

04-029

## USE OF THE ESSENTIAL OIL OF JARA PRINGOSA IN THE SIERRA NORTE FROM MADRID

Mauri Ablanque, Pedro Vicente <sup>(1)</sup>; Cano Shaw, Celia <sup>(1)</sup>; Bados Sevillano, Raquel <sup>(2)</sup>;  
Plaza Ramos, José <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> IMIDRA, <sup>(2)</sup> CIEMAT

The results of the quantitative and qualitative characterization study of the essential oil of jara pringosa, obtained in different municipalities in the Sierra Norte from Madrid, are presented. This study is part of an initial research project funded by IMIDRA, in collaboration with local corporations. As part of this work, a mechanized use of jara was carried out with the BIOBALER brushcutter-baler, on jaw masses in the age ranges of 2-4, 5-15 and over 15 years. The amount of biomass obtained, the yield in essential oil, was quantified and chromatographically characterized by CG-MS. Mechanized exploitation could be possible, without the need for breakage or seeding. Weekly distillations of jaras between 2-4 years, fortnightly periods of 5–10 years, and monthly distillations of more than 15 years are being made. The yields are increasing and maximum in mid-November, with an average of 1ml / kg-MF in jaras of 2-4 years. The yields decrease with the age of the plant. The essential oil obtained from jaras over 15 years old is high in tails and low in heads. These works are to continue, to check the quantitative and qualitative stability of the essential oils obtained.

*Keywords: cistus; greasy rockroses; essential oil; PAM*

## APROVECHAMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL DE JARA PRINGOSA EN LA SIERRA NORTE DE MADRID

Se presentan los resultados del estudio de caracterización cuantitativa y cualitativa del aceite esencial de jara pringosa, obtenido en distintos municipios en la Sierra Norte de Madrid. Este estudio se enmarca dentro de un trabajo inicial de investigación financiado por el IMIDRA, en colaboración con corporaciones locales. Como parte de dicho trabajo, se realizó un aprovechamiento mecanizado de jara con la desbrozadora-rotoempacadora BIOBALER, sobre masas de jaras en los intervalos de edad de 2-4, 5-15 y más de 15 años. Se cuantificó la cantidad de biomasa obtenida, el rendimiento en aceite esencial, y se caracterizó cromatográficamente mediante CG-MS. El aprovechamiento mecanizado podría ser posible, sin necesidad de roturaciones ni semillados. Se están realizando destilaciones semanales de jaras entre 2-4 años, quincenales en jaras de 5–10 años, y mensuales en jaras de más de 15 años. Los rendimientos son crecientes y máximos a mediados de noviembre, con media de 1ml/kg-MF en jaras de 2-4 años. Los rendimientos disminuyen con la edad de la planta. El aceite esencial obtenido de jaras de más de 15 años es alto en colas y bajo en cabezas. Estos trabajos se quieren continuar, para comprobar la estabilidad cuantitativa y cualitativa de los aceites esenciales obtenidos.

*Palabras clave: cistus; Jara pringosa; aceite esencial; PAM*

Correspondencia: Pedro Mauri Ablanque [pedro.mauri@madrid.org](mailto:pedro.mauri@madrid.org)



©2020 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/>).

## 1. Introducción

La presente comunicación es una continuación del proyecto de “*Valoración de la jara pringosa en los municipios de la Sierra Norte de Madrid*”, financiado por IMIDRA, trabajo que se inició en el año 2018. Originalmente afectó a 9 municipios, pero los estudios más detallados se han limitado a los municipios con mayor aptitud para su mecanización, y en especial al municipio de Berzosa del Lozoya (Madrid).

Durante el año 2019 se realizó en el término municipal de Berzosa del Lozoya, el aprovechamiento mecanizado de jara pringosa o jara negra (*Cistus ladanifer* subsp *ladanifer* L.), mediante la desbrozadora-empacadora BIOBALER. Así mismo se realizaron destilaciones por arrastre de vapor, de jaras de edades comprendidas entre 2-4 años, 10 a 20 años y más de 25 años, y se realizaron análisis cromatográficos del aceite esencial de jaras de 2-5 años, y 1 análisis de jara de más de 25 años.

Por otro lado, para conocer los rendimientos en la producción de aceites esenciales a lo largo del año, se realizaron destilaciones semanales de muestras de jara entre 2-5 años desde el mes de agosto de 2019 al mes de febrero de 2020.

La existencia de masas monoespecíficas de jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.), de distintas edades, sobre todo en edades de 2 a 5 años y de 10 a 20 años, permite hacer una valoración a pequeña escala de rendimientos, en aceite esencial, y estudiar la evolución del matorral tras el aprovechamiento.

El jaral de más de 25 años, se mezcla en un pequeño porcentaje, con otras especies aromáticas, y presenta un alto contenido en líquenes epifíticos, por lo que la pureza del aceite esencial obtenido podría verse comprometida.

Al mecanizar la recolección de la jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.), eliminamos dependencias de mano de obra, que resulta escasa y realizaría duros trabajos de baja cualificación, encareciendo el producto final sin aportar valor añadido al mismo. Las labores manuales en campo deben minimizarse, y dedicar el esfuerzo humano, a la obtención de productos de mayor calidad, labores de difusión, comercialización, actividades de I+D+i, diversificación, etc.

La ventaja de recolectar las jaras del monte, es la eliminación del riesgo de incendios, rentabilizando las labores preventivas de desbroce contra incendios forestales. Dichas labores, que en la actualidad se limitan al desbroce perimetral de vías pecuarias o caminos, pueden ampliarse mediante “*calle de saca*”, de fácil mecanización, y donde las plantas aledañas, siembran la calle, y permiten la conservación de especies de flora y fauna silvestres.

## 2. Objetivos.

El objetivo general de este trabajo es poner en valor el posible aprovechamiento económico de las masas de jara pringosa en la Sierra de Madrid, para la obtención de aceites esenciales, siendo los objetivos específicos los siguientes:

- a) Evaluar la viabilidad técnica de la recolección mecanizada de jara pringosa para la obtención de aceites esenciales y valorar la regeneración posterior de los jarales desbrozados.
- b) Determinar la variación a lo largo del año de los rendimientos en aceite esencial de jara pringosa obtenidos mediante recolección manual y destilación con arrastre de vapor.
- c) Caracterizar el aceite esencial de cara a su posterior comercialización.

### 3. Materiales y métodos.

#### 3.1 Zona de estudio.

El estudio se localiza en el término municipal de Berzosa del Lozoya, en la Sierra Norte de la Comunidad de Madrid. Latitud 40° 58' 31"N, longitud 3° 31' 28"O, elevación 1094 msm (ALMUDENA, 2020). Clima continental, con temperaturas medias de 10,4°C y precipitaciones promedio de 520 mm, distribuidas en primavera y otoño (<https://es.climate-data.org>, 2020). Bioclima supramediterráneo (Infraestructura de Datos Espaciales de la Comunidad de Madrid [IDEM], 2020). La zona en estudio presenta orientación sur-suroeste con litología de esquistos, suelo muy pedregoso, clasificado en el orden Inceptisols/entisols (IDEM, 2020). Son suelos degradados, derivados de antiguos cultivos de cereal de secano (Instituto Geográfico Nacional [IGN], 2020).

#### 3.2 Descripción de las masas de jara.

En la zona de estudio se han diferenciado tres tipos de formaciones de jara pringosa (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.) en función de la edad:

- a) Jarales monoespecíficos de 2 a 5 años. Estas masas jóvenes son el resultado de desbroces continuados realizados cada 5 años por los servicios de prevención de incendios forestales en vías de paso. Las jaras no presentan ahilamiento, están más espaciadas y desarrollan ramas basales laterales (Figura 1 derecha). Por otro lado, las jaras de esta edad proporcionan los mayores rendimientos en cuanto a forraje verde se refiere (Patón D., 1998), y a goma labdanum (Alesso P., Martín Morgado J., & Tapias R. 2005).
- b) Jarales monoespecíficos de 10 a 20 años. Son masas monoespecíficas que crecen en ahilamiento (tallos solitarios muy finos y altos), y son el resultado de una quema o desbroce a matarrasa que no ha tenido continuidad en el tiempo.
- c) Jarales de más de 25 años. Son masas envejecidas, resultado del abandono de las tierras de cultivo en los años 70-80 (IGN, 2020), donde otros arbustos se abren paso entre el jaral, que además presenta un alto crecimiento de líquenes arbóreos o epifíticos (Figura 1). Entre las jaras aparecen ejemplares de romero (*Rosmarinus officinalis* L), estepa (*Cistus laurifolius* L.), rosales (*Rosa* sp), majuelos (*Crataegus monogyna* Jacq), etc.

**Figura 1: A la izquierda jaral (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.) de más de 25 años, y 2 m de altura, con líquenes arbóreos. A la derecha jaral de 2 a 5 años en pie y recolectado (verde claro), le sigue una zona de jara de más de 25 años recolectada, y otra en pie, con una paca formada.**



### 3.3 Recolección de matorral.

#### 3.3.1 Recolección mecanizada.

La recolección de jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.), se realizó con la desbrozadora-enfardadora marca BIOBALER WB-55, acoplada a la transmisión mecánica de un tractor de 200 CV (147 000 W). Este equipo está constituido por un desbrozador rotatorio con un ancho útil de corte de 1,8 m provisto de 48 herramientas de corte intercambiables (martillos o cuchillas) y una cámara de compactación, donde se forma el fardo de biomasa. Los fardos tienen 1,20 m de diámetro y 1,20 m de altura, y en función del tipo de vegetación y la humedad en el momento de la recolección, pueden pesar entre 350-450 kg de peso húmedo. El equipo dispone de una célula de pesaje y un sensor de humedad que permite estimar el peso de cada fardo y calcular el rendimiento de desbroce.

En función del tipo de matorral y las condiciones del terreno, el rendimiento puede variar entre 600-2100 kg/h sobre materia seca, y 1100-6600 m<sup>2</sup>/h, pudiendo trabajar en condiciones adecuadas con pendientes superiores al 30 %. (Esteban Pascual L.S., Bados Sevillano R., & Mediavilla Ruiz I., 2017)

La superficie total de desbroce mecanizado fue de 8000 m<sup>2</sup>: 2500 m<sup>2</sup> de jara de 2 a 5 años, 2500 m<sup>2</sup> de jara de 10 a 20 años y 3000 m<sup>2</sup> de jara de más de 25 años. La jara más joven se desbrozó a una altura de 20 cm y el resto a la altura más baja posible, en general por debajo de 25 cm (Figura 1 derecha y Figura 2).

La compactación de los fardos permite el paso del aire impidiendo su fermentación en verano, siendo aconsejable su almacenaje a la sombra para evitar posibles pérdidas de aceite esencial.

Para la prueba de destilación, se procedió a coger una muestra de 15 kg de un fardo de jara de más de 25 años de edad elegido al azar, junio-2019.

**Figura 2: Aprovechamiento mecanizado con BIOBALER WB-55, expulsando paca. A la izquierda jaral (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.) de más de 25 años, en pie y desbrozado, con 5 pacas formadas. En el centro color verde claro calle de jaras de 2 a 5 años de edad recolectadas, y más a la derecha sin recolectar.**



#### 3.3.2. Recolección manual.

La recolección manual de jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.), se realizó con hoz de mano cortando las plantas desde la base y formando gavillas, que se transportan en vehículo cerrado hasta el punto de destilación. La longitud de los ramos de jara joven de 2-5 años, fue de 40-70 cm y la de los ramos de jara de 10-20 años y mayor de 25 años de 40-60 cm. La jara se destilo sin ser triturada en un tiempo inferior a 48 horas.

Las muestras de recolección manual se obtuvieron de la misma zona en la que se realizó el desbroce mecanizado, siendo la periodicidad de recogida la siguiente:

- a) Jarales de 2 a 5 años: 1 muestra a la semana.
- b) Jarales de 10 a 20 años: 1 muestra cada quince días.
- c) Jarales de más de 25 años: 1 muestra al mes.

También se realizó una toma de muestras manual, de jaras entre 2-5 años, en plena floración (mayo-2019), de distintos municipios, de cara a comparar la calidad del aceite esencial obtenido.

**Tabla 2: Coordenadas X, Y de los puntos de toma de muestras de jara pringosa, para su análisis cromatográfico.**

Municipio	Coordenada X	Coordenada Y
Berzosa del Lozoya	456240,59790	4535502,73552
Puebla de la Sierra	459035,62019	4536139,78787
Robledillo de la Jara	455970,56378	4534189,69519

EPSG:25830

### 3.4 Proceso de destilación en alambique por arrastre de vapor.

La destilación por arrastre de vapor se realizó en un alambique cilíndrico de acero inoxidable de 130 L de capacidad ( $\varnothing$  50 cm y 65 cm de altura). En este equipo el vapor se genera en el propio alambique aportando gas como fuente de calor (open fire distillation o hidro steam distillation) a partir de 27 L de agua a 45 °C procedente de la red de abastecimiento público. Una rejilla impide el contacto del material (10-15 kg cada muestra) con el agua durante la destilación. Temperatura destilación inferior a 95 °C, duración 2 h hasta obtener 3 L de destilado, que tras su decantación, se cuantifica volumétricamente. Las muestras de aceite se guardan en envases de vidrio en nevera a 4 °C, hasta ser enviadas al laboratorio para su posterior caracterización.

El estudio de la variación de los rendimientos en aceite esencial de jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.), se basó en el análisis de muestras recolectadas de manera manual, desde abril de 2019 a mayo 2020 en función de la edad de la población del jaral.

Además, y dada la disponibilidad de jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.), recolectada de manera mecanizada, se realizó una prueba de destilado de jara de más de 25 años, recolectada en junio-2019, siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente.

### 3.5. Análisis de los aceites esenciales obtenidos mediante destilación.

La caracterización de los aceites esenciales se realizó en el laboratorio especializado Chromessence. Las condiciones de operación y las normas analíticas fueron las siguientes.

- Técnica GC/FID + GC/MS (Modo TIC). Los componentes son identificados mediante GC-MS procesado en el modo "Total ion, Chromatogram" y cuantificados por el porcentaje de área relativa mediante GC-FID. Las condiciones de operación fueron, Column. HPINNOWAX 60 m x 0,25 mm x 0,5  $\mu$ m Carrier gas: Helium, Head Pressure: 33 Psi

(FID), 25,5 Psi (MSD). Injection: 0,1  $\mu$ L (MSD) in SPLIT mode. Mass range; 33 a 350. Temperature programme: 6 min at 50 °C, 2 °C/min to 190 °C, 4 °C/min to 220 °C, 10 min a 220 °C, 4 °C/min to 250 °C and 10 min at 250 °C.

- Densidad relativa 20/20 según método ISO 279.
- Índice de refracción a 20 °C según método ISO 280.
- Rotación óptica a 20 °C según método ISO 592.

## 4 Resultados.

### 4.1 Recolección mecanizada

La recolección mecanizada mediante la desbrozadora-empacadora utilizada ha sido viable en las masas de jara pringosa de las tres clases de edad. Durante los trabajos de recolección no se observaron incidencias reseñables a excepción de algunos problemas de alimentación en la boca de entrada de la cámara de compactación al producirse pequeños atascos del material triturado. Los fardos obtenidos presentaron un grado de compactación adecuada y un peso medio de 340 kg en verde.

En cuanto al estado de la vegetación, un año después del desbroce mecanizado, se ha observado que en jarales de 2 a 5 años se han generado rebrotes basales en otoño y no se han identificado problemas fitosanitarios o de otra índole que afecten al crecimiento normal de la vegetación (Figura 3 derecha).

Tanto el jaral de 10 a 20 años crecido en ahilamiento, como el jaral de más de 25 años de edad, recolectados ambos en junio de 2019, no han rebrotado tras su corte. El jaral aprovechado manualmente, población de jaras b y c, tampoco ha rebrotado. (Figura 3 izda).

En el jaral de más de 25 años cortado en junio de 2019, se aprecia una viva regeneración de plantitas de jara, además de otras leguminosas anuales como *Ornitophus* sp, *Lupinus* sp, etc.

**Figura 3: Izquierda jaral de 10-20 años cortado de forma manual sin rebrotes. A la derecha jaral (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.) de 2-5 años cortado en junio de 2019 a 25 cm de altura con BIOBALER WB-55, con rebrotes basales en otoño de 2019.**



### 4.2. Obtención de aceites esenciales.

La variación de los rendimientos en aceite esencial de las pruebas de destilación de jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.), de las distintas clases de edad se muestran en las Figuras 4, 5 y 6.

En los jarales jóvenes (2-5 años) los rendimientos semanales sobre materia fresca han variado a lo largo del año sin mostrar una tendencia clara a lo largo de las diferentes

estaciones, resultando una producción media de 1 ml/kg, con valores muy bajos en verano mínimo de 0,34 ml/kg en mayo 2020, y máximos en otoño 1,69 ml/kg noviembre (Figura 4).

En los jarales de mediana edad (10-20 años) los rendimientos sobre materia fresca, han sido menores que en los jarales jóvenes, obteniéndose una media de 0,36 ml/kg (un 65 % menos que con jara joven), con mínimo de 0,13 ml/kg en octubre y máximo de 0,56 ml/kg en diciembre (Figura 5).

En los jarales más viejos (> 25 años), la producción media, también sobre materia fresca, ha sido la mitad que en el caso anterior, obteniéndose una media de >0,02 ml/kg, con un mínimo de 0,02 ml/kg en los meses de noviembre y diciembre, y un máximo de 0,75 ml/kg en abril (Figura 6).

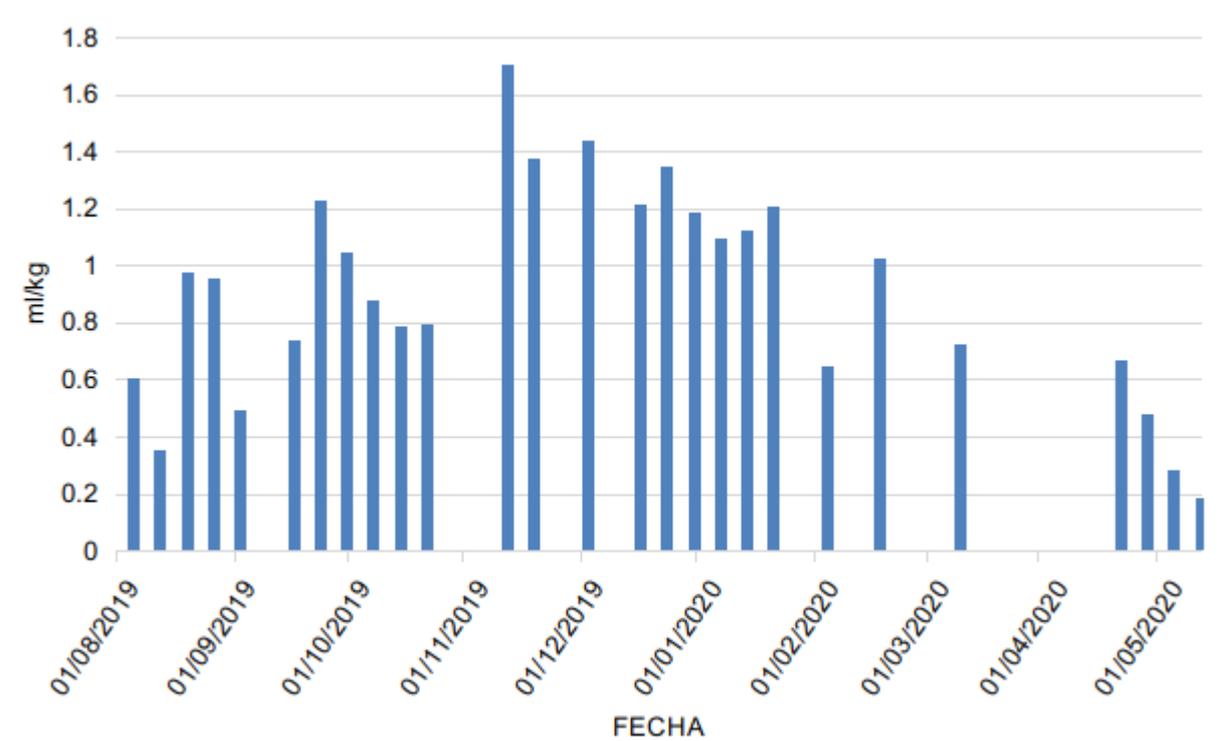
Todo ello indica que conforme aumenta la edad del matorral disminuye en gran medida la producción de aceite esencial, no coincidiendo las fechas de máxima producción.

En cuanto a la prueba de destilación realizada a partir de una muestra de jara recolectada de manera mecanizada, la producción de aceite esencial obtenido fue de 0,07 ml/kg (1 ml aceite esencial en 15 kg materia fresca), la muestra tomada de una paca en el mes de junio de 2019, contenía ramas, ramillas, líquenes y hojas (representativa del conjunto de la paca).

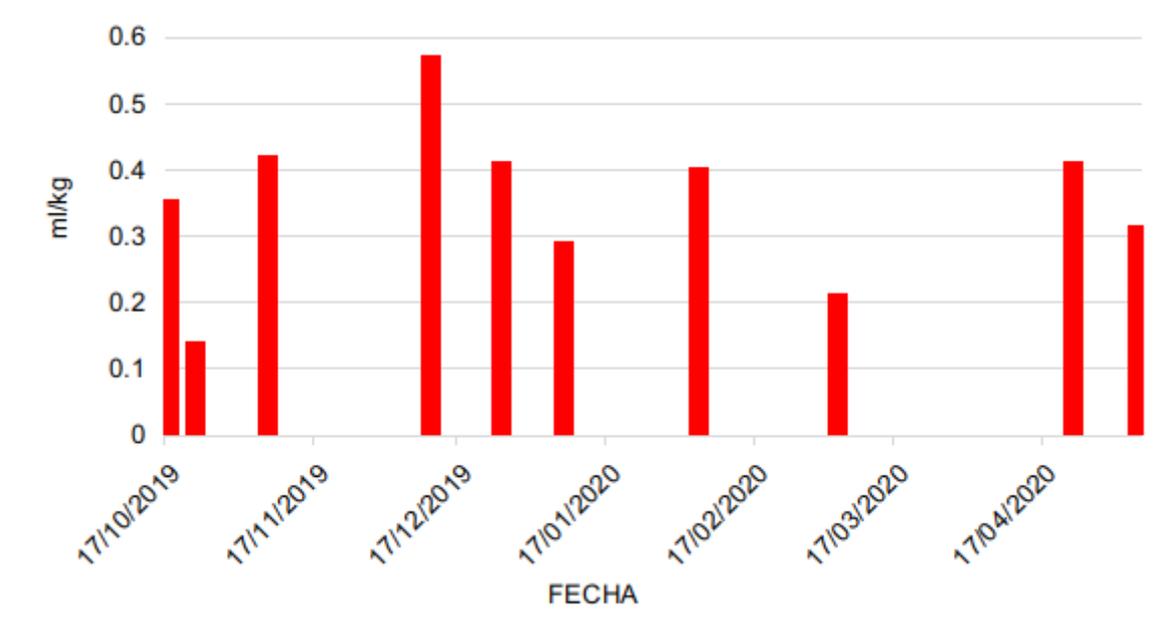
Cabe señalar que un mes después de la recolección mecanizada en junio-2019, se deshicieron las pacas que quedaron en campo, y no presentaban signos de fermentación.

En cuanto a los resultados de la prueba realizada en mayo-2019, con jara de 2-5 años en los municipios de Berzosa del Lozoya, Robledillo de la Jara y Puebla de la Sierra, se dieron valores en  $\alpha$ -pineno de 57,24 %, 57,38 % y 71,35 % respectivamente, que se han excluido de la gráfica por motivos de escala (Figura 8).

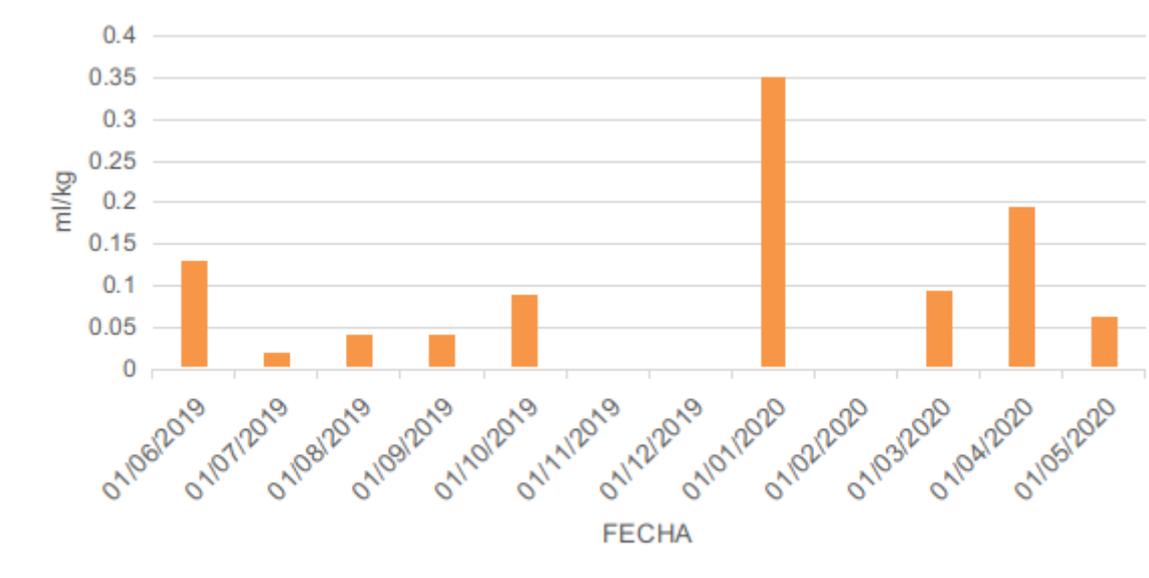
**Figura 4: Rendimiento en aceite esencial ml/kg sobre materia fresca, en jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.) de 2 a 5 años de edad, Berzosa del Lozoya.**



**Figura 5: Rendimiento en aceite esencial ml/kg, sobre materia fresca en jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.) de 10 a 20 años de edad.**



**Figura 6: Rendimiento en aceite esencial ml/kg, sobre materia fresca en jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.) de más de 25 años de edad.**



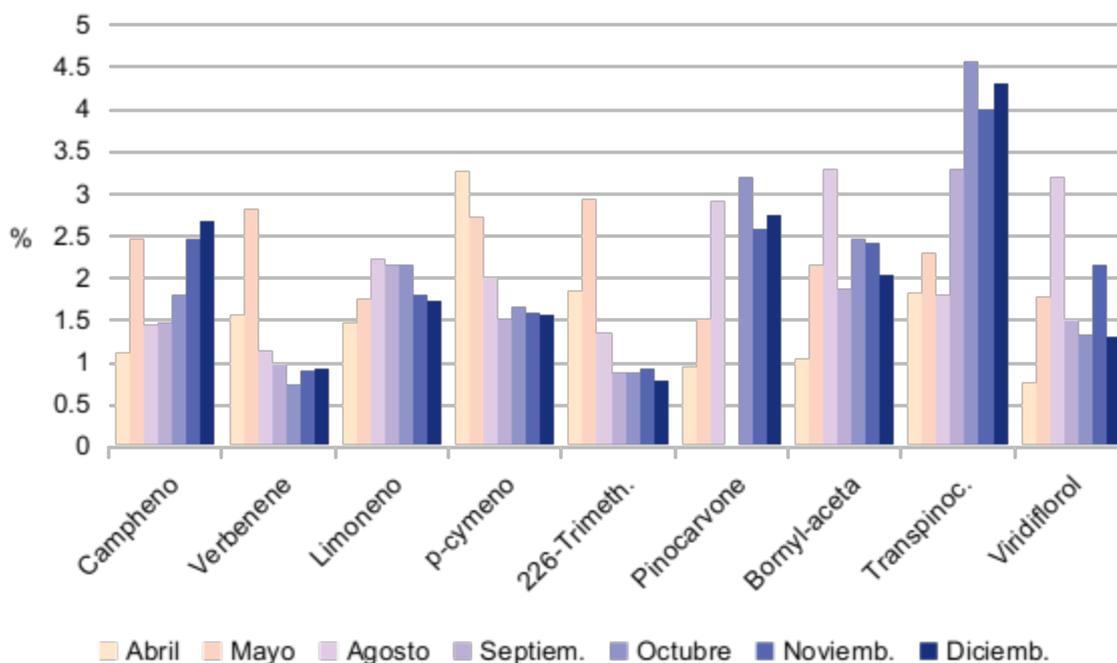
#### 4.3 Caracterización cromatográfica de los aceites esenciales obtenidos.

La caracterización cromatográfica se realizó a partir de los aceites esenciales procedentes de muestras de jara joven (2-5 años), dado que ofrecieron los mejores resultados en cuanto a producción de aceite.

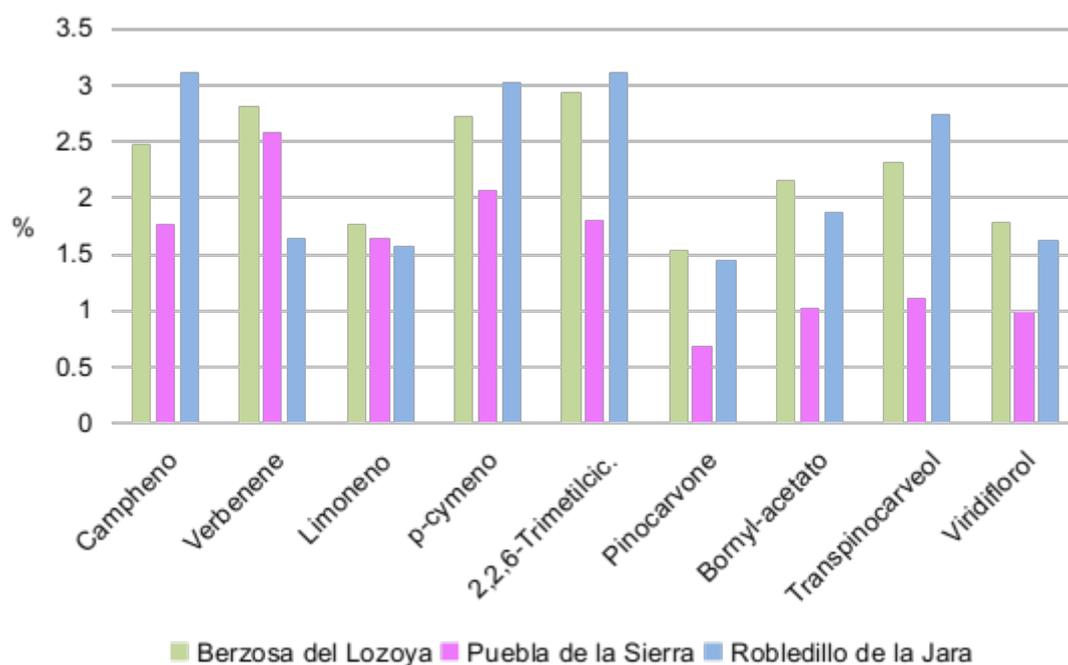
Se presenta la variación de los porcentajes de los distintos compuestos analizados, para distintos meses, en el término municipal de Berzosa del Lozoya, no figura el  $\alpha$ -pineno debido a que supera en todos los casos el 50 % y dificultaría la interpretación de los resultados, debido a la escala (Figura 7).

Los resultados obtenidos en  $\alpha$ -pineno para los distintos meses en Berzosa del Lozoya, fueron de 72,5 % abril, 57,24 % mayo, 50,5 % agosto, 66,19 % septiembre, 60,91 % octubre, 61,55 % noviembre y 64,03 % en diciembre.

**Figura 7: Variación de los porcentajes de los compuestos de los aceites esenciales de jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.) de 2 a 5 años de edad, en función del mes de recolección, Berzosa del Lozoya, 2019.**



**Figura 8: Variación en porcentaje sobre el total, de los compuestos del aceite esencial de jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.) según el municipio, jaras de 2 a 5 años de edad, mayo de 2019.**



La Tabla 3 muestra los resultados del análisis cromatográfico de la muestra de jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.) de más de 25 años de edad, obtenida mediante recolección mecanizada. Dicho análisis muestra altos valores en colas como ambrox® y viridiflorol, y valores bajos en cabeza como el  $\alpha$ -pineno, y sin contaminación debida a los líquenes.

**Tabla 3: Resultado del análisis cromatográfico de jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.) procedente de una paca recolectada con BIOBALER WB-55, jara de más de 25 años, 26/06/2019.**

Compuesto	Berzosa del Lozoya	Compuesto	Berzosa del Lozoya
$\alpha$ -pineno	16,26	Terpinen-4-ol	1,54
Campheno	1,17	Trans-Pinocarveol	6,59
Verbenene	0,52	Alloaromadendreno	1,73
$\alpha$ -Terpineno	0,04	Borneol	1,55
<b>Limoneno</b>	<b>0,99</b>	Ledene	0,14
Gamma-Terpineno	Tr	Myrtenol	0,9
Para-Cymeno	5,01	<b>Geraniol</b>	<b>Tr</b>
2,2,6-Trimetilciclohexanona	3,31	Ledol	2,35
$\alpha$ -p-Dimetilestireno	0,44	Viridiflorol	8,45
<b>Linalool</b>	<b>0,36</b>	<b>Eugenol</b>	<b>0,19</b>
Isopinocampone	7,88	Ambrox®	0,16
Pinocarvone	3,55		
Bornil-acetato	7,01	<b>TOTAL (%)</b>	<b>70,14</b>

Tr: Trazas **Negrita:** Componentes declaración obligatoria Reglamento (CE) No 1223/2009 Cosméticos

## 5. Discusión.

El aprovechamiento mecanizado es posible, manteniendo una altura mínima que “respeta y permita” el rebrote natural, en jaras jóvenes de 2-5 años de edad. Hemos comprobado en otoño de 2019, como se ha producido dicho rebrote. En nuestro caso se respetaron 20 cm de altura y se deben eliminar otras especies aromáticas en la línea de aprovechamiento, que podrían contaminar el aceite esencial. Este desbroce mecanizado es compatible con las labores de prevención de incendios forestales. Asimismo, debe estudiarse el efecto del corte continuado a largo plazo, en los rendimientos y calidad del aceite esencial obtenido.

Los rendimientos en aceite esencial de jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.), de cualquier edad, son muy variables (Figura 4, 5 y 6). Las variaciones mensuales tan altas podrían determinar el momento óptimo de recolección en relación al rendimiento. La realización de catas previas puede ser importante de cara al aprovechamiento de un jaral en monte.

El máximo rendimiento en jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.) de 2-5 años de edad, en Berzosa del Lozoya año 2019, se obtuvo en otoño (noviembre), un aprovechamiento compatible con la obtención de “goma”, puesto que ésta se recolecta en pleno verano. Este uso en otoño se realizaría en época de bajo riesgo de incendios, generando puestos de trabajo en la época del año de menor oferta laboral en los pueblos de la Sierra de Madrid.

El aprovechamiento de jaras de más de 5-6 años de edad para la obtención de aceite esencial rinde valores muy por debajo de los obtenidos con jaras de 2 a 5 años. Aunque en

el caso de jara de más de 20 años, la composición del aceite esencial rica en colas del cromatograma (viridiflorol, Ambrox®) puede ser interesante.

Comparar resultados de rendimiento en aceite esencial con otros autores es difícil debido a que influyen muchos factores en el rendimiento. Los valores medios que hemos obtenido sobre material fresco son de 1 ml/kg  $\pm$ 0,1 %, para jara entre 2-5 años de edad, (se estiman valores de rendimientos medios entre 0,1-0,3 % a nivel industrial, por arrastre de vapor).

En cuanto a la composición del aceite esencial, también varía con distintos factores, geográficos, estacionales, tecnológicos, etc. Hemos obtenido altos valores de  $\alpha$ -pineno y bajos en colas del cromatograma, pueden deberse a los tiempos de destilación de apenas 2 horas, o al método empleado de destilación por arrastre de vapor. Ensayos de destilación realizados en septiembre de 2018, dieron rendimientos, de un 0,35 % y valores de viridiflorol del 17 % en laboratorio, mediante hidrodestilación en Clevenger durante casi 8 horas (publicado en el congreso AEIPRO 2019). La hidrodestilación, podría ser por tanto el método más adecuado en la zona, para obtener mayores rendimientos, y mayor calidad en cuanto al contenido en colas del cromatograma.

En cuanto a la calidad de los aceites esenciales en relación a la localidad de origen, Berzosa del Lozoya, Puebla de la Sierra o Robledillo de la Jara, no podemos concluir, que exista variación estadísticamente significativa, o que se trate de quimiotipos distintos. Comparando con aceites obtenidos por nosotros en la provincia de Zamora y Guadalajara, éstos han resultado en valores muy superiores de campheno, bornyl-acetato, transpinocarveol, o viridiflorol (datos no publicados), en relación a los de la Sierra de Madrid.

Una observación de campo a añadir es, que tras la corta manual de un jaral (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.) de más de 10 años, éste no rebrota. Por el contrario, si el aprovechamiento se realiza con maquinaria pesada, posiblemente por la remoción del terreno con las ruedas y el golpeo de las cepas, zarandeándolas, queda el suelo más o menos descubierto y permite la autoregeneración de la jara por semilla.

## 6. Conclusiones.

Podemos concluir que los rendimientos de aceite esencial de jara pringosa (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.), de 2 a 5 años de edad, en Berzosa del Lozoya, durante parte de los años 2019-2020, han sido muy variables, con máximos en otoño y mínimos en mayo en plena floración, con media de 1 ml/kg sobre material fresco.

Los rendimientos de aceite esencial de jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.) de más de 10 años, en Berzosa del Lozoya durante parte de los años 2019-2020, son de 0,34 ml/kg sobre material fresco, muy inferiores a los obtenidos en jaras de 2-5 años.

El aceite esencial de jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.), de más de 20 años de edad, recolectado en Berzosa del Lozoya en junio de 2019, es rico en viridiflorol y otros componentes, que aparecen en colas del cromatograma, pero con rendimientos medios muy bajos, de 0,11 ml/kg sobre material fresco.

No podemos concluir que existan diferencias estadísticamente significativas, entre el aceite esencial de jara (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.), obtenido en mayo de 2019, entre los municipios de Berzosa del Lozoya, Puebla de la Sierra y Robledillo de la Jara.

El aprovechamiento mecanizado de jara pringosa (*C. ladanifer* subsp *ladanifer* L.), de 2-5 años de edad, en Berzosa del Lozoya, junio de 2019, es viable, y permite el rebrote natural de la planta en ese mismo otoño, respetando una altura mínima de corte de al menos 20 cm.

## Agradecimientos

Se agradece este trabajo a la financiación del proyecto LADANO por parte de IMIDRA y la Comunidad de Madrid.

## 7. Referencias.

- Alesso P., Martín Morgado J., & Tapias R. (2005) Producción de goma bruta de jara (*Cistus ladanifer* L.) en el suroeste de la península ibérica. IV-Congreso Forestal Español. Zaragoza 26-30 septiembre 2005.
- Esteban Pascual L.S., Bados Sevillano R., & Mediavilla Ruiz I. (2017) *Gestión sostenible de formaciones arbustivas para uso energético*. Soria: Proyecto cofinanciado por el Programa LIFE de la UE LIFE 13 ENV/ES/000660: Ministerio de Ciencia Innovación y Universidades.
- <https://es.climate-data.org/europe/espana/comunidad-de-madrid-266/> consultado el 08 de marzo de 2020.
- Infraestructura de datos espaciales de la Comunidad de Madrid (IDEM). Consultado el 8 de marzo de 2020. <https://www.comunidad.madrid/servicios/mapas/geoport-comunidad-madrid>. Se han consultado los siguientes mapas:  
Suelos (Sistemática Soil Taxonomy 1998) de la Comunidad de Madrid (Adaptado a la Sistemática Soil Taxonomy de 1999). Actualizado hace 4 meses.  
Litología de la Comunidad de Madrid, a escala 1:50.000. Actualizado hace 4 meses.  
Mapa Pisos Bioclimáticos de la Comunidad de Madrid. Actualizado hace 1 año.
- Instituto de Estadística Comunidad de Madrid. ALMUDENA. *Banco de Datos Municipal y Zonal. Berzosa del Lozoya*. Consultado el 08 de marzo de 2020. <https://www.madrid.org/desvan/Inicio.icm?enlace=almudena>
- Instituto Geográfico Nacional (IGN). Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).PNOA Histórico. Vuelo Americano Serie B (1956-1957). Escala de vuelo 1/32.000. Consultado el 08 marzo de 2020. <https://pnoa.ign.es/pnoa-historico>.
- Mauri Ablanque P.V., Plaza Ramos J. (2019). Estudio de valorización de la jara pringosa en los municipios de la Sierra Norte Madrileña. *23rd International Congress on Project Management and Engineering*. (AEIPRO 2019).
- Patón D. (1998) Growth and productivity in forage biomass in relation to the age assessed by dendrochronology in the evergreen shrub *Cistus Ladanifer* (L.) using different regression models. *Journal of Arid Environments*. 38: 221-235.
- Unión Europea. Reglamento (CE) No 1223/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de noviembre de 2009. Sobre los productos cosméticos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 22 de diciembre de 2009 (versión refundida) L.342. Pp 73, 128-175. Consultado el 8 de marzo de 2020. doi:10.3000/17252512.L\_2009.342.spa