



2025 | **16-20**
GIJÓN | **JUNIO**

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1698

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





Resumen

La jara (*Cistus ladanifer* L.) es una planta nativa de la zona mediterránea de la que pueden extraerse bioproductos de gran valor, como el aceite esencial. Con el objetivo de obtener este y otros bioproductos, las plantas suelen recolectarse de forma manual durante cortos períodos de tiempo en zonas de matorral silvestre. Sin embargo, si se quisiera cultivar la jara o recoger grandes cantidades poniendo el foco, por ejemplo, en la prevención de incendios, la cosecha mecanizada podría ser una alternativa interesante.

En este sentido, en octubre de 2022 se recogió jara silvestre en una zona de tierra marginal perteneciente al municipio de Bustares (Guadalajara), de dos maneras diferentes dentro de los proyectos Biocistus 4.0 y BeonNAT: por un lado, cortando manualmente la planta con tijeras a una altura aproximada de 20 cm y, por otro, mediante una desbrozadora de martillos (López-Garrido TBA serie 2300). El material obtenido se destiló por arrastre de vapor en un destilador piloto y el aceite esencial se analizó mediante cromatografía de gases.

Los resultados muestran rendimientos de aceite esencial similares para plantas recién recogidas cuando se comparan los dos tipos de cosecha, aunque pueden apreciarse algunas diferencias en la composición de los aceites obtenidos.

1. Introducción

La jara pringosa (*Cistus ladanifer* L.) es un arbusto aromático perenne nativo de la zona mediterránea que se extiende principalmente por España, Portugal, sur de Francia y norte de Marruecos [FRAZAO et al., 2018]. Puede destacarse que las superficies más amplias cubiertas por este matorral se encuentran en España, donde la especie está presente en casi 2,5 millones de hectáreas y es dominante en algo más de 460.000 ha [MONTERO et al., 2020].

Esta planta crece en suelos ácidos silíceos, se adapta bien a condiciones climáticas adversas y, además, tiene carácter alelopático y pirófilo, por lo que se extiende principalmente por terrenos agrícolas pobres, pastos abandonados y áreas forestales quemadas [MEDIIVILLA et al., 2021].

Son numerosos los productos que pueden extraerse de la jara pringosa, algunos mediante destilación, como es el caso del aceite esencial, y otros mediante extracción con distintos disolventes, como la goma de ládano, el concreto o el absoluto, entre otros. Actualmente, estos productos se utilizan principalmente en cosmética y perfumería, aunque, teniéndose en cuenta su bioactividad, se están estudiando nuevas aplicaciones en industrias tales como la farmacéutica, la fitosanitaria o la alimentaria.

Actualmente, España es el primer país productor a escala mundial de derivados de la jara, destacándose el aceite esencial, del que se estima que se producen globalmente entre 1 y 10 t al año [MEDIIVILLA et al., 2021], aunque algunas



referencias bibliográficas fijan la producción entre 50 y 100 toneladas anuales [LUBBE & VERPOORTE, 2011]. Cabe destacar que el aprovechamiento comercial de la especie con fines industriales se concentra fundamentalmente en la provincia de Huelva, donde se cosecha la planta manualmente con hoz. Se trata de una actividad muy intensiva en mano de obra y, puesto que el rendimiento de aceite esencial es máximo durante los meses más cálidos, la cosecha se realiza en condiciones de mucho calor.

Si se quisiera cultivar la jara o recoger grandes cantidades poniendo el foco, por ejemplo, en la prevención de incendios forestales, la cosecha mecanizada podría ser una alternativa interesante a la cosecha manual. En este sentido, en el marco de los proyectos Biocistus 4.0 y BeonNAT, se han realizado ensayos de cosecha mecanizada de jara en un terreno marginal perteneciente al municipio de Bustares (Guadalajara). Utilizando esta jara y también otra obtenida mediante cosecha manual en la misma zona y época, se han realizado ensayos de destilación por arrastre de vapor con la finalidad de estudiar la influencia de la cosecha mecanizada sobre el rendimiento y calidad del aceite esencial.

1. Objetivos

El objetivo de este trabajo es analizar la influencia de la cosecha mecanizada de jara pringosa sobre la producción de aceite esencial a escala piloto. Para ello, se compara el material cosechado con una desbrozadora de martillos (López-Garrido TBA serie 2300) frente al recogido de forma manual en la misma zona y época, estudiándose el rendimiento de la destilación y la composición química del aceite esencial.

1. Metodología

Material vegetal. El material vegetal de jara fue obtenido en el término municipal de Bustares (Guadalajara) en un área regenerada tras un incendio forestal acontecido en 2014, siendo las coordenadas UTM (ETRS 89) del punto medio del lugar de recogida 30N 495503 4553405. La cosecha mecanizada se realizó en octubre de 2022 y, en ese momento, las plantas tenían una edad media de 8 años, una altura media de 1 m y una fracción de cabida cubierta del 60%.

Cosecha manual. El 17 de octubre de 2022 se recogieron 80 kg de jara pringosa de forma manual, utilizando para ello tijeras de podar y cortando el material a una altura aproximada de 20 cm con respecto al suelo. Con esta altura, se buscaba reproducir la altura de corte de una cosecha mecanizada.

Cosecha mecanizada. Entre el 15 y el 21 de octubre de 2022 se utilizó una desbrozadora de martillos López Garrido TBA serie 2300 acoplada a un tractor de 196 CV para la cosecha mecanizada de jara. Este equipo está preparado para cosechar diferentes tipos de matorral y residuos agrícolas y forestales con diámetros de hasta 160 mm y ha de acoplarse a un tractor de entre 150 y 200 CV.

Su anchura de trabajo es de 2300 mm y cuenta con 40 martillos móviles como elementos de corte. Un tornillo sinfín conduce la biomasa triturada desde los martillos hasta una turbina que la impulsa por un tubo hacia un contenedor acoplado en la parte delantera del tractor.

Acondicionamiento de la biomasa. Previamente a la destilación, el material vegetal obtenido en los dos tipos de cosecha fue triturado en el CEDER-CIEMAT con una malla de 20 mm en un triturador de giro lento de 18.5 kW.

Destilación. La biomasa cosechada fue destilada en el CEDER-CIEMAT en las 24 horas posteriores a la cosecha en una planta piloto que consta de un depósito destilador de acero inoxidable de 50 L, una caldera de vapor eléctrica y un condensador. El flujo de vapor (0.5 bar) durante los ensayos fue de 11.5 kg/h y, en cada ensayo, se introdujeron 15 kg de jara triturada que fueron destilados durante 1 h. Tras la condensación, el aceite esencial fue separado por decantación del hidrolato, empleándose para ello un matraz florentino. Este aceite fue pesado y almacenado a 4°C hasta su posterior análisis. El rendimiento de la destilación fue calculado como porcentaje de aceite esencial dividiendo el peso de aceite por el peso de biomasa seca utilizada para obtenerlo.

En el caso de la jara cosechada de forma mecanizada, se realizaron dos tipos de ensayo dependiendo del tamaño de trituración de la biomasa: uno con la jara tal cual se obtuvo en el desbroce y otro con la jara triturada a 20 mm.

Análisis del aceite esencial. Para determinar la composición de los aceites esenciales, se mezclaron las tres muestras obtenidas por cada tipo de biomasa y se analizaron mediante GC (FID)-MS empleando la metodología descrita por MEDIAVILLA et al., 2021.

1. Resultados

En la Tabla 1 se muestran los resultados de los rendimientos de destilación en los ensayos llevados a cabo y en la Tabla 2 la composición de los aceites esenciales analizados, teniéndose en cuenta los compuestos principales.

Tabla 1. Rendimiento de los ensayos de destilación

Tipo de cosecha	Acondicionamiento de la biomasa	Rendimiento de la destilación. Valor medio (% base seca)	Rendimiento de la destilación. Desviación estándar
Manual	Trituración a 20 mm	0,066	0,011
Mecanizada	Ninguno	0,081	0,0092
Mecanizada	Trituración a 20 mm	0,077	0,0069

Tabla 2. Composición de los aceites esenciales analizados por GC(FID)-MS

Compuesto	Cosecha manual triturado a 20 mm (% relativo)	Cosecha mecanizada sin acondicionamiento (% relativo)	Cosecha mecanizada triturado a 20 mm (% relativo)
Triciclono	0,22	0,48	0,47
Alfa-pineno	49,94	47,28	58,01
Canfeno	3,42	3,23	1,79
Beta-pineno	0,59	0,77	0,71
Sabineno	1,39	0,78	0,82
Verbeneno	0,61	0,59	0,47
Alfa-terpineno	0,48	0,59	0,48
Limoneno	2,24	1,91	2,1
Gamma-terpineno	1,21	1,04	1,01
p-cimeno	1,76	1,61	0,16
2,2,6-Trimetilciclohexanona	0,62	0,62	0,80
Alfa-p-dimetilestireno	0,18	0,17	0,14
Alfa-canfolenal	0,59	0,41	0,46
Alfa-copaeno	0,60	0,75	0,45
Alcanfor	0,19	0,56	0,68
Isopinocanfona	2,34	2,74	0,66
Pinocarvona	0,82	0,93	1,42
Acetato de bornilo	1,99	2,06	2,65
Terpinen-4-ol	1,31	1,52	0,99
Mirtenal	0,36	0,36	0,35
Trans-pinocarveol	1,69	1,94	1,79
Aloaromadendreno	1,44	1,80	1,11
Trans-verbenol	0,23	0,18	0,43
Acetato de mirtenilo	0,35	0,18	0,19
Borneol	0,80	0,99	0,41

Ledeno	0,43	0,40	0,33
Verbenona	0,10	0,15	0,19
p-menta-1,5-dien-8-ol	1,34	0,26	0,09
Gamma-cadineno	0,03	0,04	0,05
Mirtenol	0,48	0,53	0,26
Trans-calameneno	0,11	0,23	0,17
p-cimen-8-ol	0,09	0,05	0,10
Ledol	1,61	1,51	1,46
Viridiflorol	5,50	5,13	4,93
Alfa-muuroleno	0,20	0,15	0,29
Total monoterpenos	62,04	58,45	66,16
Total monoterpenos oxigenados	12,33	12,68	10,48
Total sesquiterpenos	2,81	3,37	2,4
Total sesquiterpenos oxigenados	7,11	6,64	6,39
Total otros	0,97	0,80	0,99

1. Discusión

Con respecto al rendimiento de los ensayos de destilación (Tabla 1), puede verse que fueron similares en los tres casos analizados, oscilando entre el 0.066% para la jara recogida a mano y el 0.081% para la jara procedente de cosecha mecanizada sin proceso posterior de molienda. Esta pequeña diferencia podría atribuirse a la variabilidad propia de las destilaciones de este tipo de biomasa, como puede verse en los valores de la desviación estándar mostrados en esta tabla. Además, si se comparan estos rendimientos con lo de otros trabajos realizados con jara, como los que se recogen en la revisión bibliográfica de [CHALOUPKOVÁ et al., 2024], se aprecia que los valores obtenidos están dentro del rango de rendimientos de destilación de esta planta.

A falta de confirmar los rendimientos mostrados en la tabla con la realización de más ensayos, se intuye que la destilación de jara recogida con una desbrozadora de martillos tiene un rendimiento similar al obtenido a partir de biomasa recogida manualmente, teniéndose en cuenta que la biomasa ha sido destilada en las 24 horas posteriores a su cosecha.

Por otro lado, cabe destacar que la trituración post-cosecha de la biomasa recogida



mecánicamente no conlleva un aumento en el rendimiento de la destilación. Por este motivo, no sería necesario triturar la biomasa tras la cosecha con la desbrozadora de martillos utilizada.

Comparando los resultados de rendimiento obtenidos en este trabajo con los de otro trabajo llevado a cabo con jara recogida en la misma zona de Guadalajara [CHALOUKOVÁ et al., 2024] en el año anterior, se ve que los valores obtenidos están muy por debajo del registrado a mediados del mes de octubre del año 2021, que fue del 0.18%. Este hecho podría estar relacionado con diferencias en la edad de las plantas cosechadas y en las condiciones meteorológicas en la zona en los días previos a la cosecha, puesto que a lo largo de un año (entre julio de 2021 y junio de 2022) el rendimiento de destilación osciló entre el 0.03% y el 0.19%. Actualmente, se están estudiando estos factores en un trabajo más amplio. Sin embargo, si se comparan los rendimientos calculados en el presente trabajo con el valor obtenido en otra zona de Guadalajara en octubre del año 2018 [MEDIAVILLA et al., 2021] para plantas de entre 5 y 10 años, puede verse que el rendimiento fue del mismo orden (0.066%-0.081% frente al 0.075%).

En cuanto a la composición del aceite esencial y, de forma cualitativa, puede verse que la composición de los tres tipos de aceites analizados fue similar en cuanto a contenido total de monoterpenos y sesquiterpenos, tanto hidrocarbonados como oxigenados. Por otro lado, si se compara la jara procedente de cosecha manual y cosecha mecanizada sin proceso posterior de trituración, puede verse que la composición fue parecida en los dos casos, con la salvedad de una mayor proporción de sabineno y p-menta-1,5-dien-8-ol en el aceite de jara recogida manualmente, aunque ha de indicarse que la concentración relativa de estos compuestos fue inferior al 1,5%. Sin embargo, si se compara el aceite de jara procedente de cosecha mecanizada con y sin proceso posterior de trituración, puede apreciarse que, con la trituración, se reduce especialmente el contenido de canfeno, p-cimeno, isopinocanfona, terpinen-4-ol y alo-aromadendreno.

1. Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos de la destilación de jara recogida manualmente y de forma mecanizada con una desbrozadora de martillos López Garrido TBA serie 2300 en el municipio de Bustares en octubre de 2022, puede concluirse que, si se destila la jara en las 24 horas posteriores a la recogida, no existe una diferencia notable en el rendimiento de aceite esencial, obteniéndose valores entre 0,066% y 0,081% (base seca). Además, la realización de un proceso de trituración de la jara posterior al desbroce no parece mejorar el rendimiento de la destilación.

Por otro lado, el tipo de cosecha realizado (manual o mecanizada) no parece modificar especialmente la composición del aceite esencial producido, aunque la realización de una trituración posterior al material obtenido con desbrozadora, conduce a un aceite más pobre en algunos compuestos, como canfeno, p-cimeno, isopinocanfona, terpinen-4-ol y alo-aromadendreno.



1. Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado dentro del proyecto BeonNAT y el proyecto BIOCISTUS 4.0. El proyecto BeonNAT recibe financiación de la Empresa Común de Bioindustrias (BBI JU) en virtud del acuerdo de subvención N° 887917 BeonNAT. La Empresa Común recibe apoyo del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea y del Consorcio de Bioindustrias. El proyecto BIOCISTUS 4.0 ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN) a través del proyecto PID2020-114467RR-C32.

1. Bibliografía

CHALOUPKOVÁ, V., MEDIAVILLA, I., BADOS, R., HOUDKOVÁ, M., RONDEVALDOVÁ, J., ESTEBAN, L.S., 2024. Annual variation in yield, chemical composition, antioxidant and antibacterial activity of rockrose (*Cistus ladanifer* L.) essential oils. *Biocatal Agric Biotechnol* 60, 103279.

FRAZAO, D.F., RAIMUNDO, J.R., DOMINGUES, J.L., QUINTELA-SABARÍS, C., Gonçalves, J.C., DELGADO, F., 2018. *Cistus ladanifer* (Cistaceae): a natural resource in Mediterranean-type ecosystems. *Planta* 247, 289–300.

LUBBE, A., VERPOORTE, R. 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Ind. Crops Prod.* 34, 785–801.

MEDIAVILLA, I., BLÁZQUEZ, M.A., RUIZ, A., ESTEBAN, L.S., 2021. Influence of the Storage of *Cistus ladanifer* L. bales from mechanised harvesting on the essential oil yield and qualitative composition. *Molecules* 26(8), 2379.

MONTERO, G., LÓPEZ-LEIVA, C., RUIZ PEINADO, R., LÓPEZ-SENEPLEDA, E., ONRUBIA, R., PASALODOS, M. 2020. Producción de biomasa y fijación de carbono por los matorrales españoles y por el horizonte orgánico superficial de los suelos forestales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. 101. Madrid.