

Potencial antiinflamatorio y citotóxico del extracto acuoso de *Taraxacum officinale* (diente de león)

Anti-inflammatory and Cytotoxic Potential of an Aqueous Extract from *Taraxacum officinale* (dandelion)

Jhoana Maricela Tello Tello^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-5673-5266>

Orestes Darío López Hernández¹ <https://orcid.org/0000-0002-3217-9493>

Yunys Pérez Betancourt¹ <https://orcid.org/0000-0003-4998-5173>

Viviana Elizabeth Ruiz Bonilla¹ <https://orcid.org/0000-0002-9875-9052>

Cecilia Mercedes Carpio¹ <https://orcid.org/0000-0002-8272-4453>

¹Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología (FCIAB), Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

*Autor para la correspondencia: jhoa_tello@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: Las plantas, por su gran biodiversidad y disponibilidad, son una de las principales fuentes de principios activos con importancia farmacológica. La *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. (Asteraceae) es una mala hierba que por sus propiedades ha sido utilizada tradicionalmente para la cura de enfermedades. Basado en el conocimiento ancestral de los usos medicinales de la planta, nace la importancia del estudio de sus actividades biológicas con el uso de las nuevas tecnologías.

Objetivo: Determinar el potencial del extracto acuoso de las hojas de *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. (Asteraceae) como agente antiinflamatorio y citotóxico, a través de la tecnología de secado por aspersión.

Métodos: Las hojas secas de *T. officinale* se sometieron a la extracción de sólidos solubles totales con el empleo del agua como disolvente con un diseño experimental ². El extracto seco de la planta se obtuvo mediante la tecnología de secado por aspersión. La actividad antiinflamatoria se determinó a través del método de estabilización de la membrana de los eritrocitos humanos y la actividad citotóxica se evaluó mediante el uso del método de bromuro de 3-(4-5dimetildiazol-2-ilo)-2,5-difeniltetrazol (MTT) en células de cáncer de mama MCF-7.

Resultados: El extracto acuoso de las hojas de *T. officinale* presentó actividad antiinflamatoria a partir de la concentración de 2,5 mg/ml y al emplear una concentración de 5,5 mg/ml presentó una actividad de 58,89 % que superó a la actividad del ácido acetilsalicílico, un antiinflamatorio comercial. En el caso de la actividad citotóxica, alcanzó un porcentaje de muerte celular del 87 % con el uso de una dilución 1,00E-01 de la solución madre del extracto de 50 mg/ml.

Conclusiones: El contenido de polifenoles presente en el extracto de la planta está relacionado con la actividad antiinflamatoria y la actividad citotóxica.

Palabras clave: *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. (Asteraceae); potencial antiinflamatorio y citotóxico; actividad biológica; principios activos; secado por aspersión.

ABSTRACT

Introduction: Because of their great biodiversity and availability, plants are one the main sources of active principles of pharmacological importance. *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. (Asteraceae) is a weed traditionally used for medicinal purposes. Ancestral knowledge about the medicinal uses of this plant is the basis for the study of its biological activity with the use of new technologies.

Objective: Determine the potential of an aqueous extract from leaves of *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. (Asteraceae) as anti-inflammatory and cytotoxic agent applying spray drying technology.

Methods: *T. officinale* dry leaves were subjected to extraction of total soluble solids using water as solvent with a 2² experimental design. The dry extract was obtained by spray drying technology. Anti-inflammatory activity was determined by the human erythrocyte membrane stabilization method, whereas cytotoxic activity was evaluated with the 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazole bromide method (MTT) in MCF-7 breast cancer cells.

Results: The aqueous extract from *T. officinale* leaves displayed anti-inflammatory activity as of a concentration of 2.5 mg/ml. At a concentration of 5.5 mg/ml anti-inflammatory activity was 58.89%, surpassing that of acetylsalicylic acid, a commercial anti-inflammatory. Cytotoxic activity reached a cell death percentage of 87% with the use of a 1.00E-01 dilution of 50 mg/ml stock solution of the extract.

Conclusions: The polyphenol content present in the plant extract is related to anti-inflammatory and cytotoxic activity.

Key words: *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. (Asteraceae), anti-inflammatory and cytotoxic potential, biological activity, active principles, spray drying.

Recibido: 26-06-18

Aprobado: 01-07-20

Introducción

A lo largo del tiempo las plantas, por la gran diversidad de componentes que poseen en su estructura, han sido utilizadas como medicina tradicional para la curación de enfermedades. En la actualidad, en base a este conocimiento

etnobotánico, las investigaciones se enfocan en la búsqueda de nuevos agentes terapéuticos con principios activos de origen vegetal que puedan ser utilizados para el desarrollo de fármacos.^(1,2)

Los polifenoles, son compuestos que se originan en las plantas como producto de su metabolismo secundario. La *T. officinale*, presenta ácidos fenólicos; ácido cafeico y otros derivados del ácido cinámico. También contiene taninos, hidroxicumarinas como la cichorina, esculina y flavonoides como apigenina, luteolina y sus derivados.

Es una planta que se ha propagado por todo el mundo de manera natural, por lo que es considerada una mala hierba.⁽³⁾ Por sus propiedades antioxidantes presenta diversas actividades biológicas beneficiosas para la salud. Ha sido utilizada desde la antigüedad para el tratamiento de múltiples dolencias como afecciones de la vesícula biliar, hemorroides, estreñimiento, y enfermedades cutáneas. También es conocida como laxante y presenta actividad colerética y diurética.^(4,5) En la medicina tradicional china esta planta ha sido utilizada por sus propiedades antiinflamatorias, antirreumáticas y anticancerígenas.⁽⁶⁾

El avance tecnológico y científico que se ha utilizado para la elaboración de medicamentos, ha favorecido el desarrollo de la industria farmacéutica.⁽⁷⁾ En el caso de la obtención de los principios activos de origen vegetal, se han empleado tecnologías como el secado por aspersión, que le proporciona al producto mayor estabilidad, largo tiempo de duración y mejor conservación de sus principios activos.⁽⁸⁾

Métodos

Las hojas de *T. officinale* fueron recolectadas del Herbario Misael Acosta del Solís (AMAS), en Tungurahua, Ecuador, en octubre de 2016. Correspondieron al herbario

No. 365 y fueron identificadas por el Dr. Walter Zimbaña, docente de la Universidad Técnica de Ambato. Se secaron en un secadero de bandejas (Gander MTN), a una temperatura de 60 °C y durante 23 h. Posteriormente, las hojas secas se trituraron y se almacenaron en una bolsa de polietileno de baja densidad, de manera hermética en un ambiente fresco y seco.

Para la extracción de los principios activos hidrosolubles se empleó el diseño experimental 2² y se trabajó con los siguientes factores:

Factor A: Relación material vegetal: volumen de disolvente (agua).

Nivel bajo (1:15), nivel alto (1:20).

Factor B: Tratamiento del material vegetal.

Nivel bajo (sin aplicación de ultrasonido), nivel alto (con aplicación de ultrasonido).

Respuesta experimental: Rendimiento de extracción de sólidos solubles totales. Cada tratamiento se realizó por duplicado y la mitad del material vegetal seco se sometió a ultrasonido por 2 min en el Baño de ultrasonido (BRANSON).

Procedimiento de extracción

Para la extracción, se realizó una decocción con 10 g de las hojas secas de *T. officinale* en 150 ml de agua destilada para la relación 1:15 (de acuerdo a la combinación de factores). Hirvió en una plancha de calentamiento con agitación (Thermo Scientific, USA) a 100 °C por 30 min y 500 RPM. Los extractos se filtraron con un lienzo, se registró el volumen y se almacenaron a 4 °C. Posteriormente, se determinó el porcentaje de sólidos solubles totales (SST) de cada extracto con una balanza de humedad (IR KERN MLS 50-3). La masa de sólidos extraídos se obtuvo a partir de la fórmula:⁽⁹⁾

$$\text{Sólidos extraídos (g)} = \text{Volumen del extracto} * \frac{\% \text{ SST}}{100}$$

Para determinar el rendimiento de la extracción de SST se utilizó:

$$\% \text{ rendimiento SST} = \frac{\text{sólidos extraídos (g)}}{\text{peso inicial de la muestra (g)}} * 100$$

Los resultados obtenidos sobre el rendimiento de la extracción de SST se analizaron con el software *Statgraphics Centurion versión XVI.I.* y se eligió el mejor tratamiento para la obtención eficiente del extracto líquido a mayor escala. A continuación, se determinó el % SST y la masa sólida. Posteriormente, el extracto se concentró en un 20% mediante evaporación en una plancha de calentamiento (IR KERN MLS 50-3), con agitación a 500 RPM y a la temperatura de ebullición del agua. Con dicha tecnología, se llevó a cabo el proceso de secado por aspersion y se mezcló el extracto líquido concentrado con 7g de maltodextrina, equivalente al 30% de la masa sólida del extracto. La mezcla se secó en el equipo Mini Spray Dryer (BÜCHI B-290, Switzerland) a una temperatura de entrada y salida de 120°C y 80°C respectivamente. Finalmente, se determinó el rendimiento del secado del extracto. La humedad del extracto seco se determinó en la balanza de humedad (IR KERN MLS 50-3).

El contenido de polifenoles totales del extracto se determinó a través del Método de Folín-Ciocalteu modificado.⁽¹⁰⁾ Se utilizó una curva estándar de ácido gálico a concentraciones desde 50 a 200 mg/l y una solución al 5 % del extracto seco, la cual se llevó a una dilución final de 1/20. El ensayo se realizó por triplicado y el contenido de polifenoles se calculó con la formula obtenida a partir de los valores de la curva estándar de ácido gálico y de la absorbancia.

$$\text{Polifenoles} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = \frac{\text{abs a 750 nm} - 0,0026}{0,0018} * \text{FD}$$

FD: factor de dilución

Determinación de las actividades biológicas del extracto seco de *T. officinale*

Actividad antiinflamatoria

Se determinó con el método de estabilización de la membrana de los eritrocitos humanos con modificaciones.⁽¹¹⁾ Se empleó una solución madre de 40 mg/ml del extracto seco en buffer fosfato salino o PBS (100 ml de PBS pH 7.4 (10X)/ 900 ml de agua destilada), a partir de la cual se realizaron soluciones de 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 y 5,5 mg/ml. Los ensayos se realizaron por triplicado y se empleó el calor para inducir la hemólisis.

Se desarrolló el mismo procedimiento con una solución de ácido acetilsalicílico (advanced 650/65 mg) en las mismas concentraciones que el extracto para la respectiva comparación. Para la determinación de la actividad antiinflamatoria se empleó la fórmula:⁽¹¹⁾

$$\% \text{ Actividad antiinflamatoria} = 100 * \left(1 - \frac{D02 - D01}{D03 - D01} \right)$$

Actividad citotóxica

Se empleó el método de MTT (bromuro de 3-(4-5dimetildiazol-2-ilo)-2,5-difeniltetrazol) con modificaciones⁽¹²⁾ y la línea celular de cáncer de mama MCF-7. Se preparó una solución madre del extracto a una concentración de 50 mg/ml en PBS. Se esterilizó la solución mediante filtración con filtros estériles de 0,22 µm (MILLEX-GP, Syringe Filter Unit) y se realizaron diluciones seriadas del extracto desde 1×10^{-1} hasta 1×10^{-11} .

Resultados

En la tabla 1 se muestran los rendimientos de extracción de SST de los tratamientos realizados a partir del diseño experimental 2².

Tabla 1. Porcentaje de SST, masa sólida extraída y rendimiento de la extracción de SST

Ensayo	Tratamiento MV	Relación MV: D	SST (%)	Masa sólida extraída (g)	Rendimiento de extracción (%)
1	S/U	1:15	2,12 ± 0,16	1,12 ± 0,01	11,23 ± 0,08
2		1:20	1,93 ± 0,04	1,51 ± 0,22	20,53 ± 0,22
3	C/U	1:15	2,63 ± 0,05	2,05 ± 0,01	23,95 ± 0,11
4		1:20	2,03 ± 0,03	2,30 ± 0,01	22,94 ± 0,11

MV. Material vegetal, MV: D. Material vegetal: volumen de disolvente, SST. Sólidos solubles totales, S/U. Sin aplicación de ultrasonido, C/U. Con aplicación de ultrasonido.

El Diagrama de Pareto (Fig. 1), se obtiene a partir del análisis estadístico de los resultados del rendimiento de extracción de SST.

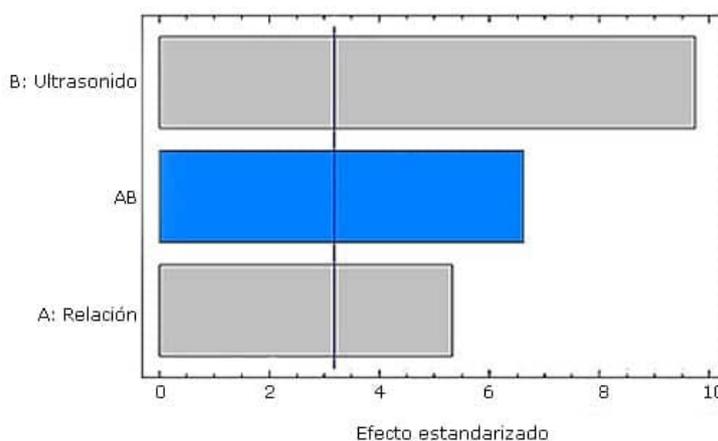


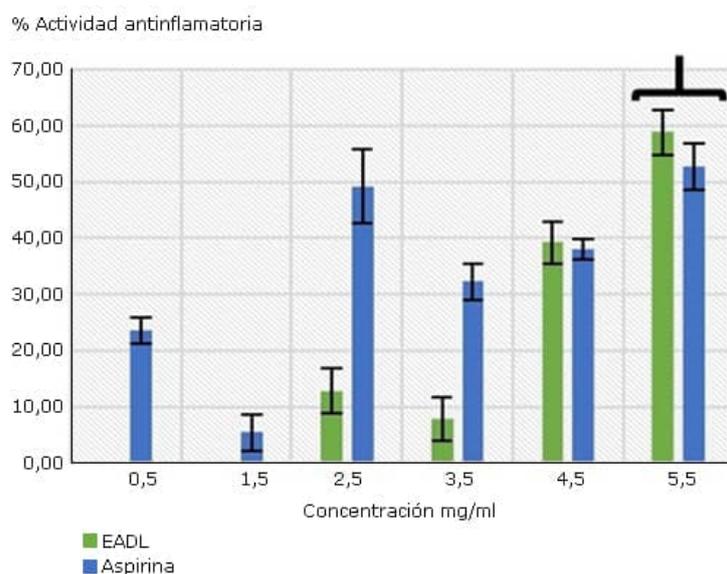
Fig. 1. Diagrama de Pareto estandarizado para el rendimiento de la extracción de SST

Fuente. *Software Statgraphics Centurion* version XVI.I.

El gráfico muestra que los factores (A y B), al igual que su interacción sobrepasan el efecto estandarizado. Queda demostrado que, los factores; relación material vegetal: volumen de disolvente (A), y tratamiento del material vegetal (B), influyen significativamente en la obtención de los sólidos solubles del extracto.

Para la obtención del mejor tratamiento se empleó la “Optimización de respuesta experimental” del software. El resultado mostró que el nivel óptimo en base a la relación material vegetal: volumen del disolvente fue la relación 1:15, mientras que, para el tratamiento del material vegetal, el nivel idóneo fue la aplicación de ultrasonido (C/U). El mejor tratamiento bajo estas condiciones fue el tratamiento realizado en el ensayo 3 (Tabla 1), que proporcionó un valor promedio de rendimiento de extracción de SST de 23,95 %.

Los resultados obtenidos del proceso de secado por aspersión y las características fisicoquímicas del extracto seco (humedad y contenido de polifenoles), fueron los siguientes: extracto seco, 28,55 g; rendimiento del secado, 93,88 %; humedad del extracto, 2,86 % y el contenido de polifenoles, 62,08 mg/ g de extracto seco. En las figuras 2 y 3 se muestran los análisis de la actividad antiinflamatoria y citotóxica del extracto seco de *T. officinale*.



EADL: extracto acuoso de *T. officinale*.

└─ muestra un mayor porcentaje de actividad por parte del extracto seco.

Fig. 2. Comparación del porcentaje de la actividad antiinflamatoria del extracto seco del *T. officinale* y del ácido acetilsalicílico (aspirina)

A una concentración de 5,5 mg/ml, la actividad del extracto seco del diente de león fue la más alta con un valor de 58,89 % y supera a la actividad de la aspirina que presentó un porcentaje de 52,74 %.

En base a los resultados de la figura 3, el extracto acuoso presentó actividad citotóxica sobre las células de cáncer de mama MCF-7. El mayor porcentaje de muerte celular se alcanzó al emplear una dilución de 1,00E-01, cuyo valor fue de 87 % de muerte celular.

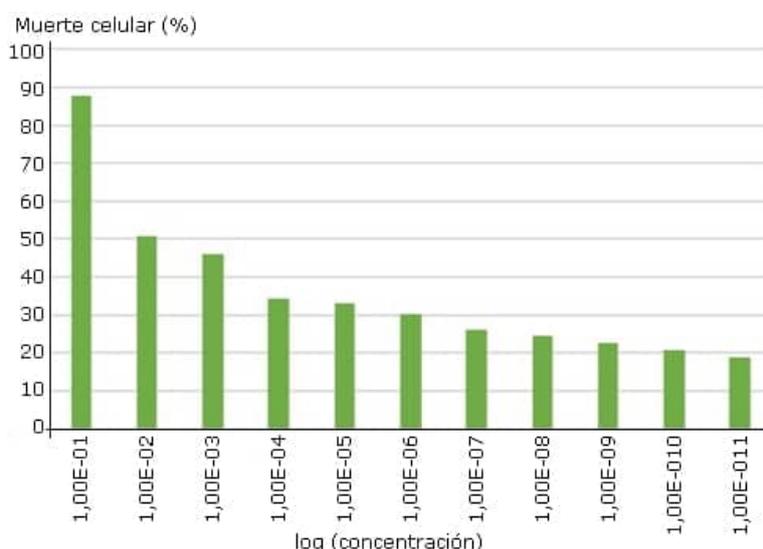


Fig. 3. Actividad citotóxica del extracto acuoso de las hojas de *T. officinale* en células de cáncer de mama MCF-7 con el empleo de diluciones seriadas desde 1,00E-01 hasta 1,00E-11 y una-concentración del extracto madre de 50 mg/ml

Discusión

En la tabla 1 se demuestra que se obtiene un mayor porcentaje de SST extraídos al aplicar la técnica de ultrasonido. Rodríguez y otros,⁽¹³⁾ afirman que el proceso de extracción de metabolitos es mucho más eficiente al someter al material vegetal a ultrasonido por lo que se obtiene una mayor cantidad de sólidos solubles.

Acosta y otros,⁽¹⁴⁾ demostraron que la extracción asistida por ultrasonido en combinación con métodos convencionales como la extracción con solvente disminuye la cantidad de disolvente para la extracción.

En cuanto al proceso de secado por aspersión, el rendimiento del secado depende de los parámetros utilizados en el proceso. Entre ellos, se encuentran las temperaturas de entrada y salida y la cantidad de maltodextrina empleada. Dicha sustancia, es un aditivo inerte que actúa como coadyuvante en el proceso de secado. Evita la adherencia del producto en las paredes del equipo por lo que permite la fácil recuperación del producto al finalizar el proceso al aumentar el rendimiento del mismo.⁽¹⁵⁾

López y otros⁽¹⁶⁾ mencionan que al emplear temperaturas de entrada y salida de 120 °C y 80 °C, respectivamente, el rendimiento de secado aumenta al 90 %. El empleo de esta tecnología le proporciona al producto seco un largo tiempo de vida útil en comparación con los extractos líquidos, mayor estabilidad del producto y fácil almacenamiento.⁽⁸⁾

Según *Arrazola* y otros,⁽¹⁷⁾ la humedad de los productos obtenidos mediante secado por aspersión con el uso de maltodextrina alcanza valores de hasta 5,5 % de humedad. *López* y otros,⁽⁸⁾ establecen que la humedad debe encontrarse por debajo del 10% para asegurar la calidad del producto. El estudio cumple estos parámetros, ya que el contenido de humedad del extracto seco de las hojas de *T. officinale* fue de 2,86%.

El contenido de polifenoles del extracto seco de los principios hidrosolubles de *T. officinale* fue superior al contenido alcohólico de la planta reportado por *Jaramillo* y otros.⁽¹⁸⁾ Por su parte, *Coronel*⁽¹⁹⁾ plantea que además de los múltiples beneficios de emplear el secado por aspersión, este permite preservar los componentes del extracto de la volatilización y oxidación por la presencia de los aditivos empleados

para el secado. Además, la aplicación de este método, ayuda a preservar los principios activos de la planta.

La actividad antiinflamatoria demostrada por el extracto (Fig. 2), puede deberse al contenido de polifenoles del mismo. *Parvin* u otros,⁽²⁰⁾ mencionan que se han mostrado efectos antiinflamatorios por parte de flavonoides y taninos, mientras que una investigación realizada por *Modaresi y Resalatpour*,⁽²¹⁾ afirman que los compuestos fenólicos del *T. officinale* actúan como protector de la membrana de los glóbulos rojos.

Oyedapo y otros,⁽²²⁾ suponen que el efecto estabilizador de la membrana podría deberse a la unión mediante cargas de los componentes del extracto con la membrana del eritrocito, a la vez que la protege de agentes que estén involucrados en la lisis de la misma. Se ha demostrado que los taninos y saponinas poseen la capacidad de enlazar cationes, por lo que podrían estabilizar la membrana de los eritrocitos, al igual que los flavonoides.

Además, los compuestos polifenólicos también pueden estar relacionados con la actividad citotóxica del extracto. Estudios celulares *in vitro* han demostrado actividad citotóxica por parte de los polifenoles, los cuales interfieren en el desarrollo de células cancerígenas al interrumpir su ciclo celular a la vez que inicia el proceso de apoptosis o muerte celular programada.⁽²³⁾

Quiñones y otros,⁽²⁴⁾ mencionan que los flavonoides tienen la capacidad de inducir efectos moduladores de la apoptosis,. Además, *Fariña*⁽²⁵⁾ señala que estos compuestos pueden actuar en cualquiera de las etapas de la carcinogénesis.

En base a los resultados obtenidos, se puede concluir que los componentes presentes en el extracto hidrosoluble de las hojas de *T. officinale*, a partir de la

tecnología de secado por aspersión, presentan actividad antiinflamatoria y citotóxica.

Referencias bibliográficas

1. Muñoz Cendales DR, Cuca Suárez LE. Compuestos citotóxicos de origen vegetal y su relación con proteínas inhibidoras de apoptosis (IAP). Rev Colomb Cancerol. 2016 julio-septiembre [acceso:22/5/2018];20(3):124-34. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-cancerologia-361-articulo-compuestos-citotoxicos-origen-vegetal-su-S0123901516300038>
2. Villa-Ruano N, Pacheco-Hernández Y, Lara-Saragoza EB, Mosnreal JF, Cardeña-Bozziere IM, Galván-Valencia OT, et al. Biotecnología de plantas medicinales: generando fármacos de un futuro tornado presente. Temas Cienc y Tecnol. 2011 enero-abril [acceso: 22/5/2018];15(43):13-20. Disponible en: http://www.utm.mx/edi_anteriores/temas43/1ENSAYO_43_2-R.pdf
3. Castro D, Díaz J, Serna R. Cultivo y producción de plantas aromáticas y medicinales. 2aed. Medellín, Colombia: UCO; 2013. [acceso:22/5/2018] pp. 1-93. Disponible en: <http://www.uco.edu.co/investigacion/fondoeditorial/libros/Documents/Libro%20Plantas%20Aromaticas%202013.pdf>
4. Akerreta S, Calvo I, Cavero R. Sabiduría popular y plantas curativas. Madrid, España: Integralia; 2013. [acceso:22/5/2018]:113-4. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=cupPCgAAQBAJ&pg=PT113&dq=usos+tradicionales+del+diente+de+leon&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=usos+tradicionales+del+diente+de+leon&f=false

5. Asqui Lalón M. Actividad hepatoprotectora del extracto de diente de león (*Taraxacum officinale*) en ratas (*Rattus norvegicus*) con hepatotoxicidad inducida por tetracloruro de carbono. [Tesis de Grado]. Ecuador: ESPOCH; 2012. pp. 21-25.
6. Ovadje P, Hamm C, Pandey S. Efficient induction of extrinsic cell death by dandelion root extract in human chronic Myelomonocytic Leukemia (CMML) cells. PLoS One. 2012[acceso:22/5/2018];7(2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3281857/>
7. Torres A, Ibarra Martínez CM, Martínez Mahinda y Díaz de Salas. Estudio fitoquímico de plantas medicinales propias del estado de Querétaro. 2016[acceso:22/5/2018];2(2):279-95. Disponible en: <http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2008/10VeranoRegionCentro/34UAZAlonsoTorresIbarraMartinez.pdf>
8. López Hernández OD, Menéndez Castillo RA, García Peña CM, González Sanabia ML, Nogueira Mendoza A. Estudio de secado por aspersion de extractos de Plectranthus. Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat. 2010[acceso:22/5/2018];9(3):216-20. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/856/85615232009.pdf>
9. Salomon Izquierdo S, López Hernández OD, González Sanabia ML. Desarrollo de una tecnología para la obtención de extracto acuoso de Momordica charantia L. Rev Cubana Plant Med. 2011[acceso:22/5/2018];16(4):304-12. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962011000400001
10. Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity. J Agric Food Chem. 2002[acceso:24/5/2018];50:3010-4. Disponible en: <http://ucanr.edu/datastoreFiles/608-418.pdf>
11. Shinde UA, Phadke AS, Nair AM, Mungantiwar AA, Dikshit VJ, Sarsf MN. Membrane stabilization activity- a possible mechanism of action for the anti-inflammatory activity of Cedrus deodara wood oil. Rev. fitoter.

1999[acceso:24/5/2018];70:251-7. Disponible en:
https://mafiadoc.com/membrane-stabilizing-activity-a-possible-mechanism-of-action-for-the-_5a1025471723ddd603e5be5d.html

12. Escobar ML, Rivera A, Aristizábal GFA. Estudio comparativo de los métodos de resazurina y MTT en estudios de citotoxicidad en líneas celulares tumorales humanas. VITAE. 2010[acceso:25/5/2018];17(1):67-74. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042010000100009

13. Rodríguez Riera Z, Robaina Mesa M, Jáuregui Haza U, Rodríguez Chanfrau J, Blanco González A. Empleo de la radiación ultrasónica para la extracción de compuestos bioactivos provenientes de fuentes naturales. Estado actual y perspectivas. Rev CENIC Ciencias Químicas. 2014[acceso:26/5/2018];45:139-47. Disponible en:
https://www.researchgate.net/profile/Rodriguez_Chanfrau/publication/270273043_Empleo_de_la_radiacion_ultrasonica_para_la_extraccion_de_compuestos_bioactivos_provenientes_de_fuentes_naturales_Estado_actual_y_perspectivas/links/54aa7a060cf2ce2df6688845.pdf

14. Acosta J, Izquierdo S, Sevilla I, Nuevas L. Empleo del ultrasonido para la extracción de fracción apolar en hojas de *Mangifera indica* L. (árbol del mango). Rev Cubana Plant Med. 2016[acceso:26/5/2018];21(3):261-71. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962016000300002

15. López Hernández OD, Muñoz Cernada A, Carmona Fernández R, Torres Amaro L, González Sanabria ML. Influencia del uso de aditivos sobre el rendimiento del proceso de secado por aspersión de extracto acuoso de *Calendula officinalis* L. Rev Cubana Plant Med. 2006[acceso:26/5/2018];11(1):1-4. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962006000100008

16. López Hernández OD, Torres Amaro L, Salomón Izquierdo S, González Sanabria ML, Chávez Figueredo D. Secado por aspersión de extracto acuoso de *Bidens alba*

L. a escalas de laboratorio y banco. Rev Cubana Plant Med. 2008[acceso:26/5/2018];14(4). Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962008000400010

17. Arrazola G, Herazo I, Alvis A. Microencapsulación de Antocianinas de Berenjena (*Solanum melongena* L.) mediante Secado por Aspersión y Evaluación de la Estabilidad de su Color y Capacidad Antioxidante. Inf tecnológica. 2014[acceso:26/5/2018];25(3):31-42. Disponible en:

http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642014000300006&script=sci_arttext&tlng=pt

18. Jaramillo Jaramillo C, Jaramillo Espinoza A, D'Armas H, Troccoli L, Rojas de Astudillo L. Concentraciones de alcaloides, glucósidos cianogénicos, polifenoles y saponinas en plantas medicinales seleccionadas en Ecuador y su relación con la toxicidad aguda contra *Artemia salina*. Rev Biol Trop. 2016 septiembre[acceso:27/5/2018];64(3):1171-84. Disponible en:

<http://www.redalyc.org/pdf/449/44946472020.pdf>

19. Coronel Delgado AY. Efecto de las condiciones de secado por aspersión en la obtención de un colorante natural a partir de extractos líquidos de curcuma (*Curcuma longa* L). [Tesis de Grado]. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2015[acceso:27/5/2018]. Disponible en:

<https://core.ac.uk/download/pdf/77276733.pdf>

20. Parvin MS, Das N, Jahan N, Akhter MA, Nahar L, Islam ME. Evaluation of in vitro anti-inflammatory and antibacterial potential of *Crescentia cujete* leaves and stem bark. BMC Res Notes. 2015[acceso:28/5/2018];8(1):412. Disponible en:

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4559910&tool=pmc-entrez&rendertype=abstract>

21. Modaresi M, Resalatpour N. The effect of *taraxacum officinale* hydroalcoholic extract on blood cells in mice. Adv Hematol. 2012

mayo[acceso:30/5/2018];2012:1-4. Disponible en:

<https://www.hindawi.com/journals/ah/2012/653412/>

22. Oyedapo Oluokun O, Akinpelu BA, Akinwunmi KF, Adeyinka M, Sipeolu FO. Red blood cell membrane stabilizing potentials of extracts of *Lantana camara* and its fractions. *Int J Plant Physiol Biochem*. 2010 octubre[acceso:30/5/2018];2(4):46-51.

Disponible en:

http://www.academicjournals.org/article/article1380020463_Oyedapo%20et%20al.pdf

23. Govea Salas M, Zugasti Cruz A, Silva Belmares S, Valdivia Urdiales B, Rodríguez Herrera R. Actividad Anticancerígena del Ácido Gálico en Modelos Biológicos in vitro. *Rev Cient la Univ autónoma Coahuila*. 2013[acceso:30/5/2018];5(9):5-11.

Disponible en: <http://docplayer.es/19161168-Actividad-anticancerigena-del-acido-galico-en-modelos-biologicos-in-vitro.html>

24. Quiñones M, Aleixandre A, Miguel M. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutr Hosp*. 2012 febrero[acceso:28/5/2018];27(1):76-89.

Disponible en:

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009

25. Fariña Flores D. Obtención de flavonoles de plantas superiores. Actividad biológica. [Tesis de Grado]. San Cristobal, España. Universidad de La Laguna; 2016[acceso:30/5/2018]

Disponible en:

<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/2674/Obtencion+de+Flavonoles+de+Plantas+Superiores.+Actividad+Biologica.+pdf;jsessionid=BB8EF9B3AD6D6A93A6B845F6DFF940EA?sequence=1>

26. Ferraro GE, Martino VS, Bandoni AL, Nadinic JL. *Fitocosmética: Fitoingredientes y otros productos naturales*. Buenos Aires, Argentina: Eudeba; 2015[acceso:28/5/2018]

Disponible en:

<https://books.google.com.ec/books?id=9uBDDAAAQBAJ&pg=PT75&lpg=PT75&dq=>

[cantidad+de+polifenoles+del+diente+de+leon&source=bl&ots=xI_1EgD1fY&sig=5uv0sERAsGz-N5CenhHVBLTu-mA&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://doi.org/10.25200/revista.v25n2.p13)

27. González M. Efecto de extractos de *Taraxacum officinale* sobre la adipogénesis y el metabolismo lipídico de células 3T3-L1. [Tesis Doctoral] Madrid, España. Universidad Autónoma de Madrid: 2007.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribuciones de los autores

Jhoana Maricela Tello Tello: Definió el proyecto de investigación con los respectivos análisis. Realizó el estudio de sólidos solubles totales, contenido de polifenoles totales y actividad antiinflamatoria. Ejecutó el análisis estadístico de los resultados. Escribió el texto y aprobó la versión final del manuscrito.

Orestes Darío López Hernández: Definió el proyecto de investigación con los respectivos análisis. Realizó el proceso de secado por aspersión y aprobó la versión final del manuscrito.

Yunys Pérez Betancourt: Realizó el análisis de actividad antiinflamatoria y citotóxica.

Viviana Elizabeth Ruiz Bonilla: Realizó el análisis de actividad citotóxica.

Cecilia Mercedes Carpio: Realizó el análisis de polifenoles totales del extracto.

Financiamiento

El estudio fue financiado por la facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.