

04-033

VARIATION OF THE QUANTITY AND QUALITY OF THE ESSENTIAL OIL OF CISTUS LADANIFER WITH DIFFERENT DISTILLATION TIMES

Cano Shaw, Celia (1); Plaza Ramos, José (1); Stefanuti, Barbara (1); Parra, Lorena (2); Mauri Ablanque, Pedro Vicente (1)

(1) IMIDRA, (2) Universitat Politècnica de València

Essential oils have a large number of applications and are highly valued products on the market. These oils are not pure substances, they are a mixture of a large number of compounds in various proportions. The rockrose (*Cistus ladanifer*) is a plant from which essential oil and labdanum gum can be obtained. Currently, the extraction of the essential oil is carried out for five hours, and no studies have been found in which variation of oil quality and quantity is studied along this time. Although the highest volume of oil is gathered at the beginning of extraction, oil is produced throughout all the distillation time. The aim of this paper is to evaluate if the quantity and quality of the oil vary according to the distillation time. Essential oils are extracted using the hydrodistillation method with cohobation for five hours, with three replicas per experiment. Distillate essential oils are collected at different time intervals along the five hours. The tests are conducted following a variable protocol in which time intervals, included biomass, heating conditions, and other parameters will be appraised. The results will include the variations of the volume of oil obtained and its quality.

Keywords: Hydrodistillation; rockrose; terpenes; shrub; extraction; aromatic plant

VARIACIÓN DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL ACEITE ESENCIAL DE CISTUS LADANIFER CON DISTINTOS TIEMPOS DE DESTILACIÓN

Los aceites esenciales poseen un gran número de aplicaciones, siendo productos de alto valor en el mercado. Estos aceites no son sustancias puras sino mezcla de una gran cantidad de compuestos en diversas proporciones. En el caso de la jara pringosa (*Cistus ladanifer*), se trata de una planta de la cual se puede obtener aceite esencial y goma labdanum. Actualmente, la extracción de su aceite se lleva a cabo durante un periodo de cinco horas, no habiéndose encontrado estudios con variaciones de calidad y cantidad durante ese tiempo. A pesar de que el mayor volumen de aceite obtenido se obtiene al inicio de la extracción, se produce aceite durante todo el tiempo de destilado. El objetivo de este estudio es evaluar si la cantidad y calidad de dicho aceite varía en función del tiempo de destilación. Las muestras de aceite se recogen en diferentes intervalos de tiempo durante las cinco horas. Los ensayos realizados siguen un protocolo variable en el que se valorará el intervalo de tiempo, la biomasa, las condiciones de calentamiento y otros parámetros. Los resultados incluirán el volumen de aceite obtenido además de su calidad.

Palabras clave: Hidrodestilación; jara pringosa; terpenos; arbusto; extracción; planta aromática

Correspondencia: Pedro Vicente Mauri Ablanque. Correo: pedro.mauri@madrid.org

Agradecimientos: This work has been funded by the “Ministerio de Ciencia e Innovación” through the Project PID2020-114467RR-C31



©2022 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La especie utilizada para el presente estudio es la jara pingosa (*Cistus ladanifer sub. ladanifer* L.). Se trata de un arbusto de la familia de las cistáceas presente en zonas mediterráneas, siendo más frecuente su distribución en las zonas oeste, sur y centro de la Península Ibérica (véase Figura 1 (Web del GBIF. (n.d.))). Concretamente crece en zonas de monte de suelos ácidos y poco fértiles (V. Mauri Ablanque, Cano Shaw & Plaza Ramos, 2020) o con incendios recurrentes debido a que se trata de una especie pirófila (Serrada Hierro et al., 2021, pp.575–624). Posee flores blancas grandes con centro amarillo, pudiendo estas presentar algunas máculas púrpuras (variedad “*maculatus*”) o no (variedad “*albiflorus*”).

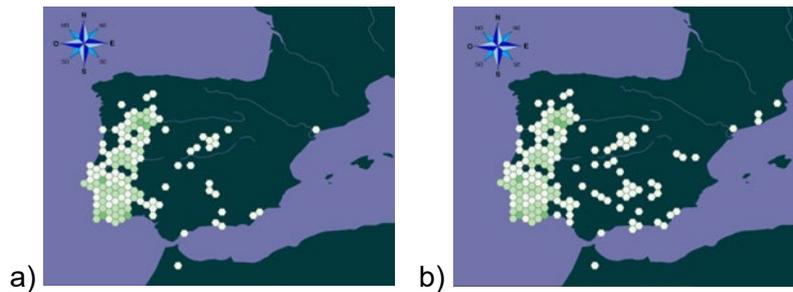


Figura 1: Distribución de la jara en la Península Ibérica. Periodo de 2000-2021 en a). Periodo de 1950-2021 en b). Colores más oscuros indican mayor densidad de la especie. Fuente: <https://www.gbif.org>

En cuanto a las utilidades de esta especie distinguimos dos materiales con interés en distintas cadenas de valor. Por un lado, la sustancia que la recubre, el ládano, de la cual se obtiene la goma labdanum, ampliamente utilizada en perfumería y cosmética (Burger, 2016). Otra utilidad radica en las sustancias aromáticas naturales causantes de las fragancias de la planta (Luegon & Tránsito, 2004), es decir, su aceite esencial, también llamado aceite volátil o esencia (Luegon & Tránsito, 2004). El aceite esencial no es una sustancia pura, sino que se constituye por más de 240 compuestos diferentes en distintas proporciones, responsables de las diversas características de los aceites de cada especie (V. Mauri Ablanque, Cano Shaw & Plaza Ramos, 2020). Entre estos compuestos encontramos, principalmente, los grupos de hidrocarburos terpénicos, encargados de aportar las propiedades de volatilidad, inflamabilidad, densidad y viscosidad del aceite (Sánchez, 2006) pero que son inodoros (Sánchez, 2006). Los compuestos realmente responsables del aroma son aquellas sustancias que se encuentran en proporciones menores como pueden ser las cetonas, ésteres, alcoholes, aldehídos y éteres (Sánchez, 2006).

Existen multitud de métodos de extracción de estos aceites esenciales: maceración, expresión, destilación, etc. (Martínez M., 2003). Se trata de procesos generalmente sencillos. De entre todos los existentes, la destilación es la técnica principal y más utilizada (ifaroma.org, n.d.), especialmente el arrastre de vapor. Existe una segunda variante, la hidrodestilación, donde el material vegetal se sumerge en un determinado volumen de agua y es hervido, provocando la liberación de los compuestos. Estos compuestos serán extraídos mediante el vapor generado, condensados y separados en el llamado *florentino* (Cerpa Chávez, 2007).

Sorprendentemente, no existen apenas estudios sobre la optimización de dicho proceso, únicamente sobre algunas especies como la lavanda (*Lavandula angustifolia* Mill.) (Wesolowska, Jadczyk & Grzeszczuk, 2010) o la hierbabuena (*Mentha canadensis* L.) (Zheljzakov & Astatkie, 2012). Sin embargo, no se han encontrado estudios referentes a la jara pingosa (*C. ladanifer*), probablemente debido a su reducido mercado actual.

Por tanto, el punto de partida de este estudio es intentar cubrir esta falta de información. Para ello se diseñan distintos ensayos con el fin de optimizar el proceso de extracción considerando no solo la cantidad sino la calidad del aceite esencial obtenido. Algunas de las variables incluidas en los ensayos son las siguientes: tiempo de destilación, uso de aislantes

y cantidad biomasa utilizada. En cada ensayo se realizan un total de 4 destilaciones para asegurar que los datos sean representativos.

La optimización del proceso de extracción de aceite esencial en jara pringosa es clave para transferir esta nueva cadena de valor a los agricultores. Sin la innovación descrita en este artículo, los procesos de destilación no asegurarían una eficacia máxima lo que reduciría los beneficios potenciales. Mediante estos ensayos aseguramos un nivel de eficacia en los procesos que conviertan la explotación de la jara pringosa en un modelo de negocio rentable.

El presente escrito se estructura de la siguiente forma: los objetivos de estudio se pueden encontrar en el apartado 2, seguido por el apartado 3 de metodología. En el apartado 4 se presentan los resultados y discusión. Por último, el apartado 5 presenta las conclusiones alcanzadas y estudios futuros.

Objetivos

El objetivo de este estudio es valorar la variación de la cantidad y calidad del aceite esencial de *C. ladanifer* con distintos tiempos de destilación. Para la consecución de este objetivo se han considerado los siguientes subobjetivos:

- Seleccionar y ajustar de la cantidad de jara (*C. ladanifer* L. subsp. *ladanifer*) utilizada para la destilación.
- Evaluar la utilidad de materiales aislantes en el favorecimiento y mantenimiento de la temperatura.
- Evaluar los intervalos temporales de extracción para maximizar la calidad del aceite.
- Comparar los volúmenes obtenidos de las extracciones con el fin de optimizar el proceso de extracción.
- Caracterizar de los aceites esenciales obtenidos mediante la técnica Cromatografía de Gases por Detector de Ionización de Llama (GC-FID) y Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (GC-MS).

Metodología

Material vegetal

El material vegetal del ensayo, muestras de jara pringosa (*C. ladanifer*), ha sido recogido en el municipio de Berzosa del Lozoya (40°57'57.5"N 3°31'34.5"W), en la Comunidad de Madrid (España) (véase la parcela y sus alrededores en la Figura 2) durante el periodo del 17 al 31 de enero de 2022. Se trata de ejemplares jóvenes, de aproximadamente entre 3 y 6 años de edad, de porte sano y vigoroso. Los individuos han crecido en suelos ligeramente ácidos y de textura franca según la Clasificación USDA.

La recolección se ha llevado a cabo de forma manual utilizando una hoz (véase Figura 3). En cada recolección se ha recogido una cantidad superior a 2,4 kg (cantidad mínima necesaria para las 4 repeticiones). El material se almacena en el muelle de carga de las instalaciones de IMIDRA hasta el momento de su uso, de forma extendida sobre una superficie plana para evitar su fermentación.

De ese mismo material vegetal se utiliza una pequeña porción para el cálculo de humedad y el resto para los rendimientos. Se introducen muestras de 300 g de jara en la estufa a 60°C durante 48h (véase Figura 4) y, tras ello, se pesa el material seco obtenido. A partir de los datos de materia vegetal utilizado para destilar, el volumen de aceite obtenido y el porcentaje de humedad (cantidad de agua perdida en el proceso de secado) se obtiene el Rendimiento en peso húmedo (Rph) y Rendimiento en peso seco (Rps) utilizando las fórmulas (1) y (2).

$$Rph (\%) = \text{volumen aceite obtenido (mL)} / \text{peso fresco masa vegetal utilizada (g)} \quad (1)$$

$$Rps (\%) = (Rbh * 100) / (100 - \text{Humedad} (\%)) \quad (2)$$

Obtención del aceite esencial

La biomasa se pica manualmente con unas tijeras de podar hasta un tamaño aproximado de entre 5 y 12 cm (véase Figura 5) al día siguiente de ser recogida en campo. Este tamaño permite que dicha biomasa pueda ser introducida sin dificultad en el reactor del destilador. Se utilizan hojas y partes leñosas por igual, sin distinción. La cantidad de la muestra picada debe ser suficiente como para permitir la realización de 4 réplicas, es decir, más de 2,4 kg.

El aceite esencial se ha obtenido mediante el proceso de hidrodestilación por cohobación. Este proceso se basa en sumergir la biomasa en un volumen conocido de agua dentro del reactor y “hervirlo” (proceso de hidrodestilación), produciendo un vapor de agua que se desplaza a través del clevenger donde se enfría y condensa en forma de aceite esencial e hidrolato. El aceite, debido a su menor densidad, queda arriba y el hidrolato se recircula de nuevo al reactor (proceso de cohobación).



Figura 2: Parcela de recogida de material vegetal utilizado en el estudio.



Figura 3: Material vegetal recolectado junto a la hoz.



Figura 4: Muestras de *C. ladanifer* en proceso de secado en estufa a 60°C.



Figura 5: Material vegetal tras el proceso de picado manual.

Test 1: Comparativa de cantidad de biomasa destilada

Mediante este ensayo se espera verificar el efecto de aumentar la biomasa a destilar en el volumen de aceite destilado. Es necesario confirmar si el aumento de biomasa se traduce en un aumento proporcional del aceite obtenido. Para confirmar esta teoría se procede a realizar dos ensayos. Inicialmente se utilizaron 400 g de material vegetal siendo una cantidad establecida debido a que ocupa aproximadamente la mitad de la capacidad del reactor. Para ello se utilizaron 1900 mL de agua destilada, volumen establecido debido a que es la cantidad

suficiente como para sumergir la totalidad de la biomasa. Por otro lado, se utilizaron 800 g con la hipótesis de que se duplicaría la cantidad de aceite obtenido. En este caso, la cantidad de agua destilada utilizada ha sido de 2900 mL. Debido a los resultados obtenidos, se han mantenido los 800 g para los ensayos posteriores.

Test 2: Destilación con aislamiento del reactor

Con este test pretendemos confirmar la hipótesis que un mayor aislamiento incrementará la eficiencia del proceso de extracción. Para ello se comparan los volúmenes extraídos en dos procesos de destilación diferentes. En el primer proceso se emplea papel de aluminio para recubrir el reactor del destilador, aislándolo de la temperatura exterior como se puede apreciar en la Figura 6. A continuación, se realiza una destilación normal de una duración de 5 h.

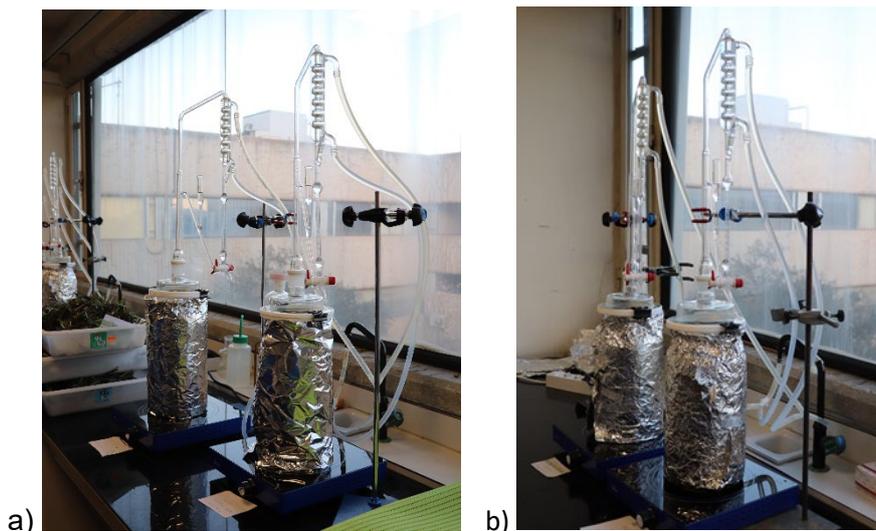


Figura 6: Reactores aislados con papel de aluminio. En a) se parecían los destiladores 1 y 2 y en b) los destiladores 3 y 4.

Test 3: Evaluación del volumen y composición de aceite esencial obtenido con el tiempo.

Con el fin de evaluar el volumen obtenido en cada fracción temporal del proceso de destilación, se realiza el siguiente ensayo. El tiempo general de destilación de la jara pringosa (*C. ladanifer*) corresponde a 5 h. Inicialmente, se realizaron 5 extracciones del aceite esencial obtenido, una correspondiente a cada hora (0-60 min, 60-120 min, 120-180 min, 180-240 min, 240-300 min). Tras diversos ensayos, se comprobó que durante la primera media hora el aceite poseía un color transparente (véase Figura 7A), a diferencia del aceite presente tras una hora de destilación, que poseía un color amarillo (véase Figura 7B). Por ello, se decide extraer también el aceite obtenido durante la primera media hora, quedando un total de 6 extracciones (0-30 min, 30-60 min, 60-120 min, 120-180 min, 180-240 min, 240-300 min). Finalmente, el aceite esencial es almacenado en frigorífico, dividido en diversos frascos opacos separados por número de extracción como se puede observar en la Figura 8.

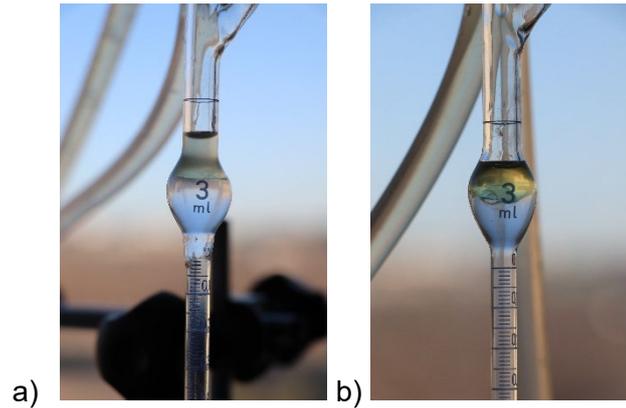


Figura 7: Aceite obtenido en distintos tiempos del proceso de destilación. En a) aceite durante la primera media hora del proceso de destilación y en b) aceite tras 4 horas de destilación.

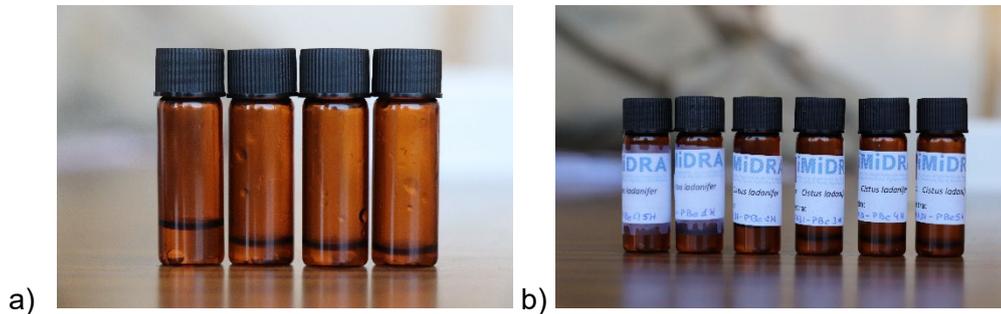


Figura 8: Aceite esencial obtenido almacenado en frascos opacos a) y etiquetados b).

Análisis del aceite esencial

Para el análisis del aceite esencial se ha utilizado la técnica GC-FID + GC-MS. Los componentes de dichos aceites se identifican por GC-MS procesado por “Cromatograma total”. Posteriormente, se cuantifican por GC-FID utilizando el porcentaje de área relativa.

El análisis de Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (GC-MS) se lleva a cabo un cromatógrafo con la columna DB_WAX UI 60m x 0,25 mm x 0,5 µm. Se utiliza como gas portador el Helio. La inyección utilizada corresponde a 0,1 µl (FID), 0,2 µl (MSD), Split 100:1. El rango de masas corresponde a 33 hasta 350. En el caso del programa de temperatura, este corresponde a la secuencia de 6 minutos a 50°C, elevar 2°C/min hasta 190°C, 4°C/min hasta 220°C, mantener 10 minutos a 220°C, 4°C/min hasta 240°C y mantener 10 minutos a 240°C.

Resultados y discusión

Test 1: Comparativa de cantidad de biomasa destilada

En primer lugar, se han analizado los resultados obtenidos de las diversas destilaciones llevadas a cabo durante el ensayo. En este primer punto, nuestro objetivo es comparar el volumen de aceite obtenido en cada extracción con una muestra de biomasa de 400 g en comparación con una de 800 g.

En la Figura 9 se puede apreciar como la mayor cantidad de aceite esencial se obtiene a lo largo de la primera hora de destilación y que esta disminuye con el paso del tiempo. Se observa también como el hecho de haber duplicado la cantidad de biomasa no implica que se haya duplicado la cantidad de aceite. Duplicar el volumen de biomasa, de 400 g a 800 g,

ha supuesto un incremento de menos del 40% respecto al volumen obtenido en 400 g en la primera media hora.

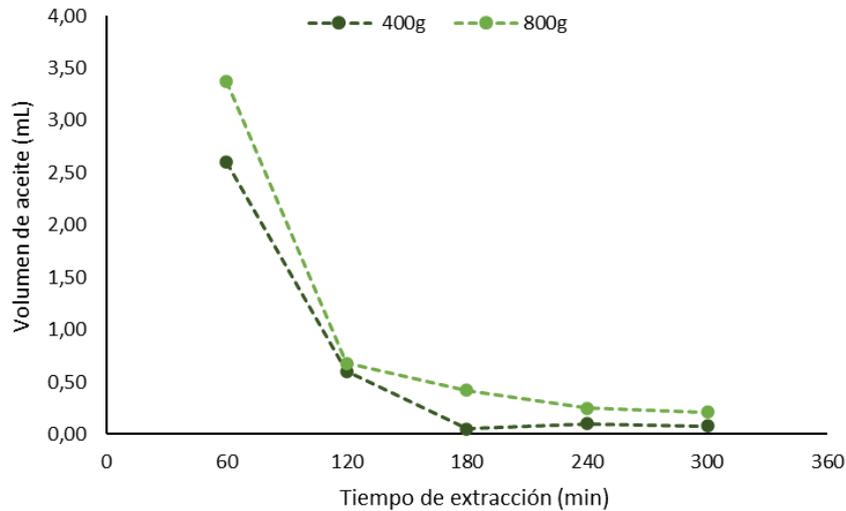


Figura 9: Volumen de aceite esencial obtenido con distintas cantidades de biomasa en las distintas extracciones.

En la Figura 10 apreciamos, de igual modo, que el volumen acumulado de la muestra de 800 g no duplica al volumen de la muestra de 400 g, siendo un aumento de únicamente el 50%, manteniendo lo ya observado en la Figura 9. A pesar de que esta diferencia no supone el duplicado del volumen obtenido, facilita de gran manera el análisis de laboratorio, aumentando el volumen disponible para analizar.

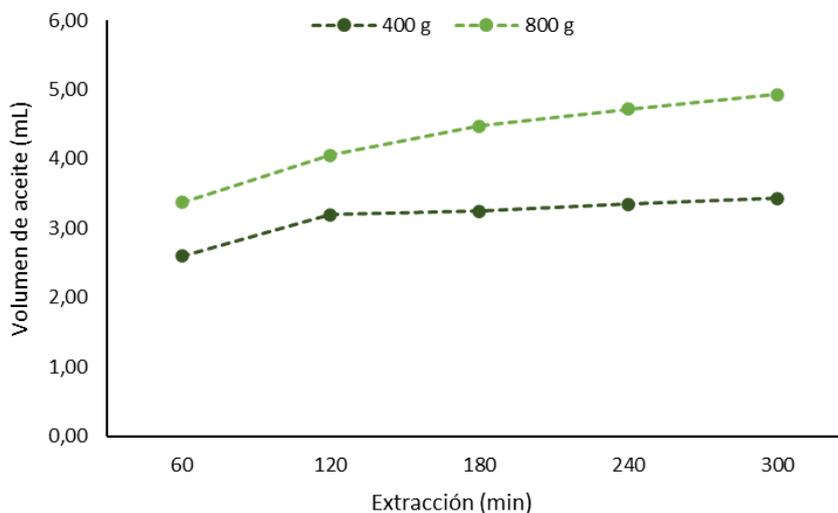


Figura 10: Volumen acumulado de aceite esencial obtenido con distintas cantidades de biomasa en las distintas extracciones.

Test 2: Destilación con aislamiento del reactor

A continuación, se presentan los resultados de dos ensayos de destilación, realizados en las mismas condiciones, siendo la única variación la presencia o ausencia de papel aluminio envolviendo el reactor del destilador. Como se aprecia en la Figura 11, no se han obtenido diferencias considerables. El volumen de aceite esencial obtenido en ausencia del papel aluminio, es, incluso, prácticamente igual en el minuto 120 (extracción 3). Llega a ser mayor

durante la segunda parte del tiempo de destilación (minutos 180, 240 y 300), con una diferencia de hasta un 5,47% respecto al “Sin papel aluminio” en la última hora del proceso.

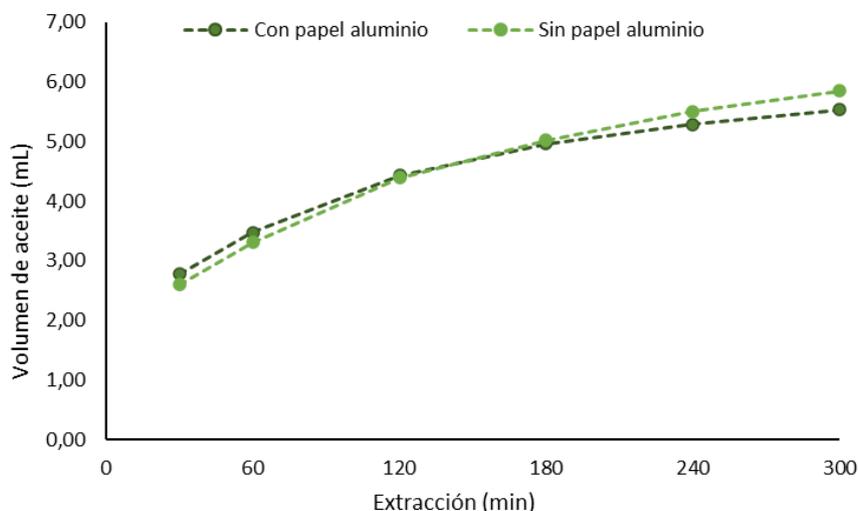


Figura 11: Volumen acumulado de aceite esencial obtenido con/sin aislante en las distintas extracciones

Test 3: Evaluación del volumen y composición de aceite esencial obtenido con el tiempo

Por último, se analizan los resultados obtenidos de los análisis realizados a la composición de los aceites esenciales por el método GC-FID + GC-MS. Por un lado, se evalúan los grupos funcionales presentes en cada extracción realizada (30 min, 60 min, 120 min, 180 min, 240 min, 300 min), representados en forma de columnas acumuladas para cada grupo funcional (véase Figura 12). Asimismo, se observa el porcentaje acumulado del aceite extraído a lo largo del tiempo de destilación, representado como una línea morada en la misma Figura 12.

Como se puede ver, predominan los hidrocarburos desde el momento inicial de las extracciones (85% del total extraído en el caso de la primera media hora), disminuyendo su cantidad a lo largo de tiempo. Este fenómeno probablemente es debido al hecho de que se trata de sustancias no polares. A este grupo de compuestos lo siguen los alcoholes, que aumentan su proporción a medida que aumenta el tiempo transcurrido desde el inicio de la destilación (hasta un 34% en la última hora).

En el caso de las cetonas, aldehídos, ésteres y éteres, la primera media hora de extracción muestra cantidades muy pequeñas, menores al 10%. Sin embargo, aumentan a partir de la primera hora manteniéndose aproximadamente estables a lo largo de todo el tiempo de destilación (valores cercanos al 10-11% en cetonas, 3-4% en aldehídos, 4-7% en ésteres y 1% en éteres). El caso de los ésteres es una excepción ya que prácticamente desaparecen en la última hora de destilación. Respecto a la categoría Otros, categoría que engloba los epóxidos y furanos, su cantidad es mínima.

Por otro lado, relacionado con el porcentaje acumulado del aceite extraído a lo largo del tiempo de destilación, como se observa en la misma Figura 12, la mayor parte del aceite esencial extraído se obtiene a lo largo de la primera media hora de destilación. Esto supone un 44% del aceite obtenido en 5 h. Al alcanzar la primera hora del proceso, esta cifra aumenta hasta el 55% del total obtenido.

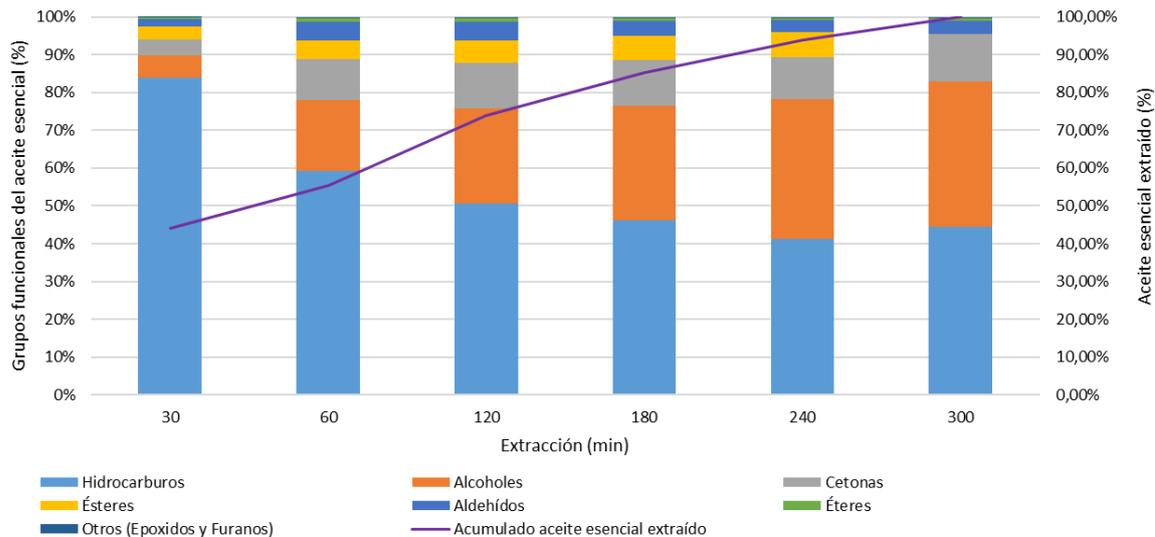


Figura 12: Evolución y grupos funcionales obtenidos en el proceso de destilación

Rendimiento

En paralelo a este estudio, se ha evaluado el rendimiento del material vegetal utilizado para los ensayos. Se ha obtenido una humedad del 44,76% de la biomasa recolectada en campo. Con este valor ha sido posible calcular el Rph y Rps utilizando las fórmulas mostradas anteriormente (1) y (2). En el caso del Rph, se ha obtenido un rendimiento medio de 0,164%, manteniéndose en la media para la estación del año (invierno). Respecto al Rps, el rendimiento medio ha correspondido a 0,296%, igualmente dentro de la media esperada para la estación del año correspondiente.

Conclusiones

A lo largo de este estudio se observado como distintas variables pueden, o no, influenciar el volumen de aceite obtenido. Se ha podido concluir que el tiempo es el principal responsable tanto del volumen extraído como de la composición, y por tanto calidad, de dicho aceite. Los resultados han permitido maximizar la eficacia del proceso de destilación. Una mayor eficacia del proceso asegura unos mayores beneficios en la explotación de este recurso natural, convirtiéndolo en un modelo de negocio alternativo para zonas rurales. La innovación descrita en este artículo permitirá fijar población rural, crear nuevas cadenas de valor y mejorar el manejo de las zonas de matorral mediterráneas con alta densidad de jara pringosa.

Se concluye, por tanto, que el aumento de la cantidad de biomasa utilizada no implica necesariamente un aumento equivalente en la cantidad de aceite esencial. Un aumento del 100% de la biomasa supone únicamente un aumento del 50% del aceite extraído. Respecto al uso de materiales aislantes como el papel aluminio, no supone una diferencia considerable en el volumen de aceite obtenido, siendo este incluso un 5,47% menor con su uso en la última hora del proceso. Por último, se ha concluido que el mayor volumen de aceite esencial se obtiene a lo largo de la primera media hora de destilación (44% del total), alcanzando el 55% en la primera hora. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que de esta cantidad más de un tercio corresponde a hidrocarburos (85% durante la primera media hora) y se reduce con el paso del tiempo al mismo tiempo que otros compuestos aumentan (en el caso de los alcoholes, alcanzan hasta un 34% en la última hora). Es de interés considerar que, dentro de los hidrocarburos mencionados, encontramos el alfa-pineno, sustancia principal del aceite de

jara pringosa y que, en dosis bajas, actúa como broncodilatador, antiinflamatorio y antibiótico. Esto puede suponer la existencia de salidas atractivas en el mercado.

De cara al futuro, será de interés continuar con estos ensayos. Se buscará evaluar los resultados a lo largo de las estaciones del año y de distintas fases de la planta y realizar comparativas entre ellos. También se experimentará con nuevos métodos que puedan favorecer el rendimiento, volumen y calidad de aceite obtenidos, como pueden ser el uso de sales disueltas o la optimización del volumen de agua utilizado.

Referencias bibliográficas

- Burger, L. (2016). Investigaçã o e comparaçã o de metodologias de extraçã o de lãbdano obtido a partir de *Cistus ladanifer* L. [online] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/153415119.pdf> (Último acceso en 21/04/2022)
- Cerpa Chávez, M.G. (2007). Hidrodestilación de aceites esenciales. Modelado y Caracterización. [online] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Manuel-Cerpa-2/publication/235356074_Hidrodestilacion_de_aceites_esenciales_Modelado_y_Caracterizacion/links/54f8f71d0cf28d6deca2dbdc/Hidrodestilacion-de-aceites-esenciales-Modelado-y-Caracterizacion.pdf (Último acceso en 19/04/2022)
- ifaroma.org. (n.d.). Extracción de aceites esenciales: International Federation of Aromatherapists. [online] Disponible en: https://ifaroma.org/es_ES/home/explore_aromatherapy/essential-oil-extraction (Último acceso en 20/04/2022)
- Luegon, L. & Tránsito, M. (2004). Los aceites esenciales. *Offarm*, [online] 23(7), pp.88–91. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-los-aceites-esenciales-13064296>. (Último acceso en 18/04/2022)
- Martínez M., A. (2003). Aceites esenciales. [online] Disponible en: http://www.med-informatica.net/TERAPEUTICA-STAR/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf (Último acceso en 18/04/2022)
- Sánchez, M.F.O. (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes*. Asociación Aiyana.
- Serrada Hierro, R., M^a Navarro Cerrillo, R., Picos Martín, J., Gómez Mampaso, V., Ocaña Bueno, L. & Pemán García, J. (2021). Bases técnicas y ecológicas del proyecto de repoblación forestal. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO), pp.575–624.
- V. Mauri Ablanque, P., Cano Shaw, C. & Plaza Ramos, J. (2020). La jara pringosa, esa maravillosa fuente de recursos naturales. *Agricultura*. [online] Disponible en: http://www.revistaagricultura.com/jara/innovacion/la-jara-pringosa--esa-maravillosa-fuente-de-recursos-naturales_11961_121_14982_0_1_in.html. (Último acceso en 18/04/2022)
- Wesolowska, A., Jadczyk, D. & Grzeszczuk, M. (2010). Influence of distillation time on the content and composition of essential oil isolated from lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.). *Herba polonica*, 56.
- Web del GBIF. (n.d.). [online] Disponible en: <https://www.gbif.org/es/> (Último acceso en 22/04/2022)
- Zheljzakov, V.D. & Astatkie, T. (2012). Effect of Distillation Time on *Mentha canadensis* Essential Oil Yield and Composition. *HortScience*, 47(5), pp.643–647.

**Comunicación alineada con los
Objetivos de Desarrollo Sostenible**

