

06-015

PROJECT OF THE VALORIZATION OF GREASY ROCKROSES IN THE MUNICIPALITIES OF THE SIERRA NORTE MADRILEÑA

Mauri Ablanque, Pedro Vicente; Plaza, José

IMIDRA

The project was born out of the interest of the municipalities involved, in employment in disadvantaged rural areas, taking advantage of natural resources. And given the real development of the biomass sector of forest origin, and the interest in products of natural origin, for the chemical, pharmaceutical, cosmetic, biocide, and food and beverage industries. This study intends to establish the bases for a future development of products derived from the prickly rockrose, with the possibility of other aromatic and medicinal plants (PAM). The project has focused on: the characterization of the study area, we have demonstrated the plant mass and the nature of the terrain (physiography, lithology, archaeological heritage, legal nature, environmental protection zones). The demographic and sociological characterization, identification of suitable and unfit areas for its use. Finally, we want to characterize the products related to the sticky rockrose. Study of yields at the preindustrial level by steam distillation. We will also reuse biomass as fuel. We have made a study on the state of the art. And finally we want to make the resource exploitation plan.

Keywords: "*Cistus*"; "*greasy rockroses*"; "*essential oil*"; "*PAM*"

PROYECTO DE LA VALORIZACIÓN DE LA JARA PRINGOSA EN LOS MUNICIPIOS DE LA SIERRA NORTE MADRILEÑA.

El proyecto nació por el interés de los municipios implicados en crear empleo en zonas rurales desfavorecidas, aprovechando los recursos naturales. Y dado el actual desarrollo de la biomasa de origen forestal, y el interés en los productos de origen natural, para la industria química, farmacéutica, cosmética, de biocidas, y de bebidas y alimentos. Este estudio pretende sentar las bases para un futuro desarrollo de productos derivados de la jara pringosa, con posibilidad para otras plantas aromáticas y medicinales (PAM). El proyecto se ha centrado en: la caracterización de la zona de estudio, hemos caracterizado la masa vegetal y la naturaleza del terreno (fisiografía, litología, patrimonio arqueológico, naturaleza jurídica, zonas de protección ambiental). La caracterización demográfica y sociológica, identificación de zonas aptas y no aptas para su aprovechamiento. Por último queremos caracterizar los productos obtenidos de la jara pringosa. Estudio de rendimientos a nivel preindustrial mediante destilación por arrastre de vapor. También la reutilizaremos la biomasa como combustible. Hemos realizado un estudio del estado del arte de los métodos de extracción de aceites esenciales donde vamos a realizar la elección del método más adecuado para nuestro recurso. Y por último queremos realizar el plan de explotación del recurso.

Palabras clave: "*Cistus*"; "*Jara pringosa*"; "*aceite esencial*"; "*PAM*"

Correspondencia: Pedro Vicente MAURI ABLANQUE; pedro.mauri@madrid.org

Acknowledgements/Agradecimientos: Agradecimiento al proyecto FP18-LADANO del IMIDRA, Comunidad de Madrid, por financiar la investigación.



©2019 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 “jara pringosa” o “jara negra”, es la principal especie vegetal que ha colonizado los antiguos cultivos en la zona noreste de la Sierra de Madrid, dando origen a extensas masas de matorral monoespecífico. De forma casi simultánea a la despoblación rural, y el abandono de los campos de labranza, se han realizado las actuales repoblaciones de *Pinus* sp en los montes aledaños. La mayor parte de éstas, se han rodeado por formaciones arbustivas de jara negra, un matorral de alta inflamabilidad, que pone en riesgo, las inversiones realizadas en la plantación y silvicultura de dichos montes, así como los beneficios económicos actuales y futuros. Así surge la necesidad de gestionar dichas extensiones de jara negra, gestión que en la actualidad se limita a realizar franjas cortafuegos y perímetros de seguridad de repoblaciones, carreteras y vías de paso, mediante el uso de desbrozadoras que dejan los residuos vegetales a modo de mulch, en la misma zona de trabajo. En este contexto histórico, natural, y sociológico de despoblación y falta de empleo en la Sierra, se plantea la iniciativa por parte de los municipios de la Sierra Este de Madrid, y del IMIDRA (Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural Agrario y Alimentario), de aprovechar de forma sostenible y respetuosa con el medioambiente, las grandes superficies de matorral de jara pringosa, a la vez que se salvaguardan los montes de plantación.

Se han realizado multitud de estudios a partir de *Cistus ladanifer* L, en relación a la obtención de productos de interés farmacológico (El Hamsas El Youbi A. et al., 2016) (Barros L. et al., 2013), (Tomás-Menor L. et al., 2013) (Barros L. et al., 2013) (Ferreira S. et al., 2012) (Aziz M. et al., 2011) (Mohammedi Z., Atik F., 2011) (Barrajón-Catalán E. et al., 2010) (Belmokhtar M. et al., 2009), productos antioxidantes con posibilidad de uso en la industria cosmética y de los alimentos (Santos S. et al., 2016) (Guimarães R, João Sousa M., C.F.R. Ferreira I., 2010) (Amenour M., Sendra E., 2010), como fuente de fitoquímicos (Guimarães R. et al., 2009), o biorefinería (Alves- Ferreira J. et al., 2017), en la obtención de bioetanol (Ferro M. D. et al., 2015) (C. Fernandes M. et al., 2018), de bio-oil (El Farissi H. et al., 2017), se ha estudiado su efecto herbicida (Verdeguer M. Blázquez M. A., Boira H., 2012) (Dias A. S., Costa C. T., Silva Dias L., 2005), como añadido en pienso para conejos (Zamora Lozano M. et al., 1984), para proteger la degradación de la proteína en el rumen de ovejas (Dentinho M.T.P., et al., 2007), contra patologías fúngicas en agricultura (Karim H. et al., 2017), en fitoestabilización de suelos (Santos E. S. et al., 2017).

Nuestro estudio se ha centrado en el aprovechamiento del “ládano” o “labdanum”, una oleorresina que segrega la planta de forma natural, a partir de tricomas alojados en caviades, en el envés de las hojas (Gulz P.G, Throsten H, Kurt H., 1996). Aprovechamiento realizado mediante la obtención de aceite esencial por arrastre de vapor y goma de jara, debido a que son procesos sencillos, de bajo costo, versátiles (en el caso de la obtención de aceite esencial por arrastre de vapor), con posibilidad de desarrollo en pequeños municipios, y de forma compatible con un sello ecológico.

Muy probablemente su uso pudo extenderse a Centroeuropa en los siglos XV y XVI (Deforce K. 2006). Existen antecedentes históricos del uso tradicional de la jara negra en España, para la obtención del “ládano”, éste se ha obtenido por distintos procedimientos, algunos aún en uso (Martín Morgado J., Tapias R., Alesso P., 2005) (Becerro de Bengoa Mariña G., Lucini C., Del Monte Maíz M., 2014). En la actualidad son empresas ligadas al sector de la perfumería, la cosmética o los productos de origen natural, las que demandan esta planta.

2. Objetivos

El objetivo principal del proyecto es la “*Valoración de la jara pringosa en los municipios de la Sierra Norte de Madrid*”, con especial énfasis en la obtención de aceite esencial, goma de jara y la revalorización de los residuos de la extracción. Para el logro de dicho objetivo, se han considerado los siguientes puntos.

- **Caracterización de la zona de estudio.** Estudio de la fisiografía del territorio. De la vegetación actual y de la jara en particular. Estudio litológico y bioclimático. Patrimonio arqueológico. Análisis demográfico y sociológico. Naturaleza jurídica de la propiedad. Zonas de protección natural, etc.
- **Caracterización de los productos obtenidos.** Realización de análisis físico-químicos, que caractericen nuestro producto. Evaluación de resultados a lo largo del tiempo.
- **Estudio de mercado de los productos derivados de la jara.**
- **Estado del arte de los métodos de extracción de aceites esenciales.**
- **Plan de aprovechamiento.** Análisis de las zonas susceptibles de uso. Método de explotación. Programación de trabajos. Gestión de residuos, regeneración de la jara, etc.

3. Metodología

La caracterización de la zona de estudio, se ha realizado utilizando el software de tratamiento de imágenes gvSIG, y la cartografía digital disponible en el Instituto Geográfico Nacional (IGN), el geoportal de la infraestructura de datos espaciales de la Comunidad de Madrid (IDEM), el “Mapa de combustible forestal de Madrid”, elaborado en 2015, por la Dirección General de Protección Ciudadana de la Comunidad de Madrid, segundo Mapa Forestal Español (MFE 1997-2006) y los mapas facilitados por la “Dirección general del catastro”.

En función del mapa de pendientes elaborado, accesibilidad y propiedad del terreno, se han seleccionado las áreas más apropiadas para su aprovechamiento. De estas zonas se ha recogido el material vegetal, por medios manuales (hoces de mano), y enviado al laboratorio para su hidrodestilación mediante Clevenger y caracterización cromatográfica por CG-MS. El tiempo de hidrodestilación en las 2 primeras muestras (agosto y septiembre) fue de 7h 20m en ambas pruebas. Análisis de rendimiento de oleorresina en extracto etanólico, relación alcohol/jara 1:10, alcohol etílico de 96°, a temperatura ambiente 20°C, con un tiempo de maceración de 4 días, con posterior filtrado y evaporación en rotavapor. Análisis cuantitativo de polifenoles totales por el Método Folín-Ciocalteu (n.º 14025 AOAC) a partir de un extracto etanólico y la capacidad antioxidante mediante ensayo DPPH (2,2-Difenil-1-picrilhidrazil), con 20µg de muestra y 2ml DPPH 0,1mM.

En el plan de aprovechamiento, se va estudiar, el rendimiento de la extracción manual del material vegetal, usando hoces. Extracción mecanizada con vehículo automotriz 8x8 y 300 HP de potencia, con cabezal para recolección de matorral formado por un triturador de martillos, con sistema neumático de transporte del material, a la tolva posterior de 24m³, de descarga hidráulica. Puede trabajar con pendientes superiores al 35%. La máquina permite el ajuste de la velocidad del desbrozador de martillos y del sistema neumático de carga (velocidad del ventilador).

Se van a realizar pruebas de rendimiento de aceite esencial en destilador de acero inoxidable, con condensador de placas, y capacidad de 130 L, y a mayor escala en planta destiladora en acero inoxidable con generador de vapor, de 400L de capacidad, ambos ensayos por arrastre de vapor.

4. Resultados

La jara pringosa (*Cistus ladanifer* subsp *ladanifer* L) ocupa una extensión total de 8305 ha en los municipios en estudio (Puentes Viejas, Berzosa del Lozoya, Robledillo de La Jara, Cervera de Buitrago, El Atazar, Puebla de La Sierra, Patones, Torremocha de El Jarama y El Berrueco), lo que supone un 30% sobre una superficie total de 27316 ha. Su distribución actual no es aleatoria, sino que la planta se ha establecido en los antiguos cultivos de cereal en secano, huertas y eriales (monte desarbolado, MFE), que empezaron a abandonarse a comienzos de los años 70 (ortofoto vuelo interministerial entre los años 1973-1986). No ha podido colonizar zonas rocosas de alta montaña (ortofoto del Plan Nacional de Ortofotos Aéreas año 1997 y siguientes), dehesas con aprovechamiento ganadero, p.e la Dehesa de Berzosa del Lozoya, Robledillo de La Jara, El Berrueco, etc, perímetro de núcleos urbanos, y repoblaciones de *Pinus* sp (montes de plantación, MFE) realizadas en los años 50 del siglo pasado).

Tabla 1: Distribución de la superficie de jara en la zona de estudio.

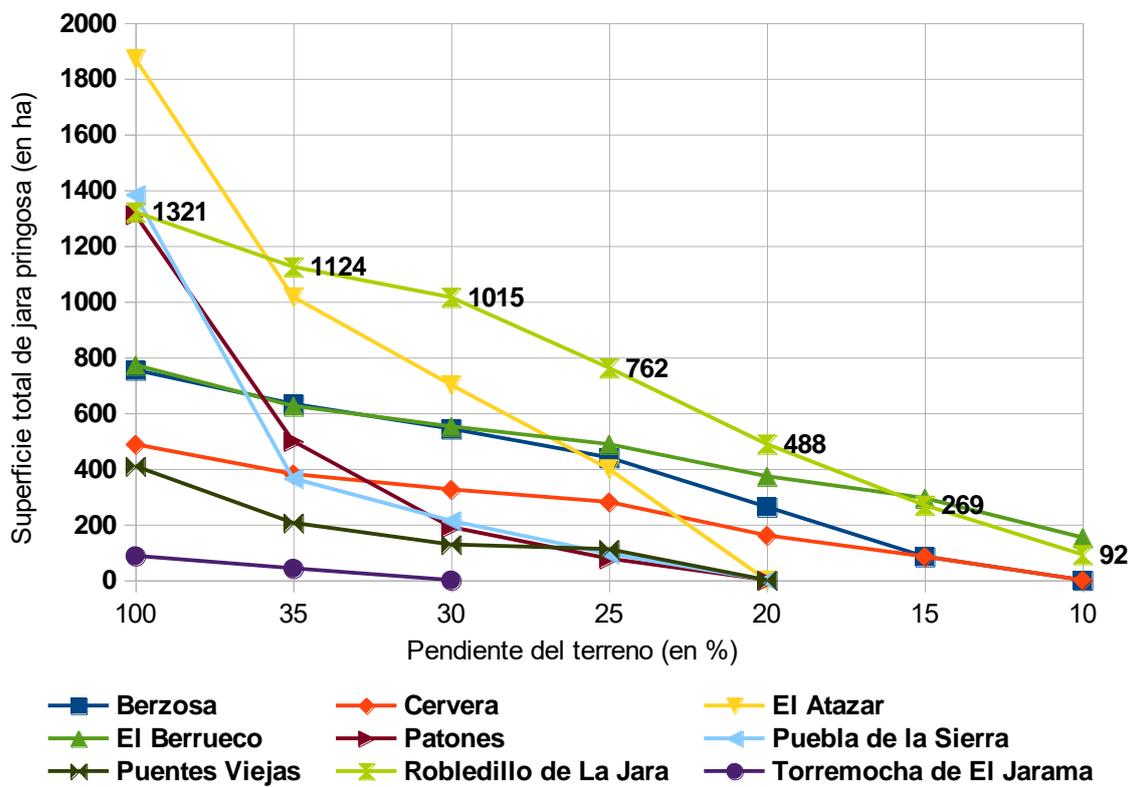
MUNICIPIO	TERMINO MUNICIPAL (ha)	SUPERFICIE DE JARA (ha)	PORCENTAJE DE JARA (%)
Puentes Viejas	5853	290	5
Berzosa del Lozoya	1462	754	52
Robledillo de La Jara	2100	1332	63
Cervera de Buitrago	1153	507	44
El Atazar	2841	1871	66
El Berrueco	2840	772	27
Puebla de La Sierra	5671	1382	24
Patones	3503	1312	37
Torremocha del Jarama	1890	83	4
TOTAL	27316	8305	30,4

La zona de estudio es claramente montañosa, con una pendiente media del 26%, con medias máximas en Puebla de La Sierra del 41% y mínimas del 15% en Torremocha del Jarama. La distribución de la especie en función de la pendiente, es un dato muy importante, debido a que limita el uso de maquinaria, y aumenta el riesgo de erosión del terreno. Según el Mapa de Estados Erosivos (MAPAMA), el 43% de la superficie de jara (4947ha) se encuentra dentro del nivel de erosión 3 (12-25 T/ha-año), siendo el máximo nivel de 6 (>200 T/ha-año), y 2450ha en el nivel de erosión 1 (0 – 5 T/ha-año), (tabla 2).

Tabla 2: Superficie de terreno afectada en función del nivel de erosión y superficie de jara en cada nivel de erosión, en el territorio de los 9 municipios.

NIVEL EROSIÓN	TASA DE EROSIÓN (T/ha-año)	SUPERFICIE AFECTADA (ha)	SUPERFICIE JARAL AFECTADA (ha)
1	0 - 5	12205	2450 (20%)
3	12 - 25	11438	4947 (61%)
4	25 - 50	291	0
5	50 - 100	2139	754 (9%)
8	> 200	1243	0
TOTAL		27316	8151 (100%)

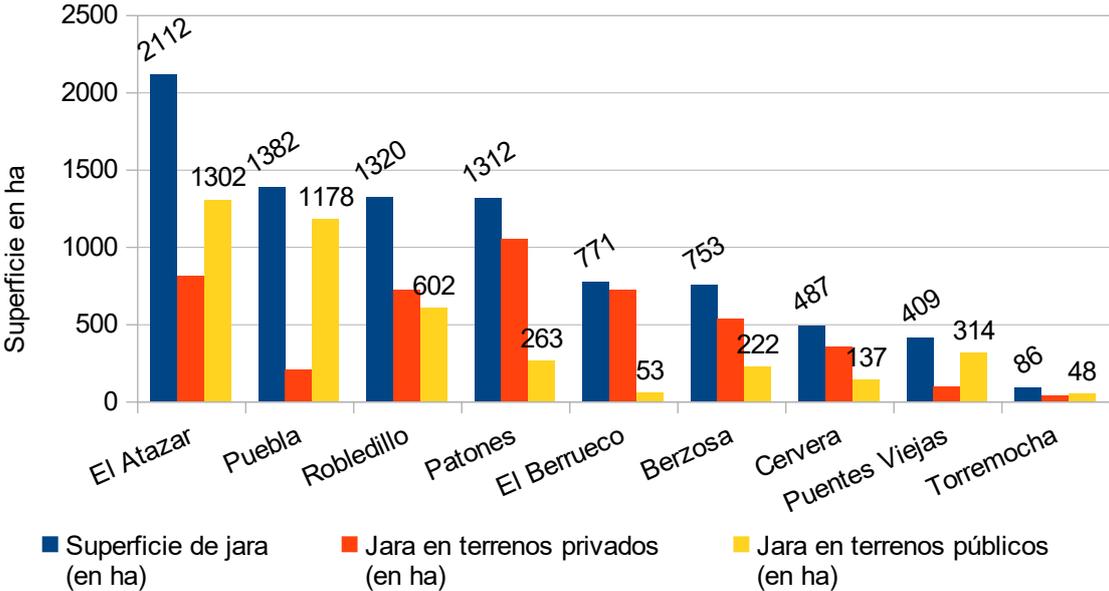
Figura 1: Superficie total de *Cistus ladanifer* subsp *ladanifer* L. en función de la pendiente.



Según la gráfica en Robledillo de La Jara, 1015 ha de jara pingosa, se sitúan en pendiente inferior al 30%.

La naturaleza jurídica de la propiedad, es otro elemento, que condiciona el aprovechamiento del recurso. En general la mayor parte de los terrenos ocupados por la jara, son pequeños minifundios de menos de 1 ha, de carácter privado.

Figura 2: Superficie de jara pringosa – Naturaleza de la propiedad del terreno



El alto grado de parcelación se hace evidente en la siguiente ortofoto, del municipio de Berzosa del Lozoya. Este hecho dificulta en gran medida el aprovechamiento del terreno. (Figura 5, y tablas 3 y 4).

Figura 3: Ejemplo de parcelación privada en Berzosa del Lozoya, 2017



Tabla 3: Caracterización de las parcelas privadas y públicas en los distintos municipios 2017

Municipio	Superficie parcelas privadas (en ha)			Municipio	Superficie parcelas públicas (en ha)		
	Media	Máximo	Mínimo		Media	Máximo	Minimo
El Atazar	0,26	44,9	< 0,001	El Atazar	5,76	418,6	0,002
Puebla	0,15	8,8	< 0,001	Puebla	14,9	548,3	0,0024
Robledillo	0,22	113,6	0,0015	Robledillo	3,34	261,7	0,0042
Patones	1,0	345,2	< 0,001	Patones	2,34	309,7	0,0015
El Berrueco	0,46	182,7	< 0,001	El Berrueco	1,06	50,7	0,0017
Berzosa	0,26	15,7	0,001	Berzosa	3,5	182	0,0002
Cervera	0,15	387,2	0,003	Cervera	1,14	26,7	0,0094
P.Viejas	0,38	94,4	0,0015	P.Viejas	1,9	54,0	0,0023
Torremocha	1,31	102,9	0,001	Torremocha	0,63	15,9	0,0061

Tabla 4: Número de parcelas privadas y públicas por municipio 2017

Municipios	Parcelas privadas (nº)	Parcelas públicas (nº)	Municipios	Parcelas privadas (nº)	Parcelas públicas (nº)
El Atazar	3335	299	Berzosa del Lozoya	2444	214
Puebla de la Sierra	4156	332	Cervera de Buitrago	6206	146
Robledillo de la jara	4193	331	Puentes Viejas	9759	447
Patones	2659	328	Torremoncha del Jarama	1222	203
El Berrueco	4991	253			

Cistus ladanifer L. es una planta alógama, con un sistema de incompatibilidad gametofítico, no se reproduce vegetativamente de forma natural, y puede producir hasta 158.000 semillas/planta, con un letargo interno debido a la impermeabilidad de la cubierta de la semilla, lo que garantiza su regeneración de forma continua a lo largo de los años, a partir del banco de semillas (Frazão D. F. et al., 2017).

La evolución del territorio a lo largo de los años, aporta mucha información relativa al aprovechamiento del matorral de jara. Ésta, produce sustancias alelopáticas, y autoalelopáticas (Chaves Lobón N., Ferrer de la Cruz I., Alías Gallego J.C., 2019), que podrían condicionar la continuidad de la especie a largo plazo. Consultando las ortofotos del vuelo americano de los años 1956-57, el vuelo interministerial realizado durante los años 70-80, OLISTAT, SIGPAC, y las fotos del Plan Nacional de Ortofotos Aereas (PNOA), realizadas hasta el año 2014, puede apreciarse claramente el crecimiento del matorral desde el año 1956 hasta el 2014.

Los resultados de las analíticas realizadas mensualmente, tanto rendimiento en oleorresina, contenido en polifenoles y capacidad antioxidante, como caracterización cromatográfica (CG-MS), se dan en las siguientes tablas.

Tabla 5: Resultados analítica rendimiento, polifenoles totales y capacidad antioxidante

FECHA ANÁLISIS	RENDIMIENTO (extracto etanolico) %	POLIFENOLES TOTALES (% A. gallico)	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE %
AGOSTO 2018	11,8	9,57	81,29
SEPTIEMBRE 2018			
OCTUBRE 2018	7,34	9,78	92,50
NOVIEMBRE 2018	11,62	5,03	76,01
DICIEMBRE 2018			
ENERO 2019	10,73	10,11	68,8
FEBRERO 2019	16,03	18,31	66,91

Las cromatografías se han realizado en distintos laboratorios especializados en el análisis de aceites esenciales, mediante CG-MS.

Tabla 6: Resultados cromatografías.

ELEMENTO QUÍMICO	Agosto %	Septiembre %	Noviembre %
Alpha-pinene	9,66	27,42	51,1
Camphene	0,23		3,1
Verbenene			0,2
Limonene	0,48	0,96	1,8
Gamma-terpinene	0,8	1,02	1,4
P-cymene		0,93	1,6
2,2,6-trimethylciclohexanone	1,46	0,6	1,5
Trans-pinocarveol+	7,25+	-	-
Allo-aromadendrene	1,4		
Bornyl acetate	2,8	2,26	3,2
Ledene			
Ledol	5,07	3,21	0,8
Viridiflorol	17,44	11,13	2,2
Terpinen-4-ol	2,43	2,67	-
Pinocarvone	2,55	2,75	3,0
Borneol	0,77	-	1,0
3-nonen-2-one	1,42	0,92	-
Menthadienol isomere	1,44	-	-
Myrtenol	1,59	1,26	-
Spathulenol	1,02	0,71	-
Levojuvenol	1,08	0,78	-
RENDIMIENTO	0,15	0,32	-

5. Conclusiones

La jara es una planta autóctona, con gran capacidad colonizadora (tabla 1), posiblemente a partir del banco de semillas, cuya diseminación han podido facilitar el corzo, o el ganado caprino o vacuno en extensivo. Dando origen a masas bien establecidas con predominio sobre otras especies, llegando a ocupar hasta un 66% de la superficie de un municipio, como ocurre en El Atazar (tabla 1).

A pesar de ser una planta que produce sustancias alelopáticas y autotóxicas, no se aprecian en las ortofotos, daños en el matorral a largo plazo, manteniéndose la masa arbustiva, prácticamente desde mediados de los años 80 hasta la actualidad.

La mayor parte del matorral, un 61%, de jara se sitúa en zonas con un alto nivel erosivo, nivel 3 (tabla 2). Lo que podría condicionar el aprovechamiento mecanizado de la jara. El trabajo en pendientes inferiores al 20% utilizando maquinaria, solo sería posible en municipios como Robledillo de La Jara, El Berrueco, Berzosa del Lozoya y Cervera de Buitrago (fig 2).

En los municipios más adecuados para su aprovechamiento mecanizado, la mayor parte de la jara, se sitúa en terrenos privados de muy poca superficie, la extensión media de una parcela en Berzosa del Lozoya es de 2600m², la gestión del matorral implicaría el acuerdo de muchos propietarios, y podría dificultar su aprovechamiento (fig 6, tablas 2 y 3).

Las labores de manejo de la jara para evitar incendios forestales, se desarrollan desde el año 2004 (anteriormente de forma menos intensiva). Los trabajos se suceden en las mismas zonas cada 5 – 6 años, lo que evidencia la regeneración del matorral a partir del banco de semillas. Acentuándose dicha regeneración en las zonas de paso de la maquinaria, donde los neumáticos compactan, y ponen en contacto la tierra con las semillas tan diminutas (ortofotos PNOA).

Como puede observarse de los resultados cromatográficos del aceite esencial obtenido por hidrodestilación, los porcentajes varían en función de la época del año, en la que se realice el análisis. Según estudios realizados con *Cistus ladanifer* L cultivado en Córcega las cantidades de cada elemento analizado, variaban entre distintos individuos, para la misma época del año (Mariotti et al 1997). Los elementos mayoritarios obtenidos en nuestros análisis, son análogos a los hallados por otros investigadores para *Cistus ladanifer* L. (Mariotti et al 1997) (Gomes P. B. Mata., Rodrigues A., 2005) Estos son, alfa-pineno, 2,2,6-trimethylciclohexanona, Trans-pinocarveol, viridiflorol, bornyl acetato, ledol, pinocarvone, y terpinen-4-ol.

6. Bibliografía

Alves- Ferreira J. et al., Hydrothermal Treatments of *Cistus ladanifer* Industrial Residues Obtained from Essential Oil Distilleries. *Waste Biomass Valor* (2017). DOI 10.1007/s12649-017-0127-3

Amensour M., Sendra E., Antioxidan Activity and Chemical Content of Methanol and Ethanol Extracts from Leaves of Rockrose (*Cistus ladaniferus*) *Plant Foods Hum Nutr* 65: 170-178 (2010).

Aziz M. et al., Antidiarrhoeal activity of *Cistus ladaniferus* aqueous extract. *Spatula DD*. 1(3): 175-179 (2011). DOI 10.5455/spatula.20110908034958

Barrajón-Catalán E. et al., Cistaceae aqueous extracts containing ellagitannins show antioxidant and antimicrobial capacity, and cytotoxic activity against human cancer cells. *Food and Chemical Toxicology* 48, 2273–2282 (2010).

- Barros L. et al., Antifungal activity and detailed chemical characterization of *Cistus ladanifer* phenolic extracts. *Industrial Crops and Products* 41, 41– 45 (2013).
- Becerro de Bengoa Mariña G., Lucini C., Del Monte Maíz M., Aprovechamiento de *Cistus ladanifer* L. CONAMA Congreso nacional de medioambiente. Universidad Católica de Avila (2014).
- Belmokhtar M. et al., Antihypertensive and endothelium-dependent vasodilator effects of aqueous extract of *Cistus ladaniferus*. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 389, 145-149. (2009).
- Chaves Lobón N., Ferrer de la Cruz I., Alías Gallego J.C., Autotoxicity of Diterpenes Present in Leaves of *Cistus ladanifer* L., *Plants* 8, 27; (2019). Doi:10.3390/plants8020027
- Deforce K. The historical use of ladanum. *Palynological evidence from 15th and 16th century cesspits in northern Belgium*. *Veget Hist Archaeobot* 15: 145-148 (2006).
- Dentinho M. T. P. et al., The use of a tannin crude extract from *Cistus ladanifer* L. to protect soya-bean protein from degradation in the rumen. *Animal*, 1: pp. 645–650 (2007).
- Dias A. S., Costa C. T., Silva Dias L., Allelopathic Plants. XVII. *Cistus ladanifer* L. *Allelopathy Journal* 16(1):1-30. 2005
- El Farissi H. et al., Valorisation of a Forest Waste (*Cistus* Seeds) for the Production of Bio-Oils. *Journal of Materials and Environmental Sciences* 8 (2), pp. 628-635 (2017).
- El Hamsas El Youbi A. et al., In Vivo Anti-Inflammatory and Analgesic Effects of Aqueous Extract of *Cistus ladanifer* L. From Morocco. *American Journal of Therapeutics* 0, 1-6. (2016).
- Fernandes M. et al. Comparative study on hydrolysis and bioethanol production from cardoon and rockrose pretreated by dilute acid hydrolysis. *Industrial Crops & Products* 111 633–641 (2018).
- Ferreira S. et al., Screening of antimicrobial activity of *Cistus ladanifer* and *Arbutus unedo* extracts. *Natural Product Research* Vol 26, No. 16, August, 1558-1560 (2012).
- Ferro M. D., et al., Bioethanol production from steam explosion pretreated and alkali extracted *Cistus ladanifer* (rockrose), *Biochem. Eng. J.*, (2015). <http://dx.doi.org/10.1016/j.bej.2015.04.009C>.
- Frazão D. F.. et al. *Cistus ladanifer* (Cistaceae): a natural resource in Mediterranean- type ecosystems. *Planta* (2017). <https://doi.org/10.1007/s00425-017-2825-2>.
- Gomes P.B., Mata V. G., Rodrigues A. E., Characterization of the Portuguese-Grown *Cistus ladanifer* Essential Oil. *J. Essent. Oil. Res.*, vol. 17, March/April (2005).
- Guimarães R. et al., Aromatic plants as a source of important phytochemicals: Vitamins, sugars and fatty acids in *Cistus ladanifer*, *Cupressus lusitanica* and *Eucalyptus gunnii* leaves. *Industrial Crops and Products* 30 427–430 (2009).
- Guimarães R., João Sousa M., C.F.R. Ferreira I., Contribution of essential oils and phenolics to the antioxidant properties of aromatic plants. *Industrial Crops and Products* 32, 152–156 (2010).
- Gulz P.G, Throsten H, Kurt H., Leaf trichomes in the genus *Cistus*. *Flora*, 191 85-104, (1996).
- Mariotti et al., Composition of the Essential Oil of *Cistus ladaniferus* L. Cultivated in Corsica (France). *Flavor and Fragrance Journal*, vol. 12, 147-151 (1997).

Mohammedi Z., Atik F. International Journal of PharmaTech Research, Vol.3, No1, pp 484-487, 2011.

Santos E. S. et al., Bioextracts of *Cistus ladanifer* L. growing in São Domingos mine as source of valuable compounds. Journal of Geochemical Exploration. Vol 174, 84-90. (2017).

Santos S. et al., *Cistus ladanifer* essential oils and in vitro antimicrobial activity against food isolates. (Poster). 29 May – 1 June Coimbra. CIPAM (2016)

Tomás-Menor et al., Correlation between the antibacterial activity and the composition of extracts derived from various Spanish *Cistus* species. Food and Chemical Toxicology 55, 313-322, (2013)

Verdeguer M., Blázquez M. A., Boira H., Chemical composition and herbicidal activity of the essential oil from a *Cistus ladanifer* L. population from Spain. Natural Product Research Vol. 26, No. 17, 1602–1609, (2012). <https://doi.org/10.1080/14786419.2011.592835>.

Zamora Lozano M. et al., Utilización del *Cistus ladaniferus* L. en pienso para conejos. Archivos de zootecnia, vol. 33, num. 127, p. 295 (1984).