humedad (%)	6,77±0,06	7,08±0,22	6,93±0,96	8,07±0,11
Cenizas totales (%)	13,58±0,24	12,43±0,33	9,57±1,36	11,85±0,80
Cenizas solubles en agua (%)	1,08±0,07	0,93±0,07	0,66±0,12	1,02±0,11
Cenizas insolubles en HCl (%)	1,76±0,01	1,70±0,12	1,03±0,04	1,76±0,61

CQ1 Quito invernadero; CQ2 Quito intemperie; CE3 Supermercado; CM4 FCA. Todas las mediciones presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Table 3. Parámetros físicos químicos de los extractos de *C. sativum* L.

Muestras	°Brix	Sólidos totales (%)	pH	Índice de refracción	Densidad
Acuosa					
CQ1	3,20±0,01	3,06±0,01	6,00±0,11	1,34±0,02	1,01±0,05
CQ2	3,15±0,00	3,04±0,30	6,20±0,02	1,34±0,05	1,03±0,02
CE3	9,29±0,02	8,80±0,02	6,17±0,05	1,34±0,20	1,04±0,04
CM4	2,59±0,05	2,49±0,01	6,10±0,02	1,34±0,01	1,01±0,01
Hidroalcohólica					
CQ1	19,68±0,01	18,04±0,00	6,50±0,01	1,36±0,02	1,07±0,06
CQ2	20,52±0,04	18,76±0,04	6,45±0,14	1,36±0,01	1,08±0,04
CE3	17,81±0,01	16,24±0,01	6,40±0,12	1,36±0,01	1,06±0,13
CM4	12,08±0,02	11,37±0,02	6,35±0,05	1,36±0,00	1,05±0,05

CQ1 Quito invernadero; CQ2 Quito intemperie; CE3 Supermercado; CM4 FCA. A excepción de los valores de índice de refracción y de densidad, todas las mediciones presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Los resultados de los ensayos de tamizaje fitoquímico realizados a ambos extractos se detallan en la tabla 4.

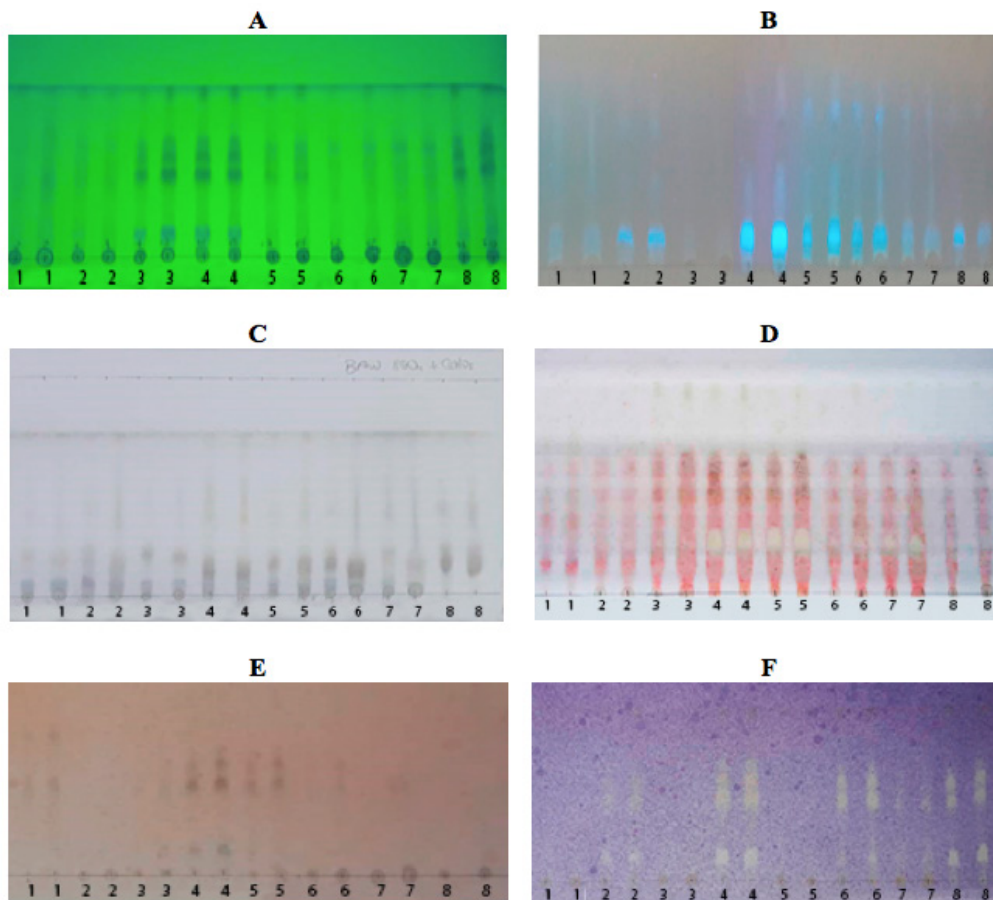
Table 4. Resultados del tamizaje fitoquímico de los extractos en las muestras objeto de estudio.

Ensayos	Extracto acuoso				Extracto hidroalcohólico			
	CQ1	CQ2	CE3	CM4	CQ1	CQ2	CE3	CM4
Dragendorff	+++	+++	+++	+++	++	+	++	++
Mayer	+++	+++	+++	+++	+	+	+	+
Wagner	+++	+++	+++	+++	++	+	+	+
Shinoda	+	+	+	+	+	+	+	+
Bontrager	-	-	-	-	-	-	-	-
Ninhidrina					+	+	+	+
FeCl3	+	+	+	+	+	+	+	+
Espuma	+	+	+	+	+	+	+	+
Fehling	+	+	+	+	+	+	+	++
Resinas					-	-	-	-
Catequinas					-	-	-	-
Mucilagos	+	+	+	+				
Principios amargos	+	+	+	+				

CQ1 Quito invernadero; CQ2 Quito intemperie; CE3 Supermercado; CM4 FCA
 Nota: en los casos donde no proceden los ensayos, no se muestran resultados.

El estudio desarrollado por CCD mostró los resultados que se muestran en la figura 1.

Figura 1. Cromatogramas de las cuatro muestras de *C. sativum* L.



Revelados: A. Luz UV 254 nm; B. Luz UV 365 nm; C. vainillina; D. nihidrina, E. cloruro férrico; F. DPPH.
1: CM4, FCA, extracto acuoso; 2: CM4, FCA, extracto hidroalcohólico; 3: CE3, Supermercado, extracto acuoso; 4: CE3, Supermercado, extracto hidroalcohólico; 5: CQ1, Quito invernadero, extracto acuoso; 6: CQ1, Quito invernadero, extracto hidroalcohólico; 7: CQ2, Quito intemperie, extracto acuoso; 8: CQ2, Quito intemperie, extracto hidroalcohólico.

IV. DISCUSIÓN

Las hojas de la especie no tienen las mismas medidas en función de la localización que presentan en la planta e incluso varían en su forma y grado de división. Esto también justifica la falta de datos en cuanto a medidas de las hojas, que se aprecia en la literatura consultada (Diederichsen, 1996; Cuenca, 2015). Los resultados obtenidos mostraron gran dispersión, lo cual resulta lógico dado lo explicado con anterioridad. Al comparar las dimensiones obtenidas para las hojas de las cuatro muestras, se puede constatar que la procedente de la FCA presentó mayores dimensiones que las restantes. Se conoce que la temperatura y la humedad juegan un papel

primordial en los tamaños que muestran las hojas. Es por tanto explicable que sea la muestra procedente de la región costa la que presenta estos resultados, dado que la temperatura media de la provincia oscila entre 25 y 25,6 grados celcius comparada con la de Quito que oscilan entre 13 y 16,6 grados celcius. Este comportamiento responde a lo descrito en la literatura, donde se plantea que la temperatura ideal para el cultivo de la especie se encuentra entre 19 y 27 oC. También se ha descrito que el cilantro se desarrolla mejor cuando es sometido a días cálidos y soleados (Pathak, 2011; Smith et al, 2011; Fuentes, 2014; Cuenca, 2015). El resto de las muestras obedecen al mismo patrón de comportamiento pues

la procedente de Quito en condiciones de intemperie resultó la de menores dimensiones.

Los valores de humedad obtenidos en todos los casos cumplen con los parámetros de referencia, donde se indica que debe contener menos del 12 %. Con esto se garantiza el proceso de conservación de los metabolitos presentes durante el almacenamiento, al detener los procesos catabólicos que provocarían hidrólisis, racemizaciones, oxidaciones, entre otras alteraciones. Se plantea que un contenido alto de humedad es responsable, además, del crecimiento de microorganismos en las drogas con la consecuente inutilización de las mismas (Villar, 1999; Miranda y Cuellar, 2001). Se considera que la diferencia mostrada entre las muestras deba a diferenciaciones en el agua de constitución, la cual es característica de cada planta (Villar, 1999). Comparando con otras investigaciones, Manzanares en el 2014 reportó 3,2 % de humedad y Apolo y Basurto en el 2017; 9,46 %, ambos resultados se encuentran dentro de los límites permitidos, aunque los resultados de Manzanares son los que más difieren. Las diferencias se sustentan en variaciones durante el proceso de secado utilizados en cada uno de los estudios. Manzanares utilizó inicialmente secado al sol y posteriormente en estufa sin ventilación, durante 48 horas y Apolo y Basurto utilizaron la misma metodología de este trabajo.

La Farmacopea Española, (2002), indica que el porcentaje permisible de cenizas totales no debe ser mayor a 12 %. Las muestras CE3 y CM4 cumplieron con las normas, mientras que las muestras CQ1 y CQ2 no. Las cenizas totales son un parámetro de calidad de gran importancia, valores elevados de este parámetro indica la posible presencia de materia inorgánica ya sea propia de la planta o producto de adulteraciones. Las especies vegetales tienen la capacidad de acumular minerales, obtienen estos elementos a través del transporte activo radicular, por lo que se encuentra directamente relacionado con la composición de los suelos donde crecen las especies (Miranda y Cuellar, 2001). Precisamente este aspecto justifica las diferencias mostradas en el trabajo.

Los porcentajes de cenizas solubles en agua e insolubles en ácido se encontraron por debajo del 2%, límite establecido por la literatura (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013). Con estos resultados se descarta que los valores elevados

obtenidos para las cenizas totales en las muestras provenientes de Quito, se deban a metales tóxicos. No obstante, se recomienda realizar un estudio más específico, con vistas a identificar qué metales son los responsables de esos resultados. También se constata que la mayor dispersión en los valores obtenidos se localiza en la muestra proveniente del Supermercado. Esto es lógico dado que esta muestra es el resultado de la mezcla de especies cultivadas a la intemperie y en invernadero.

Comparando con otros estudios, Manzanares en el 2014 reportó 4,6 % de cenizas totales, valor inferior al reportado en este estudio. El mismo autor reportó 0,6 % de cenizas solubles en agua y 1,8 % de insolubles en HCl, muy similares a los resultados obtenidos en este trabajo. Se debe recordar además que estos valores se modifican con el tiempo de cosecha, el lugar y el método de cultivo (Miranda y Cuellar, 2001).

La determinación de los grados Brix mostró variaciones significativas entre los extractos de las cuatro muestras. El elevado porcentaje, que presentaron los extractos hidroalcohólicos respecto a los acuosos, evidencia la existencia de altas concentraciones de azúcares solubles y la mayor capacidad extractiva de este mensturo respecto a este tipo de metabolito. Esta tendencia se observa también en la determinación de sólidos totales por lo que la mayor capacidad de extracción de la mezcla hidroalcohólica se generaliza para el resto de metabolitos. No obstante, siempre se debe tener en consideración que este valor constituye un elemento que demuestra la capacidad extractiva total de un determinado disolvente y selectiva para metabolitos específicos (Villar, 1999; Miranda y Cuellar, 2001). Los resultados respecto a los grados Brix y los sólidos totales evidenciaron que la muestra procedente de la FCA presentó los menores valores para ambos extractos, y que la muestra procedente de Quito cultivada en invernadero, siempre se mantuvo por debajo de la cultivada a la intemperie. Los valores de pH obtenidos para ambos extractos en todas las muestras mostraron valores ligeramente ácidos (entre 6-6.50). Esto sugiere el predominio de metabolitos con estas características, generalmente ácidos carboxílicos y compuestos de naturaleza fenólica (Villar, 1999; Miranda y Cuellar, 2001). Para los valores de índice de refracción y densidad,

no se observaron diferencias significativas entre las diferentes muestras. Al comparar con el estudio desarrollado por Manzanares (2014), se pudo comprobar coincidencia con nuestros resultados para las determinaciones de densidad y pH, pero en el caso de los sólidos totales, los valores obtenidos en este trabajo, resultaron inferiores. Este parámetro es dependiente de las condiciones de cultivo de las especies, el origen geográfico de las mismas y demás factores farmacogénicos (Villar, 1999; Miranda y Cuellar, 2001).

Como se puede observar, los ensayos para la detección de quinonas (Bontrager), resinas y catequinas mostraron resultados negativos, sugiriendo la ausencia de estos tipos de metabolitos en los dos tipos de extractos de las cuatro muestras objeto de estudio. Por otra parte, resultaron positivos los ensayos de Dragendorff, Mayer, Wagner, FeCl_3 , Shinoda, ninhidrina, espuma, mucílagos, principios amargos y Fehling. Esto permite sugerir la existencia de alcaloides, compuestos fenólicos, triterpenos, flavonoides, aminoácidos, saponinas, mucílagos, principios amargos y sustancias reductoras en todos los extractos estudiados (Villar, 1999; Miranda y Cuellar, 2001).

El análisis de los extractos acuosos de las cuatro muestras indica una composición química cualitativa similar para ellas, lo que supone que, en principio las diferencias en las condiciones de cultivo no afectan la composición de los metabolitos que presentan. El comportamiento de los extractos hidroalcohólicos también resultó similar para las cuatro muestras, solo se constataron discretas diferencias en los ensayos que detectan alcaloides y el ensayo para determinar la existencia de sustancias reductoras. Ambos ensayos proponen una mayor cantidad de estos metabolitos en la muestra correspondiente a la colecta de la FCA. Esto resulta lógico dado que es esa muestra la que difiere más en cuanto al tipo de suelo, altitud, temperatura de cultivo respecto a las otras tres. En Quito los suelos tienen origen volcánico, son negros profundos, con alguna presencia de limo y un contenido de arcilla menor al 30 %, la altitud oscila entre 2800 y 3100 m sobre el nivel del mar y temperatura media de alrededor de 14,9 °C. En la provincia de El Oro, por su parte los suelos son arcillosos, arenosos calizos, pedregosos y húmidos, se encuentra al nivel del mar con temperaturas

medias que oscilan entre 25 y 25,6 °C. Estas últimas condiciones son las que recomienda la literatura para el cultivo de la especie (Litter et al., 2009; Cuenca, 2015; Sánchez, 2016).

En resumen, no se muestran diferencias apreciables desde el punto de vista cualitativo en la composición química de las mismas. Se propone la existencia de alcaloides, fenoles, triterpenos y esteroides, sustancias reductoras, saponinas, flavonoides, aminoácidos, mucílagos y principios amargos en las cuatro muestras objeto de estudio. Estos resultados se encuentran en concordancia con lo reportado en la literatura, donde la existencia de compuestos fenólicos y flavonoides en la especie ha sido informada por numerosos autores y en menor cuantía la existencia de alcaloides y triterpenos (Al-Snafi, E. 2016; Sulaiman, y Ahmed, 2018).

Dados los problemas de sensibilidad, de probables falsos negativos y falsos positivos que impone el uso de las técnicas de tamizaje; se decide desarrollar un estudio químico cualitativo por CCD. Esta técnica permite realizar tamizajes químicos e incluso biológicos de muestras, utilizando diversos reveladores, basado en el proceso de separación previa que se desarrolla en esta técnica. La selección de uno u otro revelador se corresponde, esencialmente, con las características estructurales de las sustancias que se analizan. De esta manera se aumenta la especificidad, la sensibilidad de los resultados, se profundiza más en la determinación de la composición química de las muestras y se pueden sugerir actividades biológicas para los diferentes extractos. Los estudios por CCD, además, se han utilizado para obtener “huellas moleculares” de muestras de origen natural (Campo et al., 2008; Oliveira, 2010).

Una inspección general de todos los cromatogramas evidencia la alta complejidad de todos los extractos analizados. El revelado de manchas cromatográficas que se presentan desde el punto de aplicación hasta el frente del disolvente demuestran una amplia gama de compuestos de diversa polaridad. Se sugiere la existencia de un comportamiento similar para las muestras CQ_1 , CQ_2 y CE_3 , por lo que resultan químicamente similares en cada uno de los diferentes tipos de extractos, algo que corrobora los resultados alcanzados a partir del tamizaje fitoquímico. También se constató que

los extractos hidroalcohólicos presentaban mayor complejidad que los extractos acuosos, esto puede justificarse a partir de la capacidad extractiva superior que presenta el etanol respecto al agua, lo cual también se comentó con anterioridad. Se debe por tanto seleccionar, en función de la composición química que se desee, uno u otro mensturo para la extracción, dada la diferente composición química que se logra con ambos (Villar, 1999; Miranda y Cuellar, 2001).

El análisis de los resultados obtenidos a partir del revelado bajo la luz UV (254 nm, figura 1A) permitió sugerir la existencia de, al menos, cuatro compuestos con grupos cromóforos conjugados (cuatro manchas fundamentales), presentes en el extracto hidroalcohólico de las muestras CQ2 y CE3. Se presentaron uno en el punto de aplicación y otros tres a valores de Rf entre 0,50 y 0,70. En los extractos acuosos de ambas muestras se presentó un menor número de este tipo de componentes. La CM4 presentó discretas diferencias con el resto en cuanto a que, básicamente, solo se observó la mancha correspondiente al punto de aplicación y otras muy tenues, pero no coincidentes en Rf con las observadas en las tres muestras restantes. La diferenciación observada para la muestra CM4 ya se había observado en las pruebas de tamizaje fitoquímico, e incluso en las medidas morfométricas. La mayoría de los compuestos fenólicos y en especial los flavonoides pueden ser detectados tras una separación cromatográfica, por su fluorescencia a la luz ultravioleta (UV), independientemente de que algunos pueden ser observados en la región del visible. Tomando en cuenta lo anterior, este revelado permitió, además de evaluar las similitudes y diferencias entre muestras y extractos discutidas, sugerir el comportamiento particular para fenoles en cada una de ellas (Wagner y Bladt, 1996).

Con el revelado bajo luz UV a 365 nm (figura 1B) no se observaron grandes diferencias entre los extractos acuosos y los hidroalcohólicos en las muestras CQ1 y CQ2. En la muestra CE3 los cromatogramas de los extractos hidroalcohólicos si presentaban mayor complejidad respecto a los acuosos. La muestra CM4 por su parte, se comportó tal y como lo hizo en las condiciones de revelado ya comentadas con anterioridad. Wagner y Bladt (1996), sugirieron posibles relaciones entre el color

observado bajo el revelado a 365 nm y la estructura de los compuestos que lo producen. Sobre esa base, el análisis de este revelado, permitió proponer la presencia de cumarinas, ácidos fenólicos y glicósidos de flavonoides para todas las muestras estudiadas y la existencia de flavonas se sugirió para el extracto hidroalcohólico de la muestra CE3 y en todos los extractos de la muestra CQ1. Estos resultados enriquecen y diversifican los obtenidos por los estudios de tamizaje.

Utilizando vainilla como revelador (figura 1C) se pudo comprobar que la mayoría de los componentes que revelan en estas condiciones son polares, dados los bajos valores de RF que presentan (todos menores a 0,5). Se evidenció similitud para todos los tipos de extractos en las muestras, aunque al parecer, en el extracto hidroalcohólico de la muestra CQ2 no se apreciaron los componentes que quedan en el punto de aplicación. Este revelador, dependiendo de la coloración que muestre la macha, permite sugerir metabolitos como fenoles y triterpenos. En el estudio desarrollado, en principio, no se detectaron triterpenos, por lo que se sugiere que básicamente sean fenoles los compuestos más polares que se presentan en todas las muestras estudiadas. La posibilidad de que sean glicósidos se mantiene tras este análisis, dados la alta polaridad que muestran los componentes (Vieira et al., 2014; da Silva, 2015).

Al asperjar disolución de ninhidrina sobre los extractos objeto de estudio se observó que todas las muestras revelaron de un color rojizo, indicativo de la presencia de aminoácidos libres (figura 1D). La diferencia fundamental correspondió a la existencia de una mancha de coloración amarilla, con un valor de RF aproximado de 0,3, en las muestras provenientes del Supermercado y de Quito. Esta coloración sugiere la presencia del aminoácido prolina y la ausencia o baja concentración del mismo en la muestra de la FCA (Medina y Losano, 2016). Estos resultados adicionaron la presumible existencia de prolina solo en las muestras quiteñas y del Supermercado a los estudios de detección de aminoácidos realizados con anterioridad.

El revelado con disolución de cloruro férrico (figura 1E), que detecta la presencia de compuestos fenólicos, corrobora lo discutido con anterioridad (Bladt, 2009). Se constató la existencia de un menor número de manchas en la cromatoplaca para la

muestra proveniente de la FCA y uno mayor para la proveniente del Supermercado. Se comprueba además la mayor extracción que se obtiene para estos metabolitos en el extracto hidroalcohólico en contraste con el acuoso. En todas las muestras se constataron manchas que se retuvieron en el punto de aplicación, sugiriendo compuestos fenólicos muy polares para estos extractos.

El revelado con DPPH (figura 1F), con el cual se puede ilustrar la capacidad secuestradora de radicales libres de las muestras, evidencia el potencial antioxidante que poseen los extractos hidroalcohólicos de todas las muestras objeto de estudio (Apriasari y Suhartono, 2014). No obstante, se visualizó que el extracto hidroalcohólico de la muestra procedente del supermercado decoloró más el revelador, mientras que la proveniente de la FCA lo hizo en menor cuantía. Se observó que los extractos acuosos de todas las muestras carecen de esta capacidad. Estos resultados se encuentran en total concordancia con lo discutido anteriormente. Los extractos hidroalcohólicos, en todos los casos mostraron un mayor número de manchas que sugerían la presencia de compuestos fenólicos o de flavonoides, metabolitos que por excelencia se le atribuyen excelentes propiedades antioxidantes. También se había propuesto que la muestra proveniente del Supermercado poseía mayor concentración y diversidad de estos metabolitos, lo cual también se corroboró con este ensayo. Aparentemente, se mostraron discretas diferencias entre las muestras CE3, CQ1y CQ2 respecto a la CM4.

Con los estudios desarrollados por CCD se corroboró la existencia de fenoles, flavonoides y aminoácidos, establecidos a través del tamizaje y las diferencias químicas cualitativas de la muestra procedente de la FCA respecto a las demás. Adicionalmente, se pudo establecer la presencia de prolina solo en las muestras procedentes de Quito y del Supermercado; valorar presumiblemente las cumarinas, los ácidos fenólicos y los flavonoides glicosidados dentro de los compuestos fenólicos sugeridos con anterioridad y detectar la posible existencia de flavonas en la muestra CQ1 y en el extracto hidroalcohólico de la muestra CE3. La presencia de aminoácidos, compuestos de naturaleza fenólica y la posible capacidad de los extractos de la especie sugeridos a partir del estudio por

CCD, se encuentra en total concordancia con lo reportado en la literatura. Compuestos como el ácido caféico, el ácido protocatéquínico, esculetina, 4-hidroxycumarina, rutina hesperidina, entre otros, han sido reportados en la especie y cumplen con las características estructurales de los metabolitos propuestos en los análisis cromatográficos realizados (Laribi, 2015; Oganesyanyan, 2007). El aporte fundamental de estos estudios se encuentra en la determinación de la capacidad antioxidante a partir del secuestro de radicales libres que presentan sólo los extractos hidroalcohólicos de todas las muestras fundamentalmente la CE3, que parece contener mayor contenido de fenoles y mejor capacidad antioxidante.

V. CONCLUSIONES

Los parámetros de calidad evaluados para la droga cruda y los extractos estudiados, se encontraron dentro de los límites establecidos en la literatura, a excepción de los valores correspondientes a las cenizas totales de las muestras procedentes de Quito. Los estudios de tamizaje fitoquímico, permitieron sugerir una composición química similar entre las muestras estudiadas. Los resultados obtenidos a partir de los estudios por CCD, utilizando BAW como fase móvil, sílica gel como fase estacionaria y como reveladores: luz UV-254, UV-365, vainillina en medio ácido, ninhidrina, cloruro férrico y DPPH, permitieron establecer la existencia de compuestos fenólicos, aminoácidos y actividad antioxidante en las muestras estudiadas.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Al-Snafi, E. (2016). A review on chemical constituents and pharmacological activities of *Coriandrum sativum*. *IOSR Journal of Pharmacy*, 6(7), 17-42. Recuperado de : https://www.researchgate.net/profile/Ali_Al-Snafi/publication/306019967_A_review_on_chemical_constituents_and_pharmacological_activities_of_Coriandrum_sativum/links/58a2e50f92851c7fb4c6ebc3/A-review-on-chemical-constituents-and-pharmacological-activities-of-Coriandrum-sativum.pdf

Amores, A. (2015). Comportamiento agronómico de las hortalizas de hoja cilantro

(*Coriandrum sativum*) y apio (*Apium graveolens*) con dos fertilizantes orgánicos en el Centro Experimental “La Playita” UTC 2013 (tesis de pregrado), Universidad Técnica de Cotopaxi, Cotopaxi, Ecuador. Recuperado de : <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3517/1/T-UTC-00794.pdf>

Apolo, J.; Basurto, E. (2017). Diseño de una crema cosmética a partir de un extracto hidroalcohólico de culantro (*Coriandrum sativum* L.). (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador. Recuperado de : <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11374>

Apriasari, L. y Suhartono, E. (2014). Bioactive compound and antioxidant activity of metanol extract mauli bananas (*Musa* sp) stem. *IJBBS*. 4(2), 110. DOI: 10.7763/IJBBS.2014.V4.321

Asgarpanah, J. y Kazemivash, N. (2012). Phytochemistry, pharmacology and medicinal properties of *Coriandrum sativum* L. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 6(31), 2340-2345. DOI: 10.5897/AJPP12.901

Bladt, S. (2009). *Plant Drug Analysis: A thin layer chromatography atlas*. Springer Science & Business Media.

Bruneton, J. (1993). *Farmacognosia. Fitoquímica plantas medicinales*. Zaragoza, España. Acribia, S.A

Campo, M.; Cuesta-Rubio, O.; Márquez, I.; Rosado, A. y Montes de Oca, R. (2008). Análisis Cualitativo de Propóleos Cubanos por Cromatografía en Capa Delgada. *Latin American Journal of Pharmacy*, 27 (3), 380-386. DOI: http://www.latamjpharm.org/trabajos/27/3/LAJOP_27_3_1_11_719RL7788H.pdf

Cuenca, D. (2015). Producción de culantro, (*Coriandrum sativum* L.) en suelos pesados en la granja experimental santa Inés, como materia prima para elaboración de fitofármacos. (tesis de pregrado), Universidad Técnica de Machala,

Machala, Ecuador. Recuperado de : <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1113>

da Silva, M., de Lima, R., Soares, R., de Almeida, A., da Silva A., Corrêa, R y Pinheiro, L. (2015). Polycarpol in *Unonopsis*, *Bocageopsis* and *Onychopetalum* Amazonian species: chemosystematical implications and antimicrobial evaluation. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 25(1), 11-15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2015.01.003>

deAlmeidaI.,Murata,M.,Furletti,F.,Sartoratto, A., de Alencar, M., Figueira, M., y Rosalen, L. (2014). *Coriandrum sativum* L.(coriander) essential oil: antifungal activity and mode of action on *Candida* spp., and molecular targets affected in human whole-genome expression. *PLoS One*, 9(6), e99086. Recuperado de : <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0099086>

Dehesa, M. (2002). Control de calidad de los fitofármacos: Ecuador uso y comercio de plantas medicinales. Situación actual y aspectos importantes para su conservación. *Universitas*, (2), 139-152.

Diederichsen, A. (1996). *Coriander: Coriandrum Sativum L* (Vol. 3). Bioersivity International. Recuperado de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=apdWdN8CscQC&oi=fnd&pg=PA5&dq=Diederichsen,+A.+Coriander+\(-Coriandrum+sativum+L.\).+Vol.+3.+Bioersivity+International%3B+1996&ots=Y5DR_9FrtU&sig=hWuGbpInMs1dKaoKBtar1ePLme0#v=onepage&q=Diederichsen%2C%20A.%20Coriander%20\(Coriandrum%20sativum%20L.\).%20Vol.%203.%20Bioersivity%20International%3B%201996&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=apdWdN8CscQC&oi=fnd&pg=PA5&dq=Diederichsen,+A.+Coriander+(-Coriandrum+sativum+L.).+Vol.+3.+Bioersivity+International%3B+1996&ots=Y5DR_9FrtU&sig=hWuGbpInMs1dKaoKBtar1ePLme0#v=onepage&q=Diederichsen%2C%20A.%20Coriander%20(Coriandrum%20sativum%20L.).%20Vol.%203.%20Bioersivity%20International%3B%201996&f=false)

Escobar, N., Molina, E., y Zapata, A. (2013). *Comparación de la actividad acaricida entre Ocimum basilicum, Coriandrum sativum y Thymus vulgaris contra el ácaro Tetranychus urticae* (tesis de pregrado), Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. Recuperado de : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5100/1/UPS->

QT03733.pdf

Farmacopea Española. Real Farmacopea Española. (2002). Ministerio de Sanidad y Consumo, por mandato de la ley 25/1990, de 20 de diciembre, del medicamento. Segunda edición, Madrid. España.

Fuentes, J. (2014). Comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum* L.), con dos densidades de siembra, utilizando tres tipos de bioles de residuos ganaderos, en la zona de Babahoyo. (tesis de pregrado), Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Ecuador. Recuperado de : <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/562>

Instituto ecuatoriano de Normalización. Hierbas aromáticas. Requisitos. NTE INEN 2392:2013, 2013.

Laribi, B., Kouki, K., M'Hamdi, M., y Bettaieb, T. (2015). Coriander (*Coriandrum sativum* L.) and its bioactive constituents. *Fitoterapia*, 103, 9-26. Recuperado de : https://www.researchgate.net/profile/T_Bettaieb/publication/273703840_Coriander_Corindrum_sativum_L_and_its_bioactive_constituents/links/568aba5008ae1e63f1f8e883.pdf

Litter, I., Armienta, A. y Farías, S. (2009). Metodologías analíticas para la determinación y especiación de arsénico en aguas y suelos. *IBEROARSEN, CYTED*, Buenos Aires, Argentina, 242. Recuperado de : http://limza.uta.cl/jdownloads/Libros/metodologas_analticas_para_la_determinacin_y_especiacion_de_arsnico_en_aguas_y_suelos.pdf

Manzanares, S. (2014). Evaluación de La Estabilidad Físicoquímica Y Microbiológica de un Extracto Acuoso de *Coriandrum sativum*, L. (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Machala. Ecuador. Recuperado de : <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1415/7/CD00299-TEISIS.pdf>

Marin-Mendoza, M., Mariezcurrena-Berasain, A., Morales-Almaráz, E., Sánchez-Escalante, A. y Vazquez-Chagoyan, C. (2018). El extracto de cilantro (*Corandrum sativum*) y su efecto antioxidante. *Revista Electrónica Nueva Época Veterinaria*, 9(1), 67-83

Medina, P. y Lozano, J. (2016). Separación de aminoácidos contenidos en una muestra de yogurt por cromatografía en capa fina. Recuperado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/45538328/SEPARACION_DE_AMINOACIDOS_CONTENIDOS_EN_UNA_MUESTRA_DE_YOGURT_POR_CROMATOGRAFIA_EN_CAPA_FINA.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20file%3DSEPARACION_DE_AMINOACIDOS_CONTENIDOS_EN.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191022%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20191022T141535Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=119d3d3e7490270dc6798e63dcd18doebc90dfe3fdf468d669a72a5d3a49f113

Miranda, M.; Cuéllar, A. (2000). Manual de prácticas de laboratorio. Farmacognosia y productos naturales. Ciudad Habana. Cuba. Editorial Félix Varela.

Miranda, M.; Cuéllar, A. (2001). Farmacognosia y Productos Naturales. La Habana, Cuba, Editorial Félix Varela.

Muñiz-Márquez, B., Valdivia-Urdiales, B., Carrillo-Inungaray, L., Nevárez-Moorillón, G., Contreras-Esquivel, C., Rodríguez-Herrera, R. y Aguilar, N. (2010). Uso alternativo de fitoquímicos de algunas especias para el control de enfermedades transmitidas por alimentos. *Acta química mexicana*, 2(4). Recuperado de : <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%204/AQM4fitoquimicos.html>

Oganesyan, T., Nersesyan, M. y Parkhomenko, Y. (2007). Chemical composition of the above-ground part of *Coriandrum sativum*. *Pharmaceutical*

Chemistry Journal, 41(3),149-153. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11094-007-0033-2>

Oliveira, C., Schenkel, E., Gosmann, G., Palazzo, J., Petrovick, P. (2010). *Farmacognosia Da Planta Ao Medicamento*. Rio de Janeiro, Brasil, 6ta ed.; UFSC, UFRGS, Eds.

Pathak L., Kasture B., Bhatt M. y Rathod D. (2011). Phytopharmacological properties of Coriander sativum as a potential medicinal tree: an overview. *J Appl Pharm Sci*, 1(4), 20-25. Recuperado de : <https://pdfs.semanticscholar.org/c805/3b79ff81009028974f8d163e11714e97b877.pdf>

Sánchez, J. (2016). Suelos Apropriados Y Fértiles, Para Impulsar El Desarrollo de la Agricultura en la región costa del ecuador (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador. Recuperado de : <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/9845/1/ECUACS%20DE00046.pdf>

Simbañas A. (2012). Evaluación agronómica del cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.), con tres densidades de siembra utilizando fertilización química, fertilización orgánica y sin fertilización en la provincia de Pichincha, Cantón Quito, Parroquia de Tumbaco (tesis de pregrado). Universidad Estatal de Bolívar. Waranda.. Ecuador. Recuperado de : <http://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1017/1/052.pdf>

Smith, R., Bi, J., Cahn, M., Cantwell, M., Daugovish, O., Koike, S., ... y Takele, E. (2011). Cilantro production in California. University of California, Agriculture and Natural Resources. Recupera-

do de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vJzEcuk27u8C&oi=fnd&pg=PP1&dq=Smith,+R.%3B+Bi,+J.%3B+Cahn,+M.%3B+Cantwell,+M.%3B+Daugovish,+O.%3B+%C3%91oike,+S.%3B+Natwick,+E.%3B+Takele,+E.+Cilantro+Production+in+California.+Plant+Pathol.%3B+2011.&ots=7GV3UaDywU&sig=XimDJjTxR-q1Xxc5xBeB2BAmtnaI#v=onepage&q&f=false>

Sulaiman, Z. y Ahmed, M. (2018). Detection some active Compounds in the Leaves and Stems of Local Coriander Plant-Coriandrum sativum L. *Tikrit Journal of Pure Science*, 23(3), 6-15. Recuperado de : <https://www.iasj.net/iasj?func=fulltext&aId=150677>

Vieira, R., Santos, D., Dias W. y Sabóias-Morais, T. (2014). Cellular proliferation in the gills of guppies exposed to pequi ethanolic extracts. *Revista Biología Neotropical* 11(1): 58-70. Recuperado de <https://repositorio.bc.ufg.br/xmlui/bitstream/handle/ri/17033/Artigo%20-%20Eliane%20Rosa%20Vieira%20-%202014.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Villar del Fresno, A. M. (1999). Farmacognosia general. Recuperado de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=farmacognosia+general%2C+Angel+Villar&btnG=sdt=0%2C5&q=farmacognosia+general%2C+Angel+Villar&btnG=

Wagner, H. y Bladt, S. (1996). *Plant drug analysis: a thin layer chromatography atlas*. Springer Science & Business Media

Wei, N., Liu, H., Zhao, P., Zhao, L., Xue, K. y Lan, K. (2019). *Phytochemical and Bioacti*