

Distribución geográfica, caracterización ecológica y evaluación de *Cistus laurifolius* y *Cistus ladanifer*

Estudios sobre el matorral como recurso energético

En este artículo se presentan los resultados de un ensayo en el que se ha evaluado la distribución y caracterización ecológica de los jarales de dos especies (*Cistus laurifolius* y *Cistus ladanifer*) con características similares en cuanto a las formaciones que generan. En una segunda parte del ensayo, se estudió la dinámica de *Cistus laurifolius* tras su recolección y, en particular, se determinó el grado de regeneración y la acumulación de biomasa tras diferentes tratamientos como la corta y el descuaje.

Paloma Pérez, Luís Saúl Esteban y
M^a Pilar Ciria.

CEDER-CIEMAT (Soria). Unidad de Biomasa.

La utilización energética de la biomasa de algunos matorrales puede resultar de gran interés, si bien, no se dispone de superficie e información sobre el manejo más adecuado para obtener el máximo rendimiento y para asegurar la persistencia y estabilidad de estas masas forestales.

Entre las especies cabe citar los tojaes (*Ulex europaeus*), los retamares (*Genista* spp.) y los jarales (*Cistus* spp.) etc.

En la Universidad de Salamanca^[1] se llevó a cabo un estudio sobre los efectos de la quema, corta, arranque, abandono o pastoreo de *Cytisus multiflorus* (escoba blanca) con el fin de optimizar su rendimiento. Se observó que en las parcelas donde se habían arrancado las plantas era donde mayor producción total se obtenía, concluyendo que esto podía deberse a la mayor aireación, y a la mayor capacidad de retención de agua

frente a suelos más apelmazados. También se consideró positivo el efecto de la remoción de la tierra en el arranque sobre la germinación. En este estudio se constató que en las parcelas abandonadas, donde no se llevó a cabo ningún tratamiento, las producciones fueron más bajas que en el resto (cuadro I).

Otra de las especies a priori candidatas a ser aprovechada en la producción de biomasa son las jaras y especialmente las más abundantes y de mayor talla: *Cistus laurifolius* y *Cistus ladanifer*.

Trabajos previos han llegado a la conclusión de que puede ser interesante llevar a cabo una explotación racional de *Cistus laurifolius*^[2 y 3], pero para ello es necesario conocer su ciclo biológico, capacidad productiva, capacidad regenerativa, caracteres energéticos, así como los efectos de su explotación sobre la comunidad vegetal, la fauna, el suelo y el paisaje; también es importante realizar la recolección en el momento de máximo rendimiento en especie.

CUADRO I.

Resultados de la producción anual de biomasa de *Cytisus multiflorus*.

Parcela	Producción total de biomasa (kg/ha año)
Abandonada	1.775
Arrancada	3.550
Cortada	2.775
Quemada	2.725

CUADRO II.

Características del muestreo estratificado.

Estratos	Fracción cubierta	Densidad	Superficie (ha)
I	> 66%	Baja	35
II	33-66%	Media	50
III	< 33%	Alta	90
Total			175



FIGURA 1

Principal área de distribución de *Cistus laurifolius* en España.



FIGURA 2

Principal área de distribución de *Cistus ladanifer* en España.



Los resultados en cuanto a la distribución de las dos especies objeto de estudio fueron que la especie *Cistus laurifolius* en España se extiende a lo largo de un total de 355.595 hectáreas y la especie *Cistus ladanifer* en 2.106.717 hectáreas en formaciones arbustivas y bajo arbolado raro

CUADRO III.

Superficies por provincias de *Cistus laurifolius*.

Provincia	Superficie (ha)
Guadalajara	119.367,43
Segovia	39.348,82
Soria	38.145,35
Burgos	34.366,52
La Rioja	31.554,39
Cuenca	28.349,08
Teruel	16.049,17
León	10.369,87
Ávila	8.353,64
Madrid	7.934,01
Valladolid	5.429,86
Castellón	4.319,71
Zaragoza	2.760,19
Palencia	2.561,87
Granada	1.855,14
Zamora	1.608,00
Lérida	1.484,09
Almería	749,83
Tarragona	473,48
Albacete	234,96
Huesca	224,62
Toledo	55,83
TOTAL	355.595,86

Metodología

Distribución geográfica y caracterización ecológica

Para la localización de *Cistus laurifolius* y *Cistus ladanifer* en España se utilizó el Mapa Forestal de España en versión digital (escala 1:50.000), suministrado por el Banco de Datos de la Naturaleza^[4]. El programa que se utilizó para el análisis de este mapa ha sido Arc View 3.2.

La caracterización ecológica se realizó en las áreas de distribución definidas para ambas especies. Se usaron como base las capas digitales de las variables climatológicas de la Península con resolución 1 km facilitadas por el Instituto Nacional de Meteorología y los mapas digitales de suelos y pendientes obtenidos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Con estas bases se calcularon las diferentes variables climatológicas, los tipos de suelos y las pendientes que hay en las zonas donde aparecen las especies consideradas.

Evaluación de diferentes alternativas de recolección del matorral

Se llevó a cabo un muestreo estratificado de los jarales existentes dentro del Ceder-Ciema. El **cuadro II** muestra las características de ese muestreo, el cual se basó en las diferentes densidades de los jarales: baja (siete parcelas), media (diez parcelas) y alta (nueve parcelas). Las parcelas de alta densidad se recolectaron por medio de dos sistemas: corta (con una motosierra) y descuaje mediante el arrastre mecánico.

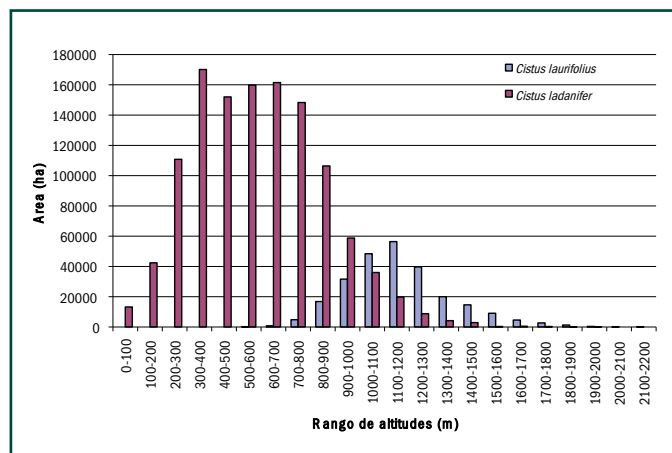
Alrededor de todas las parcelas recolectadas se hizo un desbroce dejando un borde de unos 3,5 m, para así facilitar el trabajo y evitar el efecto que la masa contigua podía tener sobre la regeneración de la parcela.

Las variables que se midieron en una primera fase fueron la densidad, la altura y el diámetro tras la regeneración de la planta. En el estrato III (parcelas recolectadas), al estar formado por una población muy ex- tensa, se observó que la medición de to-

dos los individuos era muy laboriosa, por lo que se realizó un muestreo de conglomerados o bietápico, en el que se han considerado como unidades principales o primarias las parcelas cortadas o descuajadas, y como unidades secundarias,

FIGURA 3

Superficie (ha) ocupada por *Cistus laurifolius* y *Cistus ladanifer* para cada rango de altitudes.



dieciséis cuadrantes de 0,25 m² en los tres siguientes años (del primer al tercer año) y nueve cuadrantes de 1 m² desde el cuarto hasta el séptimo año.

Posteriormente, las plantas se pesaron para crear un modelo que permitiera la evaluación de las existencias de biomasa.

Se seleccionaron un total de 45 plantas cortadas y 45 descuajadas de diferentes tamaños de las zonas de alta densidad, determinando el peso seco de las jaras muestreadas. Para el análisis de los datos se ha utilizado el software Statgraphics Plus.

Resultados

Distribución geográfica y caracterización ecológica

Los resultados en cuanto a la distribución de las dos especies objeto de estudio fueron que la especie *Cistus laurifolius* en España se extiende a lo largo de un total de 355.595 ha (**figura 1**) y la especie *Cistus ladanifer* en 2.106.717 ha (**figura 2**) en formaciones arbustivas y bajo arbolado ralo.

Como se puede apreciar, el área de distribución de *Cistus laurifolius* se centra, principalmente, en Castilla y León, si bien la provincia que destaca es Guadalajara (Castilla-La Mancha) con unas 200.000 hectáreas (**cuadro III**).

Cistus ladanifer se centra al oeste de la Península Ibérica, destacando Extremadura en una extensión del orden de 520.000 hectáreas, seguida de Ciudad Real (312.914,55

CUADRO IV.

Superficies por provincias de *Cistus ladanifer*.

Provincia	Superficie (ha)
Cáceres	318.598,07
Ciudad Real	312.914,55
Córdoba	287.507,32
Badajoz	201.560,50
Jaén	198.797,70
Huelva	154.511,14
Sevilla	103.757,82
Zamora	103.488,57
Lérida	87.313,76
Toledo	83.141,91
Guadalajara	59.810,26
Salamanca	58.272,81
Ávila	43.072,65
La Rioja	33.409,44
Castellón	20.434,51
Madrid	19.094,44
Málaga	8.250,96
Valencia	6.173,34
Cuenca	4.926,31
Girona	505,44
Orense	415,02
Granada	390,6
Albacete	369,99
TOTAL	2.106.717,11

ha) y Córdoba (287.507,32 ha) (**cuadro IV**).

En cuanto al estudio ecológico se observó que *Cistus laurifolius* se caracteriza por estar en zonas con temperaturas medias anuales de entre 8 y 13°C, mientras que *Cistus lada-*

nifer se encuentra en zonas con temperaturas medias anuales comprendidas entre 13 y 17°C. Existen pequeñas diferencias en cuanto a la precipitación anual aunque, en general, si se consideran los valores extremos, se observa una mayor amplitud ecológica en *Cistus ladanifer* que en *Cistus laurifolius* (**cuadro V**).

Respecto a la altitud se observó que *Cistus laurifolius* se da preferentemente en los rangos de altitud que van desde 900 a 1.600 metros; esto quiere decir que es una especie que prefiere zonas más de montaña que *Cistus ladanifer* que aparece entre los 200 y 900 metros (**figura 3**).

Evaluación de diferentes alternativas de recolección del matorral

En las parcelas de baja densidad, los resultados indicaron que son zonas muy empradecidas, lo que probablemente dificulta el establecimiento de nuevas plántulas.

Durante los últimos años del estudio, se observó que el número de plantas en las parcelas de densidad media se estabilizó. Sin embargo, este resultado podría tener errores de conteo debido a existencia de arbustos con varios brotes. Por esta razón, se llevó a cabo un análisis de varianza, encontrando que no existían diferencias significativas entre los distintos años estudiados y el número de plantas.

Se observó un aumento de densidad durante el primer año, especialmente en las parcelas descuajadas donde la densidad inicial media fue de 4.408 plantas/ha, frente a 2.155 plantas/ha en las parcelas de corta.

CUADRO V.

Características ecológicas de las dos especies estudiadas.

Concepto	<i>Cistus laurifolius</i>	<i>Cistus ladanifer</i>
Piso bioclimático	Supramediterráneo	Mesomediterráneo
Tª media anual (°C)	8-13	13-17
Precipitación anual (mm)	636,39	646,24
Reserva media (mm)	59,75	55,07
Tª máxima media (°C)	16,86	21,57
Tª mínima media (°C)	10,31	15,01
Altitud media (m)	3,92	8,57
Pendiente media (%)	0-17	0-19
Tipo de suelo	Inceptisol	Inceptisol

CUADRO VII.

Resultados de la selección de modelo lineal para estimar la biomasa seca producida en cada sistema de aprovechamiento.

Modelo	Tratamiento	Ecuación	R² ajustada
Lineal	Corta	$y = 36,9091 + 0,00145617 \cdot (D^2H)$	96,48
Lineal Múltiple	Descuaje	$y = 64,9521 + 0,00183965(D^2H) + 0,458518D$	99,02

CUADRO VI.

Resultados de la selección de modelo lineal para cada sistema de aprovechamiento.

CORTA		DESCUAJE	
R² ajustado	Variables incluidas	R² ajustado	Variables incluidas
96,48	D²xH	99,1	D²xH, H
96,39	D²xH, H	99,09	D²xH, D³xH, H
96,37	D²xH, D³, H	99,08	D²xH
96,34	D, D²xH	99,04	D, D²xH, D³xH
96,3	D, D²xH, H	99,01	D, D²xH
96,26	D²xH, D³xH, H	98,16	D, D²xH, D³xH, H
96,25	D, D²xH, D³xH	98,1	D²xH, D³xH
96,16	D, D²xH, D³xH, H	98,98	D, D²xH, H
95,91	D²xH, H	98,59	D, D²xH, H
95,86	D, D²xH, H	98,47	D²xH, H
94,12	D, D²xH	98,28	D, D²xH
93,29	D²xH	96,41	D²xH
80,25	D	86,16	D
73,44	H	67,65	H

Posteriormente, se observó que la densidad disminuyó hasta alcanzar un mínimo, tanto para las parcelas de descuaje (1.087 plantas/ha en el tercer año) como para las parcelas de corta (335 plantas/ha en el quinto año). Hasta el séptimo año, el número de plantas tiende a aumentar, llegando a 1.372 plantas/ha para las parcelas de descuaje y 384 plantas/ha para parcelas de corta.

Para evaluar simultáneamente las diferencias entre años y el número de plantas, se llevó a cabo un análisis de varianza, en el cual no se encontraron diferencias signi-

ficativas del quinto al séptimo año.

Para evaluar la influencia del tipo de tratamiento en el número de plantas, también se realizó un análisis de varianza de dos factores, el cual mostró que existen diferencias significativas entre ambos.

En la disminución de la densidad inicial, podrían influir la competencia entre diferentes plantas y la escasez de precipitaciones durante el tercer año (figura 4). Además, una nueva sequía en el sexto año del estudio también podría haber causado la mortandad de plantas hasta el séptimo año.

Con los datos obtenidos se realizaron modelos de regresión evaluando las variables que mejor podrían explicar la variabilidad. Dichas variables fueron: diámetro (D), diámetro al cuadrado por la altura (D²xH), diámetro al cubo por la altura (D³xH) y altura (H).

Como se puede observar en el cuadro VI, y atendiendo al coeficiente de determinación ajustado (R²), la mejor variable para representar el tratamiento de corta es el diámetro al cuadrado por la altura (D²xH). Sin embargo, para el tratamiento de descuaje el modelo ajustado mejor fue el diámetro al cua-





31 RAZONES MÁS PARA COMPRAR UN PUMA CVX

23% MÁS PRODUCTIVIDAD, 8% MENOS CONSUMO




SIMPLICIDAD: Le ahorra dinero. Controlado por la tecnología más productiva y fácil de usar, Gestión Automática de la Productividad (APM).

PRODUCTIVIDAD: 23% de potencia adicional del motor con la gestión de potencia.

ECONOMÍA: Ahorre tiempo, combustible y costes de operación, calificado como “el mejor de su clase” en cuanto a economía de combustible y rendimiento.

COMODIDAD: La cabina más silenciosa de su clase. Extremadamente cómoda, y diseñada para dar al conductor el más alto nivel de protección y sencillez de operación.

Puma CVX con EfficientPower



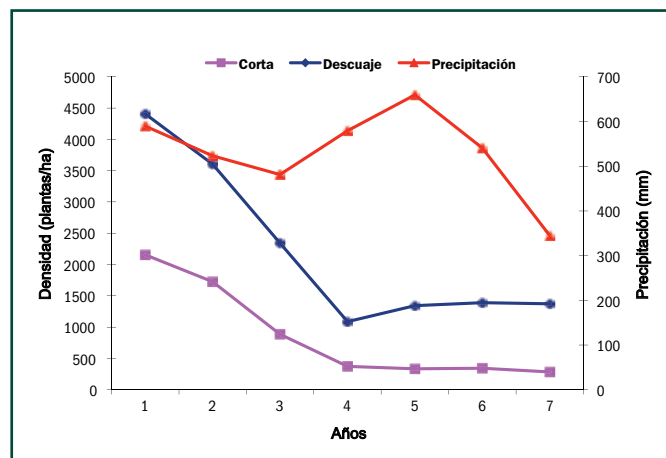
MAX-Soporte al Cliente
00 800/22 73 44 00

www.caseih.com



FIGURA 4

Comparación de las densidades en las parcelas de corta y descuaje con la precipitación.



Se observó un aumento de densidad durante el primer año, especialmente en las parcelas descuajadas donde la densidad inicial media fue de 4.408 plantas/ha, frente a 2.155 plantas/ha en las parcelas de corta. Posteriormente, se observó que la densidad disminuyó hasta alcanzar un mínimo, en la que podrían influir la competencia entre diferentes plantas y la escasez de precipitaciones del tercer año.

drado por la altura ($D^2 \times H$) y la altura (H).

Las variables como diámetro al cubo por la altura ($D^3 \times H$) que podrían asimilarse al volumen de un cono dieron peores resultados. La morfología de jaras cortadas parece ser más acorde con la expresión de $D^2 \times H$, debido a sus similitudes con el volumen de un cilindro.

Después de la elección de las variables óptimas, se obtuvieron los modelos y se validaron, para poder estimar la cantidad de biomasa producida.

Se han probado modelos potenciales y polinomios, además de modelos lineales, que son habitualmente utilizados en la bibliografía^[5]. De este modo se obtuvo un modelo para cada tratamiento (**cuadro VII**). La aplicación de dichos modelos a las unidades del muestreo estratificado permitió cuantificar las existencias de biomasa en las parcelas. Dichas existencias han variado hasta alcanzar un máximo en el último año estudiado (séptimo). El valor medio de acumulación de

biomasa fue mayor después de un tratamiento de descuaje (16.107 kg ms/ha en el séptimo año), que después de un tratamiento de corta (3.519 kg ms/ha en el séptimo año), lo que indica diferencias significativas entre los tratamientos.

Caracterización de la biomasa de *Cistus laurifolius* para energía

La biomasa obtenida presenta buenas características para su uso energético, con un contenido de nitrógeno menor del 1%, de azufre menor del 0,1%, de cenizas entre 1-3% y poder calorífico superior de unos 20 MJ/kg de materia seca.

Conclusiones

La extensión de los jarales en España tiene gran importancia. En su área de distribución existen algunas diferencias, constatándose una mayor amplitud ecológica en *Cis-*

tus ladanifer que en *Cistus laurifolius*. Las masas de ambas especies se extienden con mayor abundancia por terrenos de pendiente baja o media que sustentan suelos eluviados, consecuencia, normalmente, de la desaparición del bosque arbolado y también del abandono de tierras de cultivo cercanas a zonas boscosas.

En el estudio de las parcelas de media y baja densidad no se produjeron cambios significativos de las variables analizadas. Por el contrario, se constataron diferencias en las parcelas de alta densidad, siendo mayores en las parcelas descuajadas que en las cortadas cinco años después del tratamiento.

La explotación de un jaral de *Cistus laurifolius* es más adecuada mediante el tratamiento de descuaje. ●

Bibliografía ▼

- [1] Fernández, B.; Gómez, J.M.; Tarrega, R. 1992. "Efectos de la quema, corta, arranque, abandono o pastoreo del matorral de escoba blanca (*Cistus multiflorus*) sobre la producción y estructura de la comunidad herbácea". Pastos, XXII (2): 131-146.
- [2] Gómez, J.M.; Fernández, B.; Pérez, M.; Martínez, C.; Sánchez, C. 1996. "Propuesta razonada de la explotación del matorral como nuevo cultivo". ITEA, 17: 376-383.
- [3] Molinero, A. 1998. "Análisis de la producción y perspectivas de utilización energética de *Cistus laurifolius*". Proyecto fin de carrera EUIA-Soria Universidad de Valladolid.
- [4] Ministerio de Medio Ambiente. Servicio Inventario Forestal. 1998. "Segundo Inventario Forestal Nacional España". Edit. Dirección General de Conservación de la Naturaleza.
- [5] Esteban, L.S.; Pérez, P.; Ciria, P.; Carrasco, J.E. 2004. "Evaluación de los recursos de biomasa forestal en la provincia de Soria. Análisis de alternativas para su aprovechamiento energético". Edit. CIEMAT. Madrid.