



2022
Lleida

27·1
junio · juny
julio · juliol

Cataluña
Catalunya

8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022
ISBN 978-84-941695-6-4
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



Seguimiento de la restauración post-incendio en la zona incendiada de Huesa-Quesada. Evolución de la regeneración de un pinar de pino carrasco en entorno semiárido

GUZMÁN ÁLVAREZ, J. R.¹; BARTOL CANEDO, G.²

¹ Dirección General del Medio Natural, Biodiversidad y Espacios Protegidos. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía.

² Delegación Territorial de Jaén. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía.

Resumen

El 5 de julio de 2015 se desencadenó un incendio forestal que afectó a los municipios jiennenses de Quesada, Huesa y Cabra de Santo Cristo. Tras el suceso se llevó a cabo una evaluación de los efectos del incendio y se diseñó un plan de actuaciones de restauración. Fruto de ello, durante el año 2016 se realizaron trabajos selvícolas de manejo de la madera quemada en parte del área incendiada, con la construcción de hidrotecnias (fajinas y albarradas) para reducir los efectos potenciales de la erosión. Cinco años después del incendio se ha llevado a cabo un estudio de la regeneración natural y de atributos relacionados con la recuperación de la vegetación y con la incidencia de la erosión. Este análisis se ha llevado a cabo en el marco de la evaluación de las actuaciones de urgencia llevadas a cabo. Adicionalmente, se ha realizado el análisis de localizaciones singulares en donde la presencia de regeneración de pinos es comparativamente mucho más elevada con el objetivo de identificar causas explicativas de esta manifestación diferencial.

Palabras clave

Pinus halepensis, incendios forestales, restauración, regeneración natural.

1 Introducción

El domingo 5 de julio de 2015 se inició un incendio forestal en el paraje conocido como “La Cruz del Muchacho”, en el término municipal de Quesada (Jaén), por el efecto de un rayo consecuencia de una tormenta seca (**Figura 1**). Este territorio se localiza en el extremo suroriental de la provincia, lindando con la provincial de Granada. Afectó a un enclave forestal singular, próximo a las estribaciones de la Sierra de Cazorla, pero colindante con el entorno semiárido del altiplano del sur Jaén y norte de Granada en un área con una altitud de entre 750 a 900 m, caracterizada por escasas e irregulares precipitaciones, fuertes pendientes y laderas sujetas a intensos procesos erosivos que han generado un relieve muy acaravado. Las características de los suelos (del grupo Xerorthents) y el régimen pluviométrico (ombroclima seco inferior) condicionan el desarrollo de la vegetación, dificultando el establecimiento de formaciones forestales arboladas.

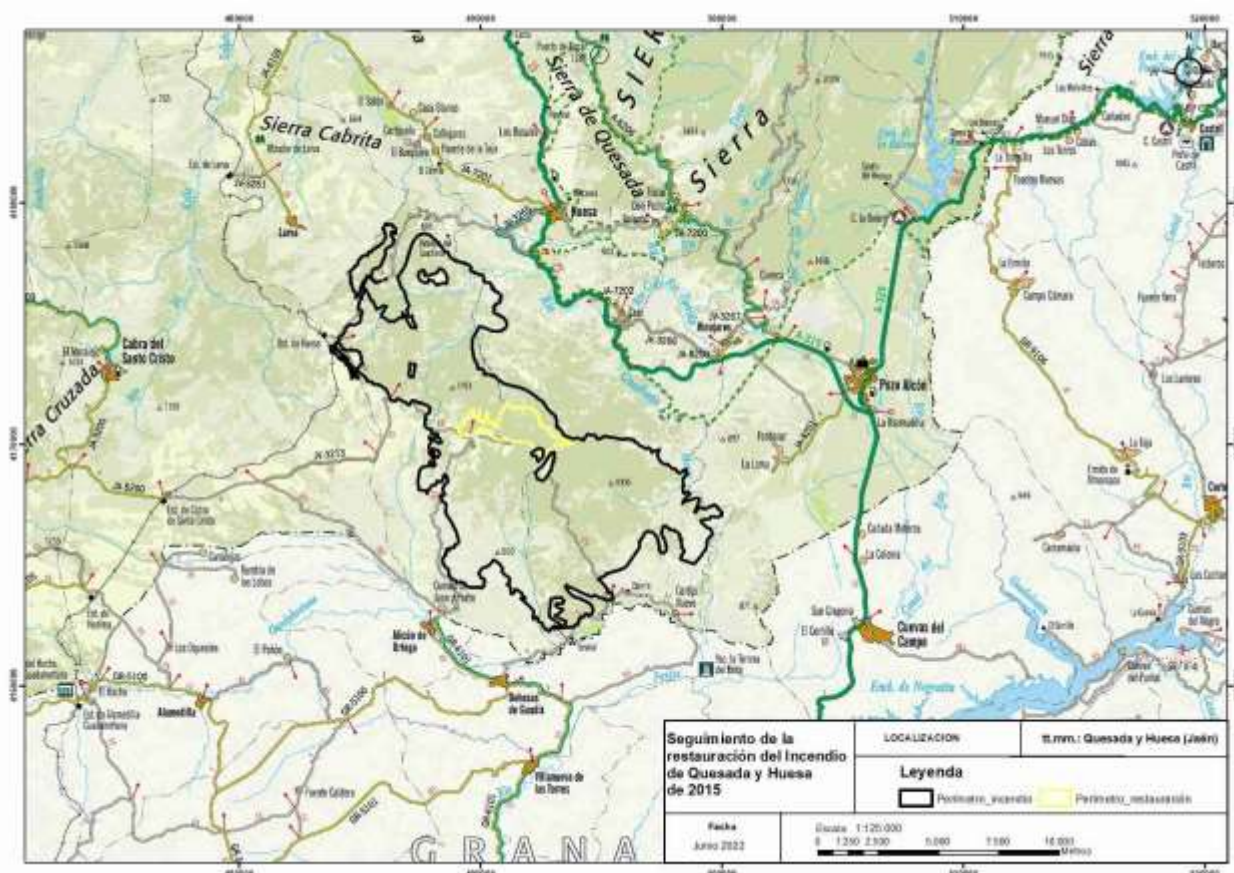


Figura 1. Localización del incendio de Quesada y Huesa (2015)

El incendio recorrió 9.777,12 ha (SALAS *et al.*, 2017), afectando mayoritariamente a terrenos de titularidad pública (88%), propiedad tanto de la Junta de Andalucía (11%) como de Ayuntamientos (77%). Los montes especialmente afectados fueron: Dehesa del Guadiana (JA-30104-AY), propiedad del Ayuntamiento de Quesada, y Bernales (JA-30110-AY), propiedad del Ayuntamiento de Huesa.

Estos montes se sitúan en un área muy expuesta a la erosión. Fueron declarados de utilidad pública por su papel en la regulación de las grandes alteraciones del régimen de las avenidas al estar situados en la cabecera de la cuenca del río Guadiana Menor, en el contexto de un territorio con gran riesgo de erosión debido al relieve y a la naturaleza de los suelos (margas yesíferas del Keuper), para evitar la colmatación de los embalses aguas abajo (Doña Aldonza, Pedro Marín y Úbeda la Vieja).

Ambos montes contaban con proyecto de ordenación (fecha 20/8/2008) en los que se reconoce que su función principal es de tipo ambiental, en concreto su contribución a frenar la erosión. Aunque cubiertos de pinar en su mayor parte, los aprovechamientos principales son el cinegético y pascícola, y en menor medida, la recogida de plantas medicinales, la apicultura y la recolección de esparto.

La vegetación incendiada (Tabla 1) consistía principalmente en pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis*) naturales o naturalizados en estado de fustal con fracción de cabida cubierta elevada, entre el 50 y el 75% (4.357,20 ha); pinares procedentes de repoblación en estado de fustal en disposición alineada y aterrazados en parte de su superficie (1.440,93 ha); pinares procedentes de repoblación poco desarrollados en estado de latizal-fustal (475,19 ha); matorrales y espartizales (2.290,17 ha); y roquedos y zonas con escasa vegetación (803,59 ha). La vegetación arbustiva estaba formado principalmente por *Quercus coccifera* y *Pistacia lentiscus* en las zonas de mejores condiciones edáficas, mientras que en los suelos menos desarrollados o esqueléticos dominaban diferentes especies de matas propias de este área biogeográfica (*Stipa tenacissima*, *Rosmarinus*

officinalis, *Cistus albidus*, *Anthyllis cytisoides*, *Genista umbellata*, *Retama sphaerocarpa*, *Cytisus fontanesii*, *Ulex parviflorus*), con la aparición esporádica en umbrías de *Arbutus unedo* y *Rhamnus lycioides*. En las áreas de suelos más salinos sobre margas y yesos se desarrollan comunidades propias de la clase *Arthrocnemetea*, apareciendo *Gypsophila struthium*, *Jurinea pinnata*, *Lepidium subulatum*, *Helianthemum squamatum*, *Launaea resedifolia*, *Lygeum spartum* y otras especies gipsícolas de gran interés.

Tabla 1. Vegetación afectada por el incendio forestal de Huesa-Quesada (5/7/2015, a partir de Salas et al., 2017).

Tipo de vegetación	ha
Pinares de <i>Pinus halepensis</i> naturales o naturalizados	4.357,20
Matorrales y espartizales	2.290,17
Pinares de <i>P. halepensis</i> de repoblación desarrollados	1.440,93
Roquedos y zonas con escasa vegetación	803,59
Pinares de <i>P. halepensis</i> de repoblación poco desarrollados	475,19
Cultivos, pastos	262,18
Sabinar/enebral	135,14
Vegetación ripícola	11,60
Cortafuegos, edificaciones y canteras	1,12
Total	9.777,12

Tras el incendio, se procedió a aplicar la metodología que propone la Guía Técnica para la Gestión de Montes Quemados (ROJO et al., 2013), con el objetivo de realizar una Evaluación Preliminar del Impacto Ecológico del Fuego y en base a esos resultados identificar los rodales de actuación prioritaria. Esta metodología también se empleó para elaborar el documento de “Bases para el Plan de restauración del área incendiada de Huesa y Quesada 2015” (VENEGAS et al., 2017; SALAS et al., 2017).

La identificación de rodales de actuación prioritaria se llevó a cabo calculando un índice de priorización sintético para cada una de las unidades de análisis territorial de modo que se pudiera establecer una prelación en el área incendiada según su vulnerabilidad ante los riesgos presentes en la situación post-incendio, especialmente los derivados del aumento de la erosión debido a la pérdida de la cobertura vegetal (SALAS et al., 2017).

Una vez identificada la zona de actuación prioritaria, se redactó el proyecto “Actuaciones urgentes para la restauración del área incendiada de Huesa y Quesada (Fase I)” (BRICEÑO y VENEGAS, 2015), que fue ejecutado entre los meses de octubre y Diciembre de 2015. La zona seleccionada, denominada “Umbría de Calderones”, contaba con un pinar maduro de *Pinus halepensis*, natural o naturalizado, con una fracción de cabida cubierta media superior al 60%, con algunas zonas puntuales de rasos y otras con un dosel prácticamente continuo.

En el proyecto se definieron las actuaciones urgentes con la finalidad de estabilizar el área afectada, evitar los procesos de degradación y minimizar el riesgo para la personas. Las mismas se ejecutaron entre los meses de octubre y diciembre.

Las actuaciones fueron las siguientes:

- Mejora de accesos.
- Mejoras ganaderas en montes colindantes (construcción de apriscos y abrevaderos).
- Corta y apeo de los pinos quemados.
- Construcción de hidrotecnias con la madera apeada y otro material del terreno (albarradas, fajinas y acordonamiento de los restos según curvas de nivel).
- Construcción de escolleras en cauces con grandes riesgos de aceleración de procesos erosivos.
- Monitoreo y control de poblaciones de perforadores.

ROJO et al. (2013) llaman la atención sobre la necesidad de realizar un seguimiento de la evolución y composición y estructura de la vegetación post-incendio a partir del tercer año para

determinar si la cobertura vegetal obtenida cumple con las funciones protectoras del suelo y ecológicas deseables o si, por el contrario, serán necesarias actuaciones adicionales para ayudar a la regeneración o actuaciones activas de restauración forestal. Igualmente, este seguimiento ha de servir para evaluar la eficacia de las actuaciones inmediatamente posteriores para el control de la erosión de modo que se adquiera conocimiento y sirva de aprendizaje para otros episodios.

2 Objetivos

El objetivo de este trabajo es evaluar la recuperación de la vegetación, en términos de cobertura, estructura y composición, de la zona que se vio afectada por el fuego por el incendio de 5 de julio de 2015 de los montes incendiada.

Este objetivo general se subdivide en tres objetivos específicos:

1.- Evaluación de la regeneración natural del área incendiada en donde se realizaron actuaciones de urgencia a partir de unidades de muestreo (parcelas) representativas a partir de la medición de variables indicativas (recubrimiento del suelo por vegetación y hojarasca, incidencia de la erosión, existencia de regeneración natural de pino carrasco y altura de las plántulas, especies de arbustos presentes y altura de los mismos).

2.- Evaluación de la tasa de caída natural de los pies de pino carrasco quemados que no fueron retirados (para disponer de una referencia de la situación de no-intervención).

3.- Estudio de situaciones puntuales de áreas con alto establecimiento comparativo de plántulas carrasco en el conjunto del área incendiada y análisis de los factores que pueden determinar este comportamiento.

3 Metodología

3.1.- Evaluación de la regeneración natural del área incendiada en donde se realizaron actuaciones de urgencia

Se seleccionaron 21 parcelas de muestreo de 10 m de radio en el área incluida en el proyecto de actuaciones de urgencia (superficie total de 393,45 ha) (**Tabla 2**). Las parcelas se seleccionaron de modo que estuvieran representados los factores más relevantes que pueden afectar a la variabilidad de la respuesta de la vegetación: grado de cobertura previamente al incendio, pendiente, orientación. El trabajo de campo se llevó a cabo los días 11 y 12/5/2020. En estas parcelas se realizó la medición de las variables indicadoras de la evaluación de la regeneración, utilizando como estadillo una adaptación del modelo propuesto en la Guía Técnica para la Gestión de Montes Quemados del Ministerio de Medio Ambiente (ROJO *et al.*, 2013):

- % de cobertura de suelo desnudo, de hojarasca, de vegetación y de matorral. La escala de intervalos utilizada para medir la regeneración natural de pino carrasco fue: muy abundante (>20 plantas/parcela de 314 m², equivalente a >955 plantas/ha); abundante (10 a 20 plantas/314 m², equivalente a >477 plantas/ha), moderada (5 a 10 plantas/314 m², equivalente a >239 plantas/ha) y escasa (<5 plantas/314 m², equivalente a <79 plantas/ha).

- presencia de evidencia de erosión: con la escala cualitativa: leve, moderada y severa.

- presencia de regeneración de pino carrasco (brinzales): con la escala cualitativa escasa, moderada, abundante, muy abundante.

- inventario florístico de las especies de matorral o arbustivas presentes en las parcelas de muestreo.

- altura de las especies de matorral presentes en las parcelas de muestreo: se midió la altura de un ejemplar representativo de cada especie.

Tabla 2. Situación y atributos principales de las parcelas de muestreo (11 y 12/5/2020).

Nº	Coord X	Coord Y	Altitud	Posición	Orientación	Pendiente	Fcc pinar antes del incendio
1	48972	417054	998	Ladera	N	30%	50%

	7	9					
2	49015 3	417068 1	985	Ladera	E	36%	75%
3	49135 7	417025 0	984	Vaguada	N	10%	75%
4	49170 6	417031 5	950	Ladera	NE	32%	50%
5	49230 0	417020 6	982	Ladera	S	45%	25%
6	49123 8	417084 7	895	Ladera	SE	65%	10%
7	49109 1	417098 1	866	Ladera	O	30%	10%
8	41914 3	417118 6	805	Llano	-	5%	50%
9	49114 3	417137 6	764	Ladera	NE	33%	60%
10	49142 7	417210	767	Ladera	NO	33%	40%
11	49203 7	417084 3	811	Ladera	NO	40%	75%
12	49217 9	417118 0	831	Ladera	NE	70%	75%
13	49215 3	417107 4	824	Ladera	S	50%	25%
14	49227 7	417081 4	827	Ladera	NE	40%	75%
15	49295 0	417014 1	949	Ladera	NE	34%	50%
16	49363 6	417005 5	971	Ladera	N	43%	75%
17	49333 7	416999 6	980	Ladera	N	34%	75%
18	49085 9	417057 1	910	Ladera	N	25%	40%
19	49067 2	417071 4	908	Vaguada	NE	40%	50%
20	49016 3	417084 1	931	Ladera	N	50%	80%
21	48982 7	417110 0	939	Ladera	SO	34%	5%

3.2.- Evaluación de la tasa de caída natural de los pies de pino carrasco quemados que no fueron retirados.

Se seleccionaron 5 zonas de muestreo en áreas en donde la madera quemada no se había retirado, con una superficie media de 1.600 m² (40 x 40 m, aunque debido a la irregularidad de la zona algunas de las parcelas tuvieron una superficie ligeramente distinta, nunca mayor de 2.000 m² ni menor de 1.000 m²). Estas áreas estaba separadas entre sí por una distancia mayor de 150 m. Se contabilizaron los pies de árboles quemados (pinos carrascos) que se mantenían en pie y los que se

habían caído, utilizándose como indicador el % de árboles caídos respecto al total de ejemplares contabilizados. La medición se realizó el día 7/7/2020.

3.3.- Estudio de situaciones puntuales de áreas con alto establecimiento comparativo de plántulas de pino carrasco en el conjunto del área incendiada

En gabinete se identificaron dos localizaciones concretas de superficies homogéneas con elevada regeneración natural de pino carrasco a partir de imágenes satelitales (utilizando imágenes posteriores al incendio de fecha 15/8/2019):

- zona A (UTM 489.151, 4.170.641; 950 a 1.000 m; 5.500 m²)
- zona B (UTM 491.792, 4.170.151, 1.000 m; ; 6.500 m²)

Estas zonas constituyen singularidades en la recuperación post-incendio en comparación con la manifestación de la regeneración del conjunto de la zona incendiada.

En 10 unidades de muestreo de 10 x 10 m distribuidas al azar se contabilizaron los pies de pino procedentes de regeneración en medición realizada el día 7/7/2020.

Para identificar el estado de la vegetación de estas áreas previamente al incendio se utilizó como referencia la imagen histórica de Google Earth de mayo de 2015.

En una de las parcelas (zona B) se perdieron los estadillos de campo. Sin embargo, se presenta la información observacional como complemento de la situación de la zona A.

4 Resultados

4.1. Evaluación de la regeneración natural del área incendiada en donde se realizaron actuaciones de urgencia

Cinco años después del incendio de 2015 (**Tabla 3**), 4 de las parcelas (19,05%) muestran un porcentaje de suelo desnudo superior al 60% y en otras 2 (9,5%), este porcentaje se sitúa entre el 30 y el 60%. La erosión está presente en 4 parcelas con nivel severo, en 11 con tipo moderado y en 4 con tipo leve. El problema erosivo se manifiesta en forma de erosión laminar (en 18 parcelas), pero también en forma de regueros (en 13 parcelas) y cárcavas (en 8 parcelas) y está estrechamente relacionado con el grado de recubrimiento de matorral tras el incendio: (**Tabla 4**): las 4 parcelas con manifestación severa de erosión tienen menos del 30% de cobertura de matorral, en tanto que las 6 parcelas con muestras leves de procesos erosivos disponen de cobertura de matorral superior al 30%).

Tabla 3. Situación del área en donde se realizaron las actuaciones de urgencia: vegetación, regeneración natural y erosión.

Nº	Suelo desnudo	Hojarasca	Vegetación	Matorral	Erosión	Regeneración pinos
1	<30%	<30%	30-60%	30-60%	Moderada	Escasa
2	<30%	30-60%	>60%	30-60%	Leve	Escasa
3	<30%	>60%	>60%	<30%	Leve	Escasa
4	<30%	30-60%	>60%	>60%	Moderada	Muy abundante
5	>60%	<30%	<30%	<30%	Severa	Escasa
6	>60%	<30%	<30%	<30%	Severa	Escasa
7	<30%	<30%	30-60%	30-60%	Leve	Escasa
8	<30%	30-60%	30-60%	30-60%	Leve	Escasa
9	<30%	<30%	30-60%	30-60%	Moderada	Escasa
10	<30%	<30%	30-60%	30-60%	Moderada	Moderada
11	<30%	<30%	30-60%	30-60%	Moderada	Escasa
12	30-60%	<30%	30-60%	30-60%	Moderada	Escasa
13	>60%	<30%	<30%	<30%	Severa	Escasa
14	<30%	<30%	30-60%	30-60%	Moderada	Moderada
15	<30%	30-60%	>60%	>60%	Moderada	Abundante

16	<30%	>60%	>60%	<30%	Leve	Escasa
17	<30%	30-60%	>60%	>60%	Leve	Abundante
18	30-60%	<30%	30-60%	30-60%	Moderada	Escasa
19	<30%	>60%	>60%	30-60%	Moderada	Escasa
20	<30%	<30%	>60%	30-60%	Moderada	Moderada
21	>60%	<30%	<30%	<30%	Severa	Escasa

La recuperación de la vegetación en el área incendiada se está produciendo a partir principalmente de las plantas previamente existentes, gracias a la capacidad rebrotadora que manifiestan las especies características de este ámbito (**Tabla 4**). Sin embargo, la revegetación no está siendo uniforme en la totalidad del área: en la mayoría de las parcelas de muestreo (12), el matorral ocupa entre un 30 y un 60% de la superficie, hay 6 con menos del 30% de recubrimiento y 3 parcelas con más del 60%.

El número de especies presentes en las parcelas de muestreo ha sido 15, con una media de 4,23 (desviación = 1,34). Estas especies son características de las formaciones de romeral-espartizal propias del área quemada. Las más frecuentes son *Stipa tenacissima* (15 parcelas), *Cistus albidus* (15), *Rosmarinus officinalis* (13), *Anthyllis cytisoides* (10), *Quercus coccifera* (9), *Helianthemum* sp. (9), *Cytisus fontanesii* (5) y *Pistacia lentiscus* (5). Aparecen solamente en una parcela *Arbutus unedo*, *Juniperus oxycedrus*, *Retama sphaerocarpa*, *Ulex parviflorus*, *Genista umbellata*, *Phlomis lychnitis* y *Thymus* sp.

Las especies muestran un alto grado de afinidad: la combinación *Stipa tenacissima* + *Rosmarinus officinalis* + *Cistus albidus* + *Quercus coccifera* está presente en 5 parcelas; *Stipa tenacissima* + *Rosmarinus officinalis* + *Cistus albidus* en 8; *Stipa tenacissima* + *Rosmarinus officinalis* en 9 y *Stipa tenacissima* + *Cistus albidus* en 10.

Tabla 4. Especies arbustivas presentes en el área en donde se realizaron actuaciones de urgencia (n.º = número de parcela de muestreo; Es = número de especies totales; S.t. = *Stipa tenacissima*; C.a. = *Cistus albidus*; R.o. = *Rosmarinus officinalis*; A.c. = *Anthyllis cytisoides*; Q.c. = *Quercus coccifera*; H.s. = *Helianthemum* sp.; Ple = *Pistacia lentiscus*; C.f. = *Cytisus fontanesii*; Up = *Ulex parviflorus*; R.s. = *Retama sphaerocarpa*; G.u. = *Genista umbellata*; Au = *Arbutus unedo*; J.o. = *Juniperus oxycedrus*; P.l. = *Phlomis lychnitis*; T.s. = *Thymus* sp.).

Nº	Es	S.t	C.a	R.o	A.c	Q.c	H.s	Ple	C.f	Up	R.s	G.u	Au	J.o.	P.l	T.s
1	4	x		x	x					x						
2	2		x		x											
3	1		x													
4	5	x	x		x				x		x					
5	3	x			x				x							
6	3	x							x							x
7	5	x	x	x		x									x	
8	4		x	x		x		x								
9	5		x	x	x	x	x									
10	5	x	x	x		x	x									
11	6	x	x	x		x	x	x								
12	6	x	x	x		x	x						x			
13	4	x			x		x		x							
14	6	x	x	x		x		x						x		
15	5	x	x	x			x	x								
16	3		x	x		x										
17	5		x	x		x	x	x								
18	5	x	x	x	x		x									
19	3	x	x		x											
20	5	x	x	x	x							x				
21	4	x			x		x		x							

Las especies más frecuentes en el área se presentan de forma codominantes (participando aproximadamente del 20% de la cobertura arbustiva total en las parcelas de muestreo). Solo *Stipa tenacissima* muestra una mayor dominancia en 4 de las parcelas (contribuyendo a más del 80% de la cobertura arbustiva) y *Retama sphaerocarpa* (con el 50% de la cobertura arbustiva en la única parcela en donde está presente, junto a *Stipa tenacissima* y *Cistus albidus*).

Las plantas individuales han alcanzado distinta altura, en función de las características de cada especie (**Figura 2**), destacando los crecimientos de los brotes de *Pistacia lentiscus* (130 cm en promedio) y de *Quercus coccifera* (122,2 cm).

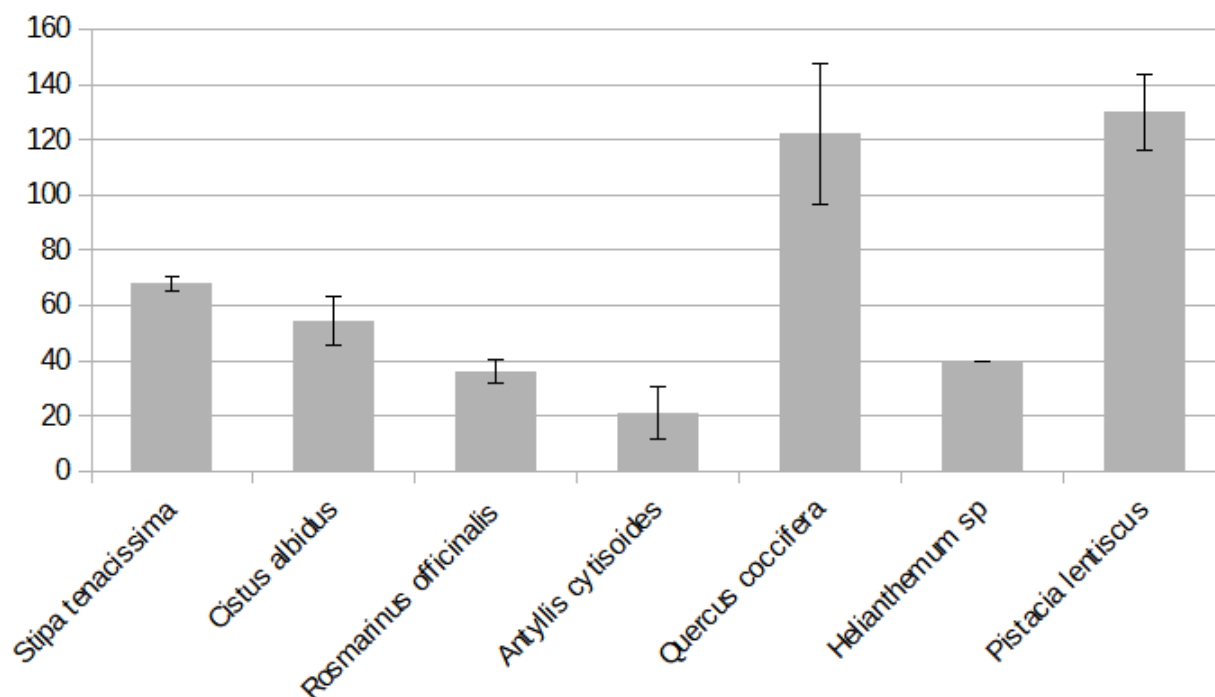


Figura 2. Altura de especies presentes en las parcelas de muestreo.

Se ha producido establecimiento de pino carrasco en todas las parcelas muestreadas, aunque con diferente densidad. Solamente en una de las parcelas la regeneración se puede considerar como muy abundante (955 plantas/ha), con 2 parcelas con regeneración abundante (477 plantas/ha), 3 moderada (239 plantas/ha). La mayor parte de las parcelas (15, el 71,4%) muestra una regeneración escasa (menos de 79 plantas/ha). La altura media de los brinzales es de 21,4 cm (con una desviación de 8,14). En todas las parcelas de muestreo los pinos manifiestan buenas condiciones de vigor y buenas aptitudes de provenir.

Únicamente en tres de las parcelas de muestreo ha quedado pinar sin quemar. En la n.º 3 hay un 80% de cobertura de pinar y la mortalidad post-incendio ha sido del 10%; en la n.º 16, la cobertura es del 60% y la mortalidad ha sido del 10%; y en la n.º 19 la fracción de cabida cubierta es del 50% y la mortalidad ha sido del 5%.

4.2. Evaluación de la tasa de caída natural de los pies de pino carrasco quemados que no fueron retirados.

El porcentaje de árboles en pie cinco años después del incendio es del 27,2% (**Tabla 6**), quedando los fustes y ramas caídos sobre el terreno sin apenas señales de descomposición (**Figura 3**).

Tabla 6. Porcentaje de árboles en pie cinco años después del incendio.

Punto de muestreo	Coord X	Coord Y	En pie	Caídos	% en pie
1	487.925	4.170.768	18	50	26,5%
2	488.011	4.170.828	16	31	34,0%
3	488.072	4.170.838	6	43	12,2%
4	488.533	4.171.229	9	20	31,0%
5	488.537	4.170.624	14	252	35,9%
Total			63	169	27,2%



Figura 3. Rodal con arbolado en pie adyacente a zona en la que se ha retirado la madera quemada (UTM 487.925, 4.170.768; 7/7/2020).

4.3.- Estudio de situaciones puntuales de áreas con alto establecimiento comparativo de plántulas de pino carrasco en el conjunto del área incendiada

La zona A se sitúa en una ladera con orientación noreste sin aterrazar en la que tras el incendio se instalaron fajinas con los restos de fustes (UTM 489.151, 4.170.641, 950 a 1.000 m; 5.500 m²). Presenta una regeneración muy uniforme, con una densidad media de 17,1 pies/100 m², equivalente a 17.100 pies/ha, con una desviación estándar de 10,27 pies/100 m²). Cuenta con elevada cobertura herbácea, sobre todo gramíneas y apenas matorral (pies aislados de *Rosmarinus officinalis* y *Cistus albidus*). La ladera inmediatamente contigua a esta localización, separada por una barranquera de poca entidad y que presenta una orientación noroeste (UTM 489.234, 4.170.530, similar altitud), apenas existe establecimiento de pinos, estando recubierta por un matorral denso dominado por *Rosmarinus officinalis*, *Genista umbellata* y *Cistus albidus*. Las actuaciones de manejo post-incendio fueron similares. Se aprecian diferencias considerables en la situación previa al incendio: en la imagen de Google Earth de 5/2015, la ladera noreste está poblada por un pinar de repoblación distribuido por calles de plantación (distancia entre líneas, 4 m; entre plantas, entre 3 y 5 m), de entre 20 y 30 años de edad, con una fracción de cabida cubierta del 50%, mientras que la vegetación de la ladera noroeste es un pinar aparentemente natural, con disposición irregular, edad madura y en torno a un 40% de fracción de cabida cubierta (**Figuras 4 y 5**).

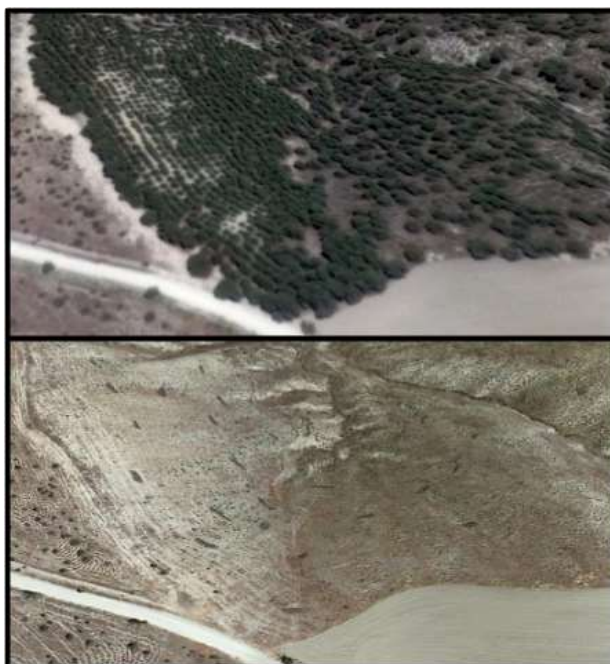


Figura 4. Zona A, con alta densidad de regeneración de pino carrasco 1 (UTM 489.151, 4.170.641, 950 a 1.000 m). Las imágenes - orientadas al norte - están tomadas de Google Earth (superior: 5/2015; inferior: 15/8/2019). A la izquierda, ladera orientada al noreste con pinar de repoblación previamente al incendio, que presentó una alta regeneración post-incendio de pino. A la derecha, ladera orientada al noreste con pinar natural o naturalizado antes del incendio, que presentó una regeneración post-incendio muy escasa.



Figura 5. Regeneración natural de pino carrasco en la zona A de alta regeneración 1. Comparación de las laderas (UTM 489.151, 4.170.641; 7/7/2020).

La zona B se sitúa junto al camino que desciende a Los Baldíos (UTM 491.792, 4.170.151, 1.000 m, 6.500 m²). Presenta una elevada regeneración de pino carrasco, con gran uniformidad. Aunque los datos de campo se perdieron, a partir de las fotografías tomadas in situ se puede realizar una estimación observacional del orden de 1 pie/m² (10.000 pies/ha). Los pinos vegetan junto a una densidad equivalente de plantas de *Rosmarinus officinalis*. En la superficie que rodea a este rodal poligonal, la densidad de plántulas de pino procedentes de regeneración post-incendio es

notablemente reducida (**Figuras 6 y 7**). En esta zona B la vegetación previa al incendio (a partir de imagen Google Earth de mayo de 2015) también presenta diferencias significativas entre el rodal con mucha regeneración, que estaba ocupado por un latizal muy denso (90% de fracción de cabida cubierta), y la superficie del contorno, en donde el pinar maduro era de tipo natural o naturalizado, con espaciamiento irregular y en torno al 40-50% de cobertura.



Figura 6. Zona B, con alta densidad de regeneración de pino carrasco 1 (UTM 491.792, 4.170.151, 1.000 m). Las imágenes – orientadas al norte - están tomadas de Google Earth (superior: 5/2015; inferior: 15/8/2019). Se aprecia el rodal procedente de repoblación o de un incendio anterior en el centro de la imagen.



Figura 7. Regeneración natural de pino carrasco en la zona B de alta regeneración (UTM 491.792, 4.170.151; 7/7/2020).

5 Discusión

Pinus halepensis es la especie más heliófila y termófila entre las autóctonas peninsulares (RUIZ DE LA TORRE, 2006). Gracias a estrategias como la serotinia, se considera que posee elevada capacidad de regeneración post-incendio (DEL RÍO *et al.*, 2008; DASKALAKOU y THANOS, 1996). Si bien existen numerosas referencias sobre el comportamiento del pino carrasco después del incendio, pero en nuestro caso, hemos evaluado el patrón de recuperación a escala de paisaje de un pinar

quemado en un área semiárida que presenta características ecológicamente limitantes para el desarrollo de la vegetación (precipitación y suelos margo salinos).

Con carácter general (excepto en las zonas singulares con alta regeneración), la densidad de plantas procedentes de regeneración post-incendio es escasa, no garantiza la creación futura de un pinar en espesura. La existencia de regeneración de especies de matorral propias de este entorno semiárido permitirá reconstruir, en ausencia de intervención activa de densificación con especies arbóreas, un nuevo paisaje en la que la presencia de arbolado tendrá carácter disperso.

Son muchos los factores que influyen en la tasa de establecimiento final post-incendio. En este caso, por las observaciones realizadas en sitios concretos con elevada densidad, identificamos las características previas del pinar quemado como determinante: los dos rodales estudiados, en donde el pinar era joven y con gran espesura, muestran una densidad de brinzales mucho mayor que la que caracteriza a la generalidad del área quemada, que estaba poblada por un pinar natural o seminaturalizado maduro con densidad y fracción de cabida cubierta moderada.

Por otro lado, preocupa la cobertura total del suelo cinco años después del incendio. Si bien en algunos de los rodales la recuperación del matorral ha permitido un recubrimiento efectivo, existen zonas en donde aún permanece la tercera parte del suelo sin cubrir (con áreas en donde el suelo desnudo ocupa más del 50%), lo que acrecienta el riesgo de pérdida de suelo por erosión.

Las parcelas con niveles de erosión leve corresponden a zonas que presentan una cubierta de pino carrasco densa o zonas de matorral denso y pendiente moderada. Asimismo, en las zonas en donde el matorral presenta mayor espesura ($F_{cc} > 60\%$), se aprecian fenómenos de erosión/deposición menores, de manera que se considera que en estos casos la vegetación está ofreciendo una buena protección, siendo las pérdidas de suelo asumibles.

En cambio, en las zonas donde el matorral presenta una f_{cc} entre el 30 y el 60 % se han detectado procesos de erosión laminar activos, observándose numerosos signos que lo corroboran como la presencia de raíces al aire. En estas áreas, la vegetación no presenta la cobertura suficiente para proteger al suelo de la erosión hídrica y se considera que las pérdidas de suelo no son asumibles. Por lo tanto, se debería reforzar mediante plantaciones la cobertura vegetal.

Por último, las parcelas que presentan pérdidas de suelo severas coinciden con zonas de exposición de solana en las que el matorral es escaso. En las áreas con presencia de yesos y margas blancas, el suelo es esquelético o inexistente, de manera que la viabilidad potencial de posibles plantaciones se estima como muy escasa, por lo que no se recomienda su repoblación. Se deberá hacer un seguimiento de la tasa de colonización natural por especies adaptadas a estas difíciles condiciones de insolación y pobreza de suelo. La presencia previa de esparto en estas laderas (que está manifestando un buen comportamiento de rebrote) supone cierta cohesión para evitar movimientos en masa.

En cuanto a las actuaciones que se llevaron a cabo de manera urgente tras el incendio, cabe destacar que en el caso de las fajinas no se ha observado retención apreciable de sedimentos en el intradós del paramento que forman las trozas, mostrando unos resultados no tan aparentes y satisfactorios como en el caso de las albarradas. Incluso se han apreciado el derrumbe de alguna de las fajinas por la excesiva acumulación de restos. Esto invita a evaluar la oportunidad de realizar este tipo de hidrotecnias bajo estas condiciones edafológicas y climáticas, teniendo en cuenta que la evolución de la vegetación de matorral las hace poco útiles pasados 2 ó 3 años después del incendio. En cualquier caso, hay que tener en consideración que no se han producido eventos torrenciales en los meses inmediatamente posteriores al desastre, lo que ha supuesto que la principal utilidad de estos elementos (protección frente a los primeros eventos de erosión potencial) no se haya puesto a prueba.

Otro aspecto a destacar es la elevada protección del suelo que ejercen los restos de astillado y de triturado de los residuos esparcidos por los rodales. En las zonas que se ha podido realizar este tratamiento los signos de erosión son menores y la implantación de la vegetación ha sido mejor.

Con carácter general, en todo caso, los trabajos de corrección hidrológica han dado sus frutos, disminuyendo las pérdidas de suelo hasta la instauración de la vegetación natural y protegiendo el

camino principal que en caso de que no se hubiera realizado las actuaciones, estaría cortado en varios puntos, quedando esa zona del monte inaccesible.

6 Conclusiones

El establecimiento natural de pinos carrasco en el área incendiada de Huesa y Quesada es escaso cinco años después del siniestro (en 14 de las 21 parcelas de muestreo, la regeneración se ha evaluado como escasa, una categoría equivalente a menos de 79 plantas/ha).

La recuperación de la vegetación se está produciendo principalmente gracias a la capacidad rebrotadora de los ejemplares de matorral previamente existente. En la mayor parte de las parcelas de muestreo (12), el matorral ocupa entre un 30 y un 60% de la superficie.

Se aprecian manifestaciones de erosión de tipo moderado o severo en 15 de las 21 parcelas estudiadas.

En las zonas en donde no se realizaron actuaciones de manejo de la madera quemada, el porcentaje de árboles en pie cinco años después del incendio es del 27,2%.

La historia previa de la vegetación del territorio ha manifestado tener incidencia sobre el patrón de regeneración: dos áreas singulares con una elevada densidad de plantas de pino en la situación post-incendio comparten el haber estado ocupadas por un pinar joven, con alta densidad, en contraste con la situación general de pinar con mayor grado de madurez de la mayor parte del área afectada por este incendio.

7 Bibliografía

BRICEÑO GARCÍA, A.; VENEGAS TRONCOSO, J. 2015. Proyecto de actuaciones urgentes para la restauración del área incendiada de Huesa y Quesada. Agencia de Medio Ambiente y Agua, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Sevilla.

DASKALAKOU, E.N.; THANOS, C.A. 1996. Aleppo pine (*Pinus halepensis*) post-fire regeneration: the role of canopy and seed banks. *Journal of Wildland Fire*, 6: 59-66.

DEL RÍO, M.; CALAMA, R.; MONTERO, G. 2008 Selvicultura de *Pinus halepensis*. En: SERRADA, R.; MONTERO, G.; REQUE, J. A.: Compendio de Selvicultura aplicada en España. Páginas: 289-312. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid.

NE´EMAN, G.; GOUBITZ, S.; NATHAN, R. 2004. Reproductive traits of *Pinus halepensis* in the light of fire. A critical review. *Plant Ecology*, 171: 69-79.

ROJO, L.; ALLOZA, J.A., GARCÍA, S.; GIMENO, T.; BAEZA, M. J.; VALLEJO, V.R.; 2013. Guía técnica para la gestión de montes quemados. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid.

RUIZ DE LA TORRE, J.; 2006. Flora Mayor. Fundación Conde del Valle Salazar. Madrid.

SALAS CABRERA, F. J.; VENEGAS TRONCOSO, J.; BARTOL CANEDO, G.; GUZMÁN ÁLVAREZ, J. R.; GONZÁLEZ SECO, J.; MUÑOZ BUENDÍA, J.; MADERO MONTERO, A.; CARPINTERO SALVO, I. R.; MONTOYA MANZANO, G.; PRIETO MOLINA, R.; SANTIAGO GAHETTE, A.; CABALLERO GÓMEZ, M.; JIMÉNEZ MARTÍN, M. E.; MONTERO HERRANZ, R. L.; VALÉS BRAVO, J. J.; MÉNDEZ CABALLERO, E. M.; 2017. Caracterización y análisis del área incendiada en Huesa, Quesada y Cabra de Santo Cristo (Jaén) para dar soporte a las actuaciones de restauración. Comunicación al Congreso Forestal Español. Plasencia.

VENEGAS TRONCOSO J.; SALAS CABRERA J.; GUZMAN ALVAREZ J.R.; BARTOL CANEDO, G.; GONZALEZ SECO J.; 2018. Plan de restauración del área incendiada en el año 2015 en Huesa y Quesada, Jaén. Junta de Andalucía. Sevilla.