

Caracterización y evaluación del aceite esencial de hojas de paico (*Chenopodium ambrosioides* L.)

Characterization and evaluation of the essential oil of paico leaves (*Chenopodium ambrosioides* L.)

Rafael Norberto Calle Chumo¹, Liliana Cortez Suárez², Margarita Cajas Palacios³

RESUMEN

El presente trabajo de investigación permitió extraer y evaluar las características del aceite esencial de paico (*Chenopodium Ambrosioides*). Con el objetivo de obtener el aceite esencial de paico por hidrodestilación, la determinación del tiempo de trabajo con el rendimiento de obtención del aceite esencial, la caracterización fisicoquímica del aceite esencial por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. La metodología de investigación es de enfoque mixto. Se pesó aproximadamente 500 g de muestra, previamente seleccionadas. Se realizaron dos extracciones de 250 g de muestra con 1 litro de agua destilada tipo 1, en la cual la muestra estuvo en contacto directo con el agua en un balón de fondo redondo de 1L y se procedió a realizar la hidrodestilación a fuego durante 6 horas asistido por un mechero Bunsen. Luego, se separó el aceite esencial (AE) del agua donde se obtuvo 0,65 g de aceite esencial de las dos hidrodestilaciones. Se logró extraer el aceite esencial de paico (*Chenopodium ambrosioides* L.) obteniendo un rendimiento del 0.13%. Las propiedades físicas del aceite esencial se evaluaron, dando como resultado una densidad de 0.9023 g/mL, un pH de 6.85 y un índice de refracción de 1.4741. La cromatografía de gases, permitió separar los componentes presentes en el aceite. Luego se identificaron mediante espectrometría de masas, los componentes mayoritarios encontrados en el AE de paico como: α Terpineno, p- Cimeno, ascaridol, isoascaridol, 1,8 Cineol, trans Verbenyl ac y γ Terpineno.

Palabras clave: extracción, aceite esencial, hidrodestilar

ABSTRACT

The present research work allowed us to extract and evaluate the characteristics of the essential oil of paico (*Chenopodium Ambrosioides*). With the objective of obtaining the essential oil of paico by hydrodistillation, the determination of the working time with the yield of obtaining the essential oil, the physicochemical characterization of the essential oil by gas chromatography coupled to mass spectrometry. The research methodology is a mixed approach. Approximately 500 g of sample, previously selected, was weighed. Two extractions of 250 g of sample were carried out with 1 liter of type 1 distilled water, in which the sample was in direct contact with the water in a 1L round bottom flask and the hydrodistillation was carried out over fire for 6 hours, assisted by a Bunsen burner. Then, the essential oil (EO) was separated from the water where 0.65 g of essential oil was obtained from the two hydrodistillations. The essential oil of paico (*Chenopodium ambrosioides* L.) was extracted, obtaining a yield of 0.13%. The physical properties of the essential oil were evaluated, resulting in a density of 0.9023 g/mL, a pH of 6.85 and a refractive index of 1.4741. Gas chromatography allowed the components present in the oil to be separated. Then, the major components found in paico EO were identified by mass spectrometry as: α Terpinene, p-Cymene, ascaridol, isoascaridol, 1,8 Cineol, trans Verbenyl ac and γ Terpinene.

Keywords: extraction, essential oil, hydrodistillation

Received: Marzo 25/3/2024

Accepted: Marzo 25/3/2024

Ing. Químico. Lcdo. Ciencias de la Educación mención Fisicomatemático. Magister en Ciencias de la Ing. Química. Magister en Educación, Docente de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guayaquil, Ecuador, Correo electrónico rafael.callec@ug.edu.ec Código Orcid: . <https://orcid.org/0000-0002-0816-6879>

Magister en Salud Pública; Diploma Superior en Docencia Universitaria; Doctora en Educación; Bioquímico Farmacéutico; Doctor en Bioquímica y Farmacia; , Docente de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guayaquil, Ecuador . Correo electrónico: liliana.cortezs@ug.edu.ec @ug.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4030-7184>.

Magister en Salud Pública; Licenciada en Nutrición y Dietética, Docente de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: margarita.cajasp@ug.edu.ec Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0339-686X>



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

Introducción

Hoy por hoy, la práctica del uso de plantas medicinales como tratamientos alternativos para enfermedades ha incrementado significativamente, es así como, en Ecuador la fitoterapia procura utilizar plantas medicinales para tratar síntomas leves o como mecanismos de prevención en problemas de la salud (1,2) Sin embargo, con el avance de la medicina y su crecimiento exponencial para el tratamiento de enfermedades, el uso de plantas medicinales ha quedado en segundo plano y desvalorizado por parte de los profesionales médicos de la salud, sustituyendo el uso por medicamentos de procesamiento industrial que han brindado mayor accesibilidad y encajado sin brecha alguna en la sociedad. A pesar de esto, hoy en día se busca introducir nuevamente el uso de plantas medicinales en el sector industrial debido a sus ventajas comparativas frente a medios de tratamientos modernos (3,4,5)

De acuerdo con este orden de ideas, se plantea el uso de ciertas plantas medicinales que contienen aceites esenciales con compuestos aromáticos volátiles que se obtienen de otras partes de las plantas como de la corteza, hojas, flores y frutos. Los métodos de extracción más empleados son: destilación, hidrodestilación, extracción con disolventes orgánicos, presurización, extracción con fluidos supercríticos, prensado en frío, entre otros. En la totalidad de los aceites esenciales contienen terpenos, monoterpenos, sesquiterpenos y diterpenos, derivados oxigenados. En los AE, la composición de una misma planta puede variar dependiendo de la geografía, temperatura, luz, suelo, método de extracción, entre otras variables que logren afectar a la planta. Los aceites esenciales tienen una variedad de actividades biológicas, gracias a esto se usa en los diferentes campos, como alimentario, farmacéutico, agronomía, cosmética, entre otros (6)

Chenopodium ambrosioides L. es una planta conocida en diferentes partes del mundo como paico, yerba santa, yerba hedionda, paico macho, yerba de Santa María, paico oloroso; es aromática con un olor característico fuerte, crece en cualquier tipo de suelo, tiene una altura de alrededor de un metro, además, se usa como medicina tradicional en medios de infusiones de sus hojas que sirven para tratar dolores musculares y estomacales, también posee propiedades antihelmínticas, antibacteriana, insecticida y antioxidante (7)

En este sentido, el presente estudio va dirigido hacia la extracción y caracterización química que presenta el aceite esencial de paico (*Chenopodium ambrosioides* L.) proveniente de Naranjal, del mismo modo, se pretende difundir la presente investigación al sector industrial para que se extienda el uso de dichas plantas medicinales que brindan diferentes propiedades farmacológicas para beneficios en la salud de la población ecuatoriana.

Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación es de carácter investigativo y experimental con enfoque mixto.

Preparación de la muestra

Se recogió de manera aleatoria la muestra; las hojas de paico (*Chenopodium ambrosioides* L.) se almacenó de forma moderada en fundas plásticas ziploc; aproximadamente con un peso de 500 g, luego se llevó al laboratorio SSV para los respectivos análisis (8)

Evaluación morfología macroscópica

Se evaluó la morfología macroscópica de las hojas de paico, se realiza la descripción morfoanatómica de la hoja, así como las medidas largo y ancho de las mismas de alrededor de 20 hojas seleccionadas de manera aleatoria.

Extracción del aceite esencial

Se obtuvo el aceite esencial por medio de hidrodestilación, donde se pesaron todos los 500 g de muestra que fueron recolectados, se desinfectaron sumergiendo en hipoclorito de sodio al 5%. Se realizaron dos extracciones de 250g de muestra con 1 litro de agua destilada tipo I, en la cual la muestra estuvo en contacto directo con el agua en un balón de fondo redondo de 1L y se procedió a realizar la hidrodestilación a fuego bajo por 6 horas con la ayuda de un mechero de bunsen. Después se separó el AE del agua donde se obtuvo 0,65 g de aceite esencial, luego de las dos hidrodestilaciones.

Determinación de propiedades físicas

Se determinaron las propiedades físicas después se obtiene el aceite esencial de paico que fueron densidad, pH, índice de refracción.

Determinación de densidad a 25°C

Se determinó pesando la muestra en un picnómetro a una temperatura de 25°C, el cual fue limpiado cuidadosamente para realizar la determinación.

Determinación de pH

Se determinó directamente el potencial de hidrogeno con potenciómetro calibrado en punto 4, 7 y 10.

Determinación de Índice de Refracción (25°C)

Se determinó directamente ubicando 50 ul del aceite esencial en el refractómetro frente a una buena fuente de luz a 25°C.

Determinación de química

Por medio de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG/EM) se fijaron condiciones óptimas de trabajo, entre ellas:

- Volumen de inyección de 1 µL de la muestra, anticipadamente diluida en hexano.
- Flujo del carrier (He) de 0.5 mL/min con temperatura del inyector de 220 °C.
- Modo Split.
- Rampa de temperatura del horno desde 50°C durante 4 min, un incremento de 10°C/min hasta 220°C y mantenido por 2 min a esta temperatura.
- Para confirmar los compuestos de interés se ejecutó con la ayuda de: detector de espectrometría de masas con modo de ionización de impacto electrónico a 70 eV.
- Scanner del rango de masas entre 50 y 500 m/z.
- Los Índices Retención / índice de Kováts se determinaron por medio de la base de datos NIST.

Cabe señalar que, se excluyeron las cuentas de área de los picos del solvente que se utilizó en la inyección del aceite esencial, por lo tanto, se obtuvo únicamente los componentes que tuvieron un porcentaje de similitud mayor al 85%.

Resultados

En la siguiente tabla I describimos la macromorfología de las hojas de paico en referencia a lo planteado en el libro de Aguirre et al 2019 (9)

Tabla I. Descripción morfológica de la hoja de Paico.

Muestra	Descripción
	Hojas simples con peciolo, lámina ovada – lanceolado, margen aserrado o dentado, son alternas, de color verde.

Según autores (9,10,11) mencionan que el promedio de las hojas de paico en largo puede llegar hasta 13 cm y 4.5 cm de ancho; la gran mayoría de las hojas seleccionadas se encuentran dentro de lo establecido, donde el promedio del largo es 5.6 cm y ancho 2.033 cm con una desviación estándar de 1.414 y 1.001 respectivamente. Por otra parte, el método de hidrodestilación del aceite esencial de paico utilizando aproximadamente 500 g de sus hojas, realizando dos hidrodestilaciones, obtuvo un rendimiento cercano al 0,14 %.

En comparación con el estudio realizado por los autores (9) donde realizaron en hojas y tallos de paico a través del método de hidrodestilación obtuvieron el rendimiento de 0.4%, empleando la misma cantidad de muestra 500 g; en nuestro estudio experimental sólo utilizamos las hojas llegando a obtener un rendimiento de 0.13%. Esta diferencia en el rendimiento puede deberse a que en el estudio comparado utilizan dos partes de la planta, siendo de origen diferente a la del presente estudio, así mismo como a las condiciones climáticas que ha estado la muestra.

Otros investigadores en el 2017 Cabrera (12), empleando el método extractivo arrastre de vapor a tres muestras, obtienen 0.14% de rendimiento de aceite esencial, igualmente en nuestro trabajo experimental obtuvimos un rendimiento similar.

Para las determinaciones de propiedades físicas se detallan los valores obtenidos: $\rho = 0,9023$, $\text{pH} = 6,85$ e índice de refracción de 1,4741. Similarmente, en el estudio de Cabrera, (2017) se obtuvo una densidad de $0,9494 \text{ g/cm}^3$, a 25°C , no hay diferencia significativa; además el pH e índice de refracción comparando con el valor que obtuvo Ibarra & Paredes, 2013 de 1.472 tampoco existe diferencia significativa, el índice de refracción es un parámetro de calidad específico para cada aceite esencial que demuestra si ha existido adulteración o impurezas de estos (13).

Para la determinación de composición química por medio de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, la asignación de las estructuras químicas se verificó por medio de la comparación de los espectros de masas obtenidos del análisis con los espectros de las bibliotecas del equipo Thermofisher Scientific software Chromeleon Dionex biblioteca NIST, donde se identificaron 7 compuestos que fueron reportados por tener un porcentaje de similitud mayor al 85%.

Tabla 2. Compuestos identificados por CG/EM.

N°	Compuestos	% Área	Índice de retención lineal calculado
1	α Terpineno	59,5	1018
2	p Cimeno	24,1	1026
3	1,8 Cineol	1,1	1033
4	γ Terpineno	0,4	1057
5	Ascaridol	3,8	1230
6	trans Verbenyl ac	0,8	1288
7	Isoascarido	3,1	1300

Se permitió identificar 7 compuestos con un porcentaje de 92.8%. Según la tabla anterior se muestra que el α Terpineno es el compuesto químico que está presente mayoritariamente en el aceite esencial de paico, según estudios realizados en Colombia y Brasil, el α Terpineno es el componente principal encontrado en del aceite esencial de paico. A este compuesto se le atribuye la propiedad de ser antibacteriano, antifúngico, antiparasitario en conjunto con otros los demás compuestos químicos (14, 15). También de forma mayoritaria se identificaron los compuestos químicos como el p Cimeno que posee propiedades medicinales como antiinflamatorio e insecticidas; ascaridol el cual se le otorgan propiedades antiparasitarias, antifúngicas, antihelmíntico, entre otras; isoascaridol, 1,8 Cineol, trans Verbenyl ac y Terpineno. Todos estos compuestos bioactivos otorgan el sin número de propiedades farmacológicas características del aceite esencial de paico. Se ha demostrado que la diferencia en la concentración de los compuestos químicos ascaridol y α Terpinene se debe a los tiempos de maduración del paico, en donde los extractos jóvenes tenían una concentración mayor de α Terpinene y de ascaridol menor; en cambio en los extractos maduros era lo contrario (16).

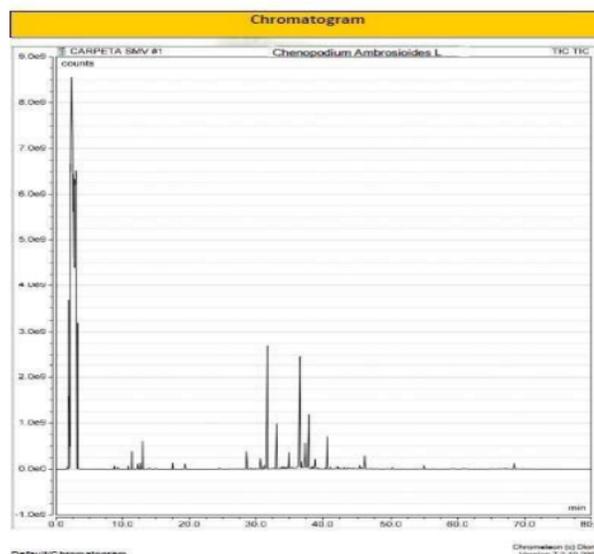


Figura 1. Cromatograma obtenido del aceite esencial de hojas de paico.

Discusión

Se evaluó la macroscopía de las hojas de paico donde se describieron las medidas de largo y ancho encontrándose dentro de los establecido en la literatura. El proceso de hidrodestilación utilizado en esta investigación permitió la extracción exitosa del aceite esencial de las hojas de paico (*Chenopodium ambrosioides* L.). El rendimiento obtenido del 0.13% de aceite esencial en relación con la cantidad inicial de muestra demuestra la eficacia de este método de extracción.

Se evaluó las propiedades físicas los cuales corresponden a una densidad de 0.9023 g/mL, un pH de 6.85 y un índice de refracción de 1.4741, estos datos en relación con estudios anteriores se encuentran semejantes. Las propiedades físicas del aceite esencial, como la densidad, el pH y el índice de refracción, proporcionan información valiosa sobre su comportamiento físico y su posible aplicación en diferentes áreas, como la cosmética y la farmacología.

La cromatografía de gases y la espectrometría de masas revelaron la composición química del aceite esencial de paico, identificando componentes como α Terpineno, p-Cimeno, ascaridol, isoascaridol, 1,8 Cineol, trans Verbenyl ac y y Terpineno (17). Esta variedad de componentes químicos puede contribuir a las propiedades antiparasitarias y potenciales usos terapéuticos del aceite esencial (18,19). La presencia de componentes como ascaridol e isoascaridol en el aceite esencial sugiere su potencial como agentes antiparasitarios, respaldando la utilización tradicional de las hojas de paico para combatir parásitos en humanos y animales.

Ambos compuestos son relevantes en el contexto de la actividad antiparasitaria del aceite esencial de paico (20, 21, 22). Agregando a lo anterior, en pocos estudios demuestran que los terpinenos tienen propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias. El p-Cimeno tiene capacidad antimicrobiana, antioxidante, antiinflamatorios y analgésicos (23); 1,8 Cineol tiene propiedades expectorantes y broncodilatadoras; Trans Verbenyl Acetate tiene propiedades antiinflamatorias y puede actuar como repelente de insectos (24, 25)

Realizar comparaciones con otros métodos de extracción para evaluar su eficacia en la obtención de aceite esencial y su calidad, así como comparar las propiedades y actividades biológicas con otros aceites esenciales con propiedades antiparasitarias conocidas. Se recomienda que se realice el análisis de la actividad farmacológica del compuesto químico α Terpineno para validar sus propiedades, aplicando este estudio a futuro. Así mismo considerar la posibilidad de realizar estudios más profundos para comprender mejor los mecanismos antiparasitarios de los componentes identificados en el aceite esencial, lo que podría abrirla puerta a nuevos tratamientos y terapias. Dado el potencial antiparasitario del aceite esencial de paico, se recomienda realizar estudios toxicológicos exhaustivos para evaluar su seguridad y eficacia en su uso terapéutico.

Referencias

1. López, M. Plantas medicinales. Offarm [internet] 2008 [citado 01 marzo 2024]; 27(4); 82–87. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13120069>
2. Usano J, Palá J, Díaz S. Aceites esenciales: conceptos básicos y actividad antibacteriana. Reduca (Biología) [internet] 2014 [citado 01 marzo 2024]; 7(2), 60–70. Disponible en: <https://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/1553>
3. Aguirre Z, Yaguana C, Merino B. Plantas Medicinales de la zona andina de la provincia de Loja (Primera) [internet] 2014 [citado 01 marzo 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Zhofre-Aguirre/publication/301200536_Plantas_medicinales_de_la_zona_andina_de_la_provincia_de_Loja/links/570bc8fe08ae8883a1ffd8da/Plantas-medicinales-de-la-zona-andina-de-la-provincia-de-Loja.pdf
4. Alvarado B. Actividad antioxidante y citotóxica de 35 plantas medicinales de la Cordillera Negra [Universidad Nacional Mayor de San Marcos] 2017 [citado 03 marzo 2024]. Disponible en: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/02/879811/actividad-antioxidante-y-citotoxica-de-35-plantas-medicinales-d_OE9Ywr3.pdf
5. Heisler E, Budó M.L, Schimith M, Badke M, Ceolin S, Heck R. Uso de plantas medicinales en el cuidado de la salud: la producción científica de tesis y disertaciones de enfermería brasileña. Enfermería Global [internet] 2015 [citado 03 marzo 2024]; 14(39); 390–403. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/eg/v14n39/revision5.pdf>
6. Llorens JA. Los aceites esenciales y su actividad biológica. Anales de Química, [internet] 2021 [citado 03 marzo 2024]; 117(2), 165–170. Disponible en: <https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/1670>
7. López A, Siles M, Tirado I, Guarnizo P, García M, Álvarez S. Determinación del número cromosómico de "PAICO" (*Chenopodium ambrosioides*) proveniente de tres regiones del Perú. Manglar [internet] 2020 [citado 03 marzo 2024]; 17(1); 61–65. Disponible en: <https://doi.org/10.17268/manglar.2020.010>
8. Rodríguez M, Alcaraz L, Real S. Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas (Primera) [internet] 2012 [citado 03 marzo 2024]. Disponible en: https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez_m.pdf
9. Aguirre Z, Jaramillo N, Quizpe W. Arvenses asociadas a cultivos y pastizales del Ecuador. 2019 [citado 04 marzo 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/335172548_Arvenses_asociadas_a_cultivos_y_pastizales_del_Ecuador
10. Gómez J. Epazote (*Chenopodium ambrosioides*). Revisión a sus características morfológicas, actividad farmacológica, y biogénesis de su principal principio activo, ascaridol. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas [internet] 2008 [citado 04 marzo 2024]; 7(1), 3–9. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85670103>
11. Casado I. Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor [Universidad Politécnica de Madrid] 2018 [citado 04 marzo 2024]. Disponible en:

- https://oa.upm.es/49669/1/TFG_IRENE_CASADO_VILLAVERDE.pdf
12. Cabrera Y. Determinación de las propiedades físicas, composición química y evaluación de la actividad biológica del aceite esencial de *Chenopodium ambrosioides* (Paico) de la provincia de Loja. [Universidad Técnica Particular de Loja] 2017 [citado 04 marzo 2024]. Disponible en: <https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/17495/3/Cabrera%20Gualpa%20Yessica%20Pamela.pdf>
 13. Ibarra M, Paredes E. Eficacia antibacteriana in vitro de marco (*Ambrosia arborescens* Mill.) y paico (*Chenopodium ambrosioides* L.) en una formulación cosmética [Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito] 2013 [citado 05 marzo 2024]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6007/1/UPS-QT03776.pdf>
 14. Gallegos M. Las plantas medicinales: principal alternativa para el cuidado de la salud, en la población rural de Babahoyo, Ecuador. *Anales de la Facultad de Medicina* [internet] 2016 [citado 06 marzo 2024]; 77(4), 327–332. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/anales.v77i4.12647>
 15. Gallegos P, Bañuelos R, Delgadillo L, Meza C, Echavarría F. Actividad antibacteriana de cinco compuestos terpenoides: carvacrol, limoneno, linalool, α -terpineno y timol. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* [internet] 2019 [citado 06 marzo 2024]; 22; 241–248. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/334263317_ACTIVIDAD_ANTIBACTERIANA_DE_CINCO_COMPUESTOS_TERPENOIDES_CARVACROL_LIMONENO_LINALOOL_α-TERPINENO_Y_TIMOL_ANTIBACTERIAL_ACTIVITY_OF_FIVE_TERPENOID_COMPOUNDS_CARVACROL_LIMONENE_LINALOOL_α-TERPINENE_AND_
 16. Zavala R, Herrera J, Lara A, Garzón V. Evaluación de la toxicidad aguda de un extracto alcohólico de hojas de epazote (*Chenopodium ambrosioides*). *Spei Domus* [internet] 2016 [citado 06 marzo 2024]; 12(24). Disponible en: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.16925/sp.v12i24.1890>
 17. Sánchez Y, Rivera J, Luna M, Conde L. Análisis de terpenos en aceites esenciales obtenidos mediante extracción por microondas. *Acta de Ciencia y Salud* [internet] 2022 [citado 06 marzo 2024]; 20 (7) Disponible en: <https://actadecienciaensalud.cutonal.udg.mx/index.php/ACS/article/view/183>
 18. Pulido-Arango AM, Riveros-Loaiza LM, Rodríguez-Cabra JL. Identificación de componentes químicos del aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) proveniente de cultivos orgánicos en la zona alta andina. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales* [internet] 2018 [citado 07 marzo 2024]; 5(1), 6–15. Disponible en: <https://doi.org/10.23850/24220582.658>
 19. Castroviejo M. Cromatografía de Gases Líquidos acoplado a espectrometría de masas de Alta Resolución (MS-AR). Universidad de Burgos. 2020 [citado 06 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.ubu.es/parque-cientifico-tecnologico/servicioscientifico-tecnicos/espectrometria/cromatografia-de-gasesliquidosacoplado-espectrometria-de-masas-de-alta-resolucion-ms-ar>
 20. Coronel I, Piedra J. Estudio de las propiedades físicas y composición química de los aceites esenciales de las hojas de *Peperomia inaequalifolia* Ruiz & Pav. y *Piper pubinervulum* C. DC., y del rizoma de *Renalmia thyrsoides* subsp. *thyrsoides* [Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito] 2014 [citado 06 marzo 2024]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6632/1/UPSQT04525.pdf>
 21. Clavijo F, Barrera V, Rodríguez L, Mosquera J, Yáñez I, Godoy G, Grijalva J. Evaluación del paico *Chenopodium ambrosioides* y chocho *Lupinus mutabilis* sweet como antiparasitarios gastrointestinales en bovinos jóvenes. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida* [internet] 2016 [citado 07 marzo 2024]; 24(2); 95–110. Disponible en: <https://doi.org/10.17163/lgr.n24.2016.08>
 22. De la Torre L, Navarrete H, Muriel P, Macía M, Balslev H. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. En *Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus*. (Primera) 2008 [citado 07 marzo 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Hugo-Navarrete-4/publication/310828407_Enciclopedia_de_las_Plantas_Utiles_del_Ecuador/links/583897f608ae3a74b49d1ca5/Enciclopedia-de-las-Plantas-Utiles-del-Ecuador.pdf
 23. Figueroa A. Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos: ácidos grasos, polifenoles, terpenos y tocoferoles en hojas de paico [*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants]. [Universidad Nacional Agraria La Molina] 2021 [citado 07 marzo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4622/figueroa-merma-andres-anthony.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
 24. Gutiérrez C. Evaluación de la actividad antifúngica de extractos etanólicos de paico (*Chenopodium ambrosioides*), *khóa* (*Clinopodium bolivianum*) y ruda (*Ruta graveolens*) frente a *Moniliophthora* spp aislada a partir de muestras de cacao con moniliasis, La Paz-Bolivia, 2015. [Universidad Mayor de San Andrés] 2017 [citado 07 marzo 2024]. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/05/997946/evaluacion-de-la-actividad-antifungica-de-extractos-etanolicos-Fl6arcc.pdf>
 25. Sá R, Santana A, Silva F, Soares L, Randaua K. Anatomical and histochemical analysis of *Dysphania ambrosioides* supported by light and electron microscopy. *Revista Brasileira de Farmacognosia* [internet] 2016 [citado 07 marzo 2024]; 26(5), 533–543. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.05.010>