



**Respuesta al fuego de *Tetraclinis articulata* (VAHL)  
Masters (Incendio de Peña del Águila, 2011)**

**Autor:** Juan Miguel Moya Perez

**Institución:** Universidad de Murcia

**Otros autores:** Isabel Hernández García (Universidad de Murcia); Miguel Angel Esteve Selma (Universidad de Murcia)

## Resumen

Se han estudiado los efectos del fuego sobre *Tetraclinis articulata* en función del grado de afección de cada ejemplar (quemado o deshidratado), así como atendiendo a su posible relación con las características dendrométricas (diámetro del tronco principal y número de troncos) y ambientales (orientación, densidad de matorral y árboles cercanos, distancia al límite del incendio) de cada individuo. El seguimiento ha consistido en dos campañas de muestreo durante los 8 primeros meses tras el incendio forestal ocurrido en agosto de 2011 en el Parque Regional de Calblanque-Monte de las Cenizas-Peña del Águila (Región de Murcia). La población estudiada abarca un total de 610 individuos, en torno al 23% de la población afectada por el citado fuego.

Las tasas de mortalidad observadas han sido muy bajas, un 0.16%. Los ejemplares más afectados por el fuego y los de menor diámetro presentan un rebrote exclusivo de cepa, intensidades medias o bajas provocan una respuesta rebrotadora de cepa y rama en los ejemplares de mayor tamaño (diámetros superiores a 15 centímetros) y en los afectados a intensidades muy bajas (deshidratados) predomina el rebrote de rama. El tamaño del ejemplar quemado influye significativamente sobre la probabilidad de rebrote de rama. Los resultados obtenidos en este estudio se comparan con los presentados por López Hernández y Esteve-Selma sobre el incendio ocurrido en 1992 (López et al., 1995) en la misma zona, y se discuten las posibles causas de que se haya percibido una menor tasa de mortalidad y una mayor respuesta rebrotadora de rama sobre el total de ejemplares.

**Palabras claves:** Incendios forestales; respuesta rebrotadora; *Tetraclinis articulata*; intensidad

## INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales actúan como un factor ecológico natural que modifica los ecosistemas terrestres. Según su recurrencia y dependiendo de su intensidad, el fuego ha influenciado las características ecológicas de todos los biomas del planeta de forma que, sin su presencia, la composición de los ecosistemas terrestres sería otra (Bond *et al.*, 2005).

La característica más relevante del clima mediterráneo es su variabilidad estacional, con veranos cálidos y secos, inviernos suaves y periodos poco lluviosos en la primavera y el otoño. Son estas características las que facilitan que los ecosistemas situados en regiones mediterráneas sufran incendios en verano, ya que el elevado estrés hídrico que soporta la vegetación y su naturaleza inflamable favorece su aparición (Naveh, 1991; Arianoutsou *et al.*, 1993).

Es indudable que determinados regímenes de incendios se dan de manera natural en los ecosistemas mediterráneos y que una parte de la diversidad de los mismos puede explicarse por la presencia reiterada del fuego a lo largo del tiempo. Sin embargo, el régimen de incendios forestales en determinadas zonas del mediterráneo español se está viendo incrementado de forma anormal durante las últimas décadas, excediendo los parámetros naturales y pudiendo tener graves consecuencias ecológicas (Pausas, 2010). El cambio de usos de suelo y las presiones urbanísticas han hecho que los incendios se vuelvan más frecuentes de lo normal en los últimos años. De hecho, el porcentaje de siniestros intencionados durante el periodo 1986-1995 aumentó en el territorio español desde el 30% hasta casi alcanzar el 70%, viéndose incrementado el índice de frecuencia en la Región de Murcia para este mismo periodo desde el 0,47 hasta un 4,37 según el Plan de Protección Civil de Emergencia para Incendios Forestales en la Región de Murcia 2011, y siendo las causas más frecuentes de los incendios las negligencias, los incendios intencionados y los incendios de causa desconocida (Bardaji y Molina, 1999).

Dependiendo de su respuesta al fuego, es posible diferenciar entre dos grandes grupos de especies vegetales: las germinadoras y las rebrotadoras. Las especies pertenecientes al primer grupo mueren por efecto del fuego, pero no así sus semillas, que pueden germinar una vez que éste se ha extinguido. Los individuos de las especies que conforman el segundo grupo son capaces de regenerar sus tejidos tras sufrir los efectos destructivos de un incendio forestal y rebrotar. Existen también especies facultativas que poseen la capacidad de rebrotar y que además cuentan con bancos de semillas resistentes a elevadas temperaturas. Por último, se encuentran las especies que no poseen capacidad de rebrote y que carecen de semillas con cubiertas piroresistentes. Éstas últimas desaparecen de las zonas afectadas por el fuego y las colonizan posteriormente desde los bordes de la zona quemada (Pausas, 2004; Lloret y Zedler, 2009).

La especie objeto de estudio en este trabajo es *Tetraclinis articulata*, una planta fanerófita, única representante de un género de coníferas pertenecientes a la familia *Cupressaceae*, subfamilia *Thujoideae*. Popularmente se le conoce también como sabina mora, araar, thuja africana o ciprés de Cartagena. Se encuentra representada por el hábitat 9570: bosques de *Tetraclinis articulata*, considerado como prioritario para su conservación por la Directiva 92/2/CEE. Actualmente su área de distribución es inferior a 800.000 ha., pudiendo encontrar poblaciones en Marruecos, Argelia, Túnez, Malta y el Sureste de la Península Ibérica (sierras de Cartagena y La Unión).

La sabina mora posee una gran capacidad rebrotadora debido a que presenta un órgano subterráneo llamado lignotuber que le permite recuperarse rápidamente de las perturbaciones sufridas. El lignotuber se encuentra en la cepa, formando una especie de engrosamiento de la misma como consecuencia de las continuadas mutilaciones e incendios sufridas (Guerra *et al.*, 1990).

El fuego es, actualmente, la presión degradativa más importante de las que afectan a la distribución de *Tetraclinis articulata* en el sureste español. En los últimos 20 años y coincidiendo con la protección de la Peña del Águila en 1992 como parte del Parque Regional de Calblanque-Monte de las Cenizas-Peña del Águila, se ha dado una oleada de incendios en los hábitats idóneos para la especie. De los últimos 8 incendios sucedidos en las sierras de Cartagena y La Unión desde entonces, al menos 5 han afectado a poblaciones de sabina mora. El último incendio, ocurrido en agosto de 2011, afectó a unos 2800 ejemplares de sabina mora, lo que representa el 34,1% de la población silvestre estimada para la Península Ibérica. Aproximadamente la mitad de estos ejemplares ya se habían visto afectados por incendios anteriores en la zona. El origen antrópico (intencionado o por negligencia) y la coincidencia de estos incendios con periodos clave como la protección del Parque Regional o el inicio de la reactivación económica de la bahía de Portman hacen pensar en una relación causal, pero hasta el momento no existen pruebas que puedan demostrarlo (Esteve, Hernández y Miñano, 2012).

En este artículo se estudia la respuesta al fuego de la población de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters afectada por el incendio ocurrido en 2011 en el Collado de la Rebollada, localizado dentro del Parque Regional de Calblanque-Monte de las Cenizas-Peña del Águila (Región de Murcia). Los objetivos que se plantean son describir la estructura de la población afectada en el área de estudio, determinar los principales efectos que el fuego pueda haber causado en ella, analizar su respuesta al fuego en relación con sus características dendrométricas y ambientales, evaluar el papel de la vegetación acompañante en términos de combustible forestal y comparar los resultados con los obtenidos por López Hernández y Esteve-Selma (1995) en el incendio ocurrido en 1992 en la misma zona.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El Parque Regional de Calblanque-Monte de las Cenizas-Peña del Águila se encuentra situado en la porción más oriental del litoral de la Región de Murcia, al sur del Mar Menor. La Peña del Águila está localizada en el sector oriental de la sierra minera de Cartagena-La Unión y fue incluida dentro de los límites del Parque Regional por la Ley 4/1992 de Ordenación y Protección del Territorio, habiendo sufrido 8 incendios provocados desde entonces (el último de ellos ocurrido en agosto de 2011) que han provocado perturbaciones notables en una valiosa masa forestal.

El área afectada por el incendio de 2011 comprende unas 400 ha. localizadas en su totalidad en el paraje denominado Peña del Águila. El estudio reflejado en este artículo se ha realizado en el área del Collado de la Rebollada, localizado al sureste de dicho paraje (37° 26' N, 0° 50' W). Atendiendo a la orientación del terreno se diferencian tres zonas; una de orientación dominante sur, otra de orientación dominante norte y el cauce de una rambla existente en el lugar, ocupando una superficie de 10 ha. Debido a sus dimensiones, la zona no presenta variaciones litológicas (predominan las calizas y dolomías) ni climáticas significativas (alrededor de 340 mm anuales de precipitación y más de 4 °C en la media de las mínimas del mes más frío). Las zonas umbrosas se encuentran dominadas por *Pinus halepensis* y las de orientación sur por formaciones de matorral y *Tetraclinis articulata*.

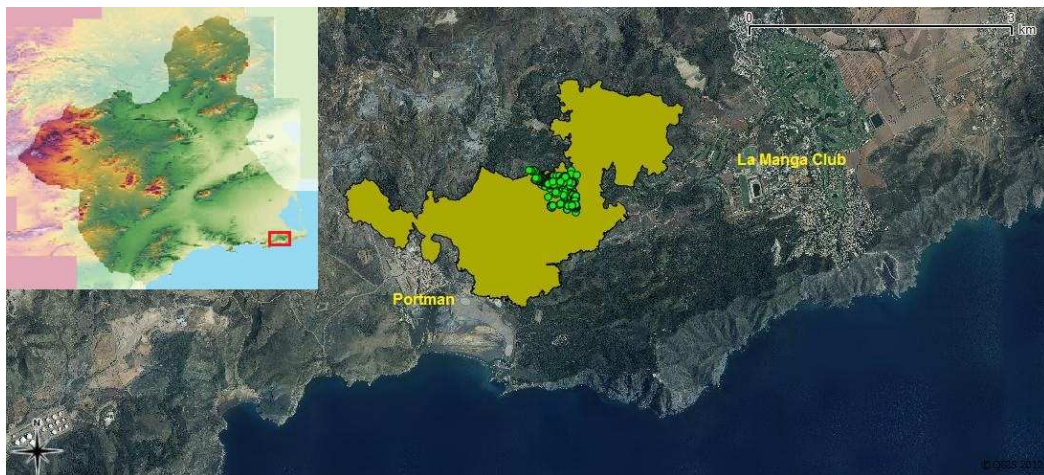


Figura 1. Localización de la zona afectada por el incendio y de la población estudiada.  
Fuente: Ortoimagen Proyecto NATMUR-08.

El número de ejemplares de sabina mora afectados por el incendio y estudiados en este trabajo es de 610. A cada ejemplar se le ha realizado un seguimiento individual durante 8 meses, divididos en 2 periodos (Diciembre-Marzo y Mayo-Julio). Para facilitar este seguimiento, se ha procedido a la georreferenciación de los ejemplares usando el software *Quantum GIS*. Para cada individuo se ha recogido información correspondiente a distintos tipos de variables recogidas en la Tabla 1, el estado del ejemplar (quemado o deshidratado), las coordenadas UTM de su posición, si posee o no rebrote y dónde se localiza (cepa o rama), así como la distancia a los arbustos y árboles más cercanos y la distancia al límite del incendio. Se ha procedido a analizar cada una de estas variables de forma individual y conjunta mediante modelos de regresión logística (GLM) para evaluar su grado de significación respecto a la posible relación con el tipo de rebrote presentado por cada ejemplar de *Tetraclinis articulata*.

<b>Variables estudiadas</b>	<b>Tipo</b>	<b>Carácter</b>
<b>Diámetro</b>	Dendrométrica	Cuantitativo
<b>Número de troncos</b>	Dendrométrica	Cuantitativo
<b>Orientación</b>	Ambiental	Semicuantitativo
<b>Densidad de matorral</b>	Ambiental	Cuantitativo
<b>Densidad de arbolado</b>	Ambiental	Cuantitativo
<b>Distancia al límite del incendio</b>	Ambiental	Cuantitativo

Tabla 1. Variables dendrométricas y ambientales evaluadas mediante GLM.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Estructura de la población

Los ejemplares de *Tetraclinis articulata* afectados por el fuego han sido agrupados por clases de frecuencias según las variables dendrométricas consideradas (Figuras 2 y 3).



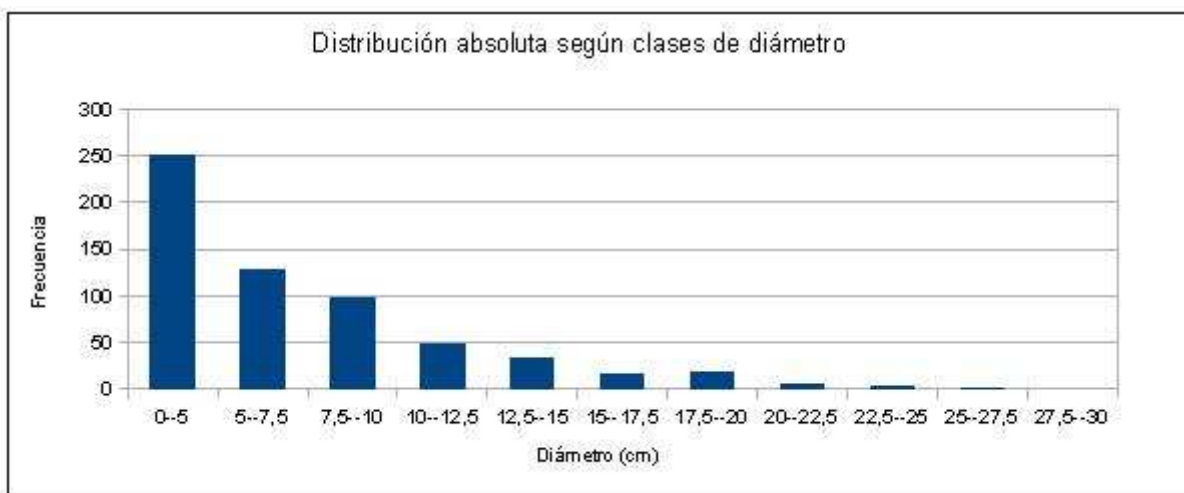


Figura 2. Distribución de frecuencias de *Tetraclinis articulata* clasificadas por diámetro.

Como puede observarse, gran parte de los ejemplares se agrupan en clases de diámetros inferiores a 15 cm. Más de la mitad lo hace en un rango inferior a 7,5 cm.



Figura 3. Distribución de frecuencias de *Tetraclinis articulata* clasificadas por número de troncos.

La Figura 3 muestra como 199 ejemplares (el 32,62% respecto al total) poseen un único tronco principal de crecimiento, lo que indica que no han sufrido perturbaciones graves en el pasado. De los 610 ejemplares estudiados, 187 (30,65%) poseen un único tronco principal y además tienen un diámetro igual o inferior a 10 cm, por lo que podemos suponer que se trata de ejemplares relativamente jóvenes.

## Principales efectos del fuego sobre la población estudiada

De los 610 ejemplares presentes en este estudio, 583 (95,5%) se encontraron totalmente afectados por las llamas, mientras que 27 (el 4,5% restante) sufrieron distintos grados de deshidratación debido al efecto del calor.

En la Figura 4 se muestra los resultados obtenidos para las respuestas rebrotadoras de cepa y rama en los ejemplares quemados durante ambos periodos de muestreo. Puede observarse una respuesta rebrotadora de cepa temprana durante los primeros 4 meses con 538 ejemplares, frente a 44 ejemplares más (correspondientes a diámetros inferiores a 12,5 cm) que rebrotaron de forma más tardía dando un total de 582. Sólo un individuo de los 583 quemados no presenta ningún tipo de rebrote, lo que representa una mortalidad del 0,17% (la registrada en 1995 en el trabajo de López Hernández y Esteve-Selma fue del 1%). Respecto al rebrote de rama, este se da en el 14,75% de los ejemplares que también rebrotan de cepa y ocurre casi en su totalidad durante los primero meses tras el incendio, ya que la diferencia entre ambos periodos de muestreo es de sólo un ejemplar.

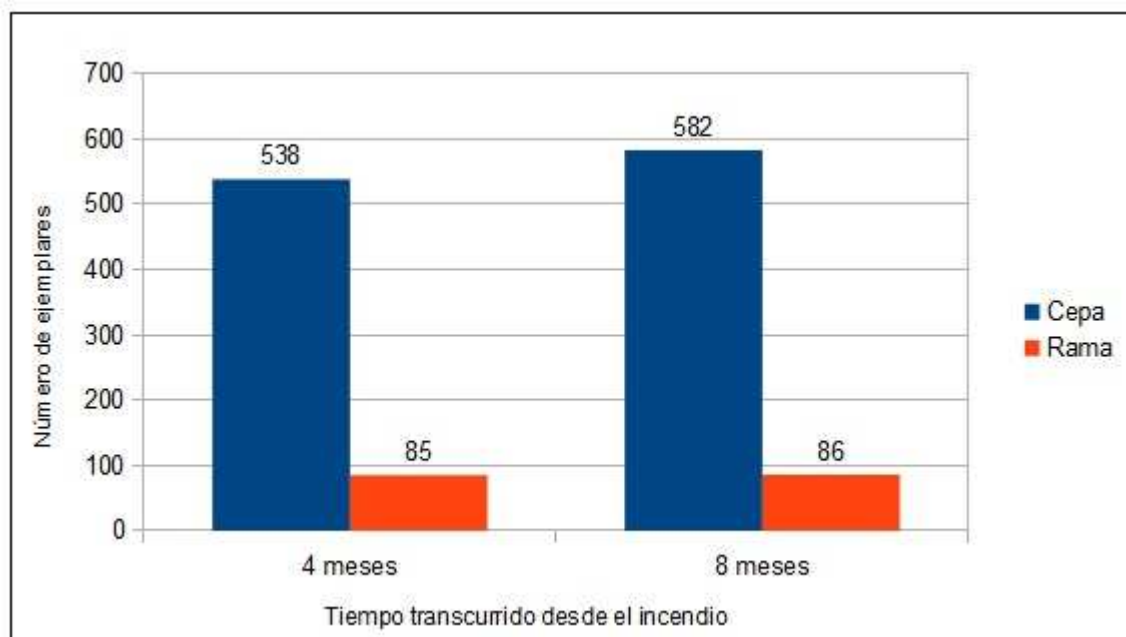


Figura 4. Rebrote de cepa y rama de *Tetraclinis articulata* durante los periodos de muestreo.

Según los análisis de regresión realizados para establecer si existe o no relación significativa entre las respuestas rebrotadoras y las variables estudiadas, los resultados significativos obtenidos para los ejemplares quemados se reflejan en la Tabla 2.



Relación entre variables	Coefficientes	Pr(> z )	AIC	Desviación absorbida
Cepa ~ Número de troncos	(Intercept) 1.70267 Troncos 0.29461	(Intercept) 6.85e-11*** Troncos 0.00284 **	306.68	4,5%
Cepa ~ Orientación	(Intercept) 1.6951 Orientacion 0.2653	(Intercept) 2.17e-06*** Orientacion 0.0223 *	315.94	1,58%
Cepa ~ Número de troncos + Orientación	(Intercept) 0.85265 Troncos 0.30460 Orientacion 0.27840	(Intercept) 0.04585 * Troncos 0.00226 ** Orientacion 0.01692 *	303.17	6,24%
Rama ~ Diámetro	(Intercept) -4.48843 Diámetro 0.30377	(Intercept) <2e-16 *** Diámetro <2e-16 ***	345.23	30,05%
Rama ~ Número de troncos	(Intercept) -2.29305 Troncos 0.13396	(Intercept) <2e-16 *** Troncos 4.42e-06 ***	471.67	4,13%
Rama ~ Orientación	(Intercept) -0.75404 Orientacion -0.33824	(Intercept) 0.005489 ** Orientacion 0.000128 ***	477.51	2,53%
Rama ~ Diámetro + Orientación	(Intercept) -3.7909 Diámetro 0.2979 Orientacion -0.2218	(Intercept) 2.81e-16 *** Diámetro <2e-16 *** Orientacion 0.035 *	342.86	30,94%

Tabla 2. Variables cuya relación con las respuestas rebrotadoras resultan significativas en ejemplares quemados.

De las variables dendrométricas estudiadas, sólo el número de troncos ofrece una relación significativa respecto al rebrote de cepa (Figura 5), mientras que para el rebrote de rama el diámetro del tronco también influye (Figuras 6 y 7).

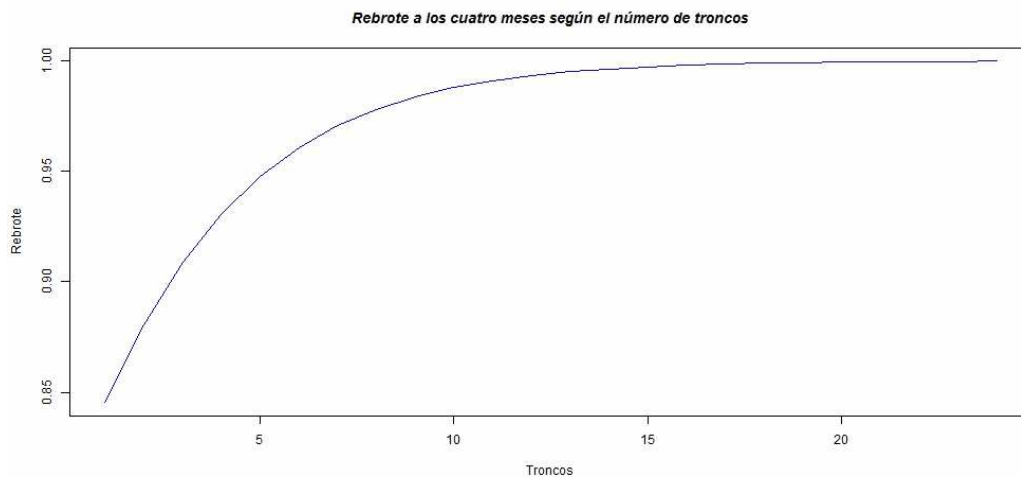


Figura 5. Rebrote de cepa a los cuatro meses según el número de troncos.

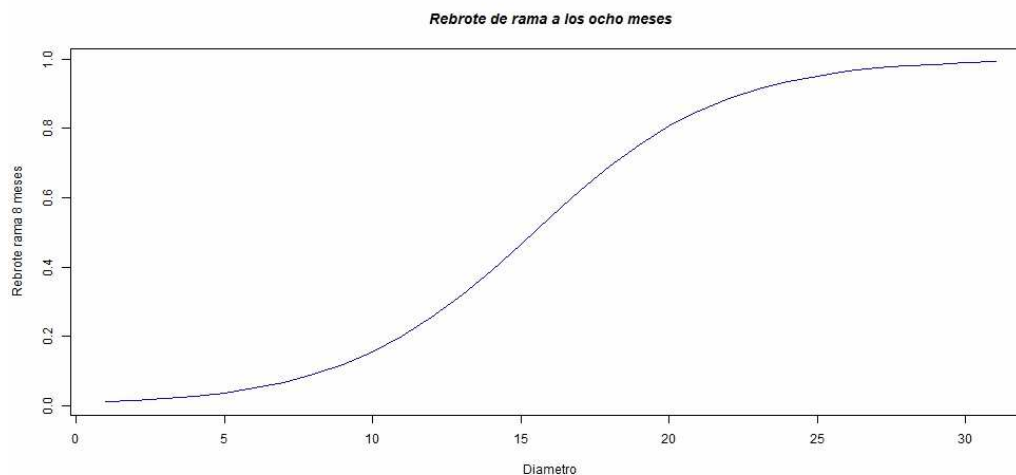


Figura 6. Rebrote de rama a los ocho meses según el diámetro del ejemplar.

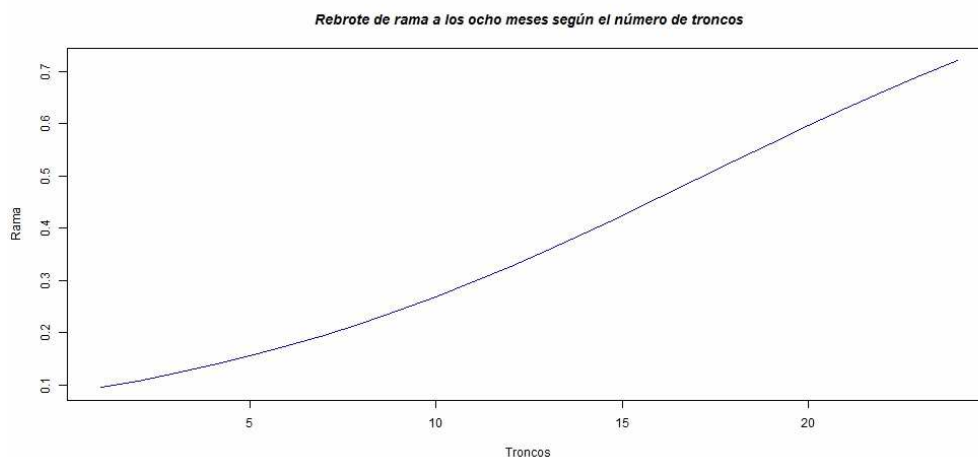


Figura 7. Rebrote de rama a los ocho meses según el número de troncos.

La orientación es la única variable ambiental que se relaciona significativamente respecto a ambos tipos de rebrote, siendo además inversa respecto a los ejemplares situados en orientaciones dominantes Sur y Norte (Figuras 8 y 9). En estos ejemplares predominan las respuestas rebrotadoras de cepa y rama respectivamente, hecho explicable si se tiene en cuenta que en las orientaciones Norte se encuentra una mayor densidad de ejemplares de diámetro superior a 15 cm (que poseen un 50% de probabilidad de rebrote de rama). El por qué la relación con la densidad de matorral y árboles no ha resultado significativa será expuesto en el apartado Conclusiones. Los modelos multivariantes utilizados ofrecen ligeras mejoras respecto a los análisis univariantes.

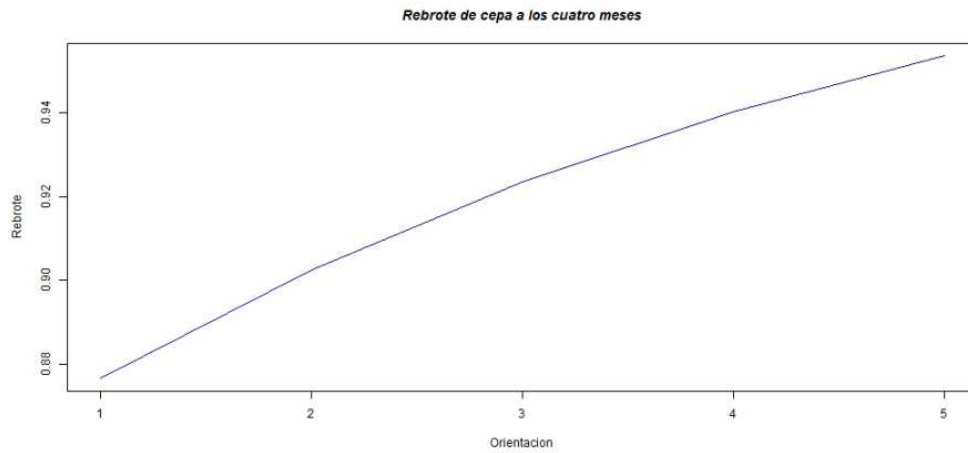


Figura 8. Rebrote de cepa a los ocho meses según la orientación.

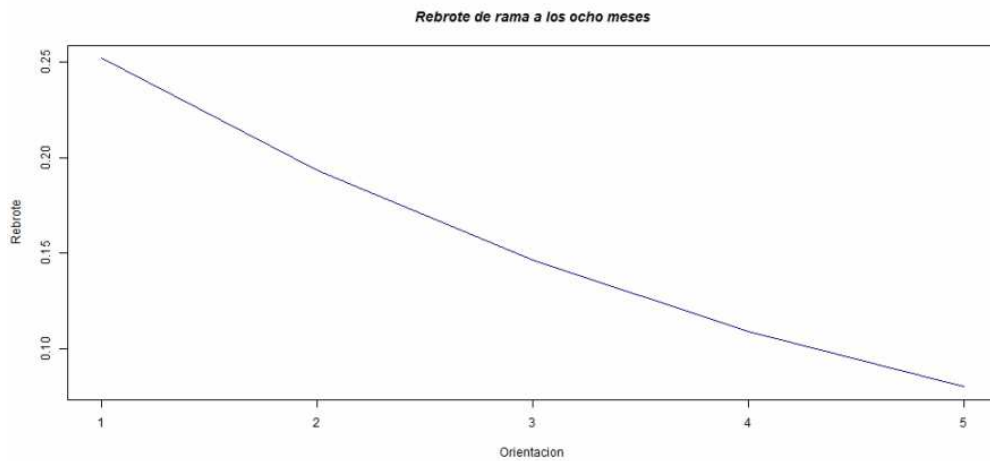


Figura 9. Rebrote de rama a los ocho meses según la orientación.

La relación entre el estado de los ejemplares (quemado o deshidratado) y la distancia al límite del incendio sí ha resultado significativa, localizándose la práctica totalidad de los ejemplares deshidratados en los primeros 200 m hacia el interior de la superficie afectada. La Figura 10 muestra como la mayor parte de los ejemplares deshidratados se encuentran localizados cerca del límite del incendio.

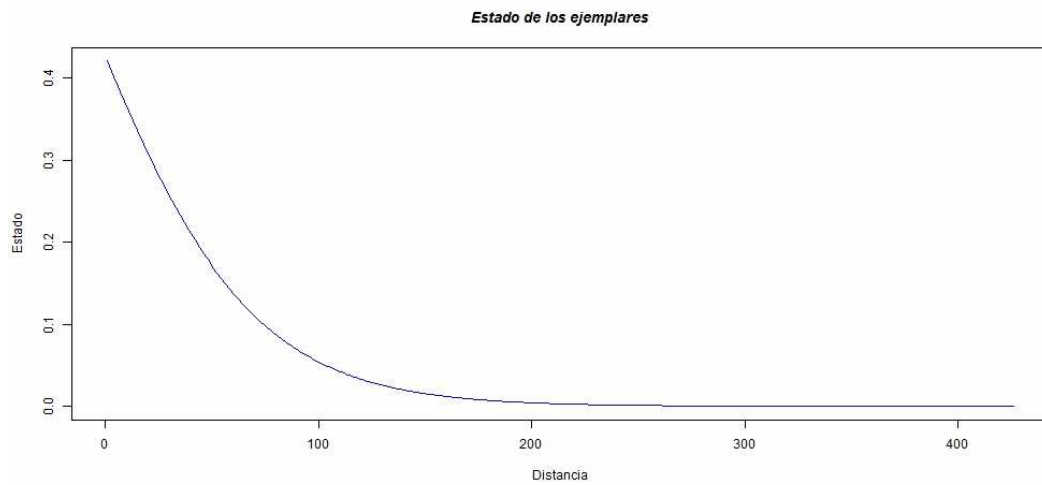


Figura 10. Estado de los ejemplares según la distancia al límite del incendio.

Como se observa en la Figura 11, respecto a los 27 ejemplares deshidratados, 17 rebrotaron de rama, 9 de estos lo hicieron también de cepa y 10 no presentaron rebrote debido a que la afección sufrida por efecto del calor resultó ser mínima. Puede observarse una preferencia por el rebrote de cepa en este tipo de ejemplares.

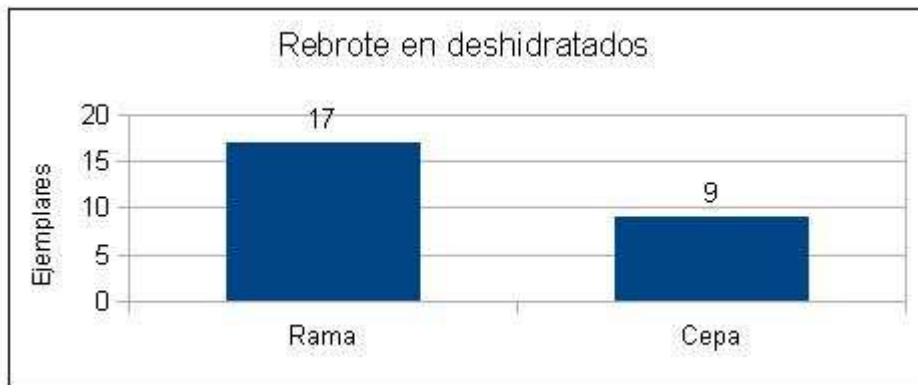


Figura 11. Rebrote de rama y cepa en ejemplares deshidratados.

Según los análisis realizados, los resultados significativos entre el tipo de rebrote y las variables estudiadas para los ejemplares deshidratados se recogen en la Tabla 3.

Relación entre variables	Coefficientes	Pr(> z )	AIC	Desviación absorbida
Cepa ~ Diámetro	(Intercept) -4.19734 Diámetro 0.15014	(Intercept) 0.00369 ** Diámetro 0.00619 **	26.242	35,29%
Cepa ~ Distancia al límite	(Intercept) -5.26298 Límite 0.04996	(Intercept) 0.0258 * Límite 0.0399 *	32.33	17,57%
Rama ~ Diámetro	(Intercept) -2.08988 Diámetro 0.14231	(Intercept) 0.0578 . Diámetro 0.0231 *	30.621	25,21%

Tabla 3. Variables cuya relación con las respuestas rebrotadoras resultan significativas en ejemplares deshidratados.

En el caso de la respuesta rebrotadora de cepa en ejemplares deshidratados, esta resulta más probable cuanto mayor es la distancia al límite del incendio (Figura 12). La geometría del incendio ha influido sin duda en la deshidratación: el fuego de 1992 (donde no se encontraron ejemplares deshidratados) poseía una forma más compacta y redondeada que resulta en una menor relación perímetro-superficie si es comparada con la forma alargada e irregular de la superficie afectada por el fuego de 2011. El efecto borde que genera el perfil adoptado por este último incendio ha provocado la deshidratación de un buen número de los *Tetraclinis* cercanos a los límites del mismo.

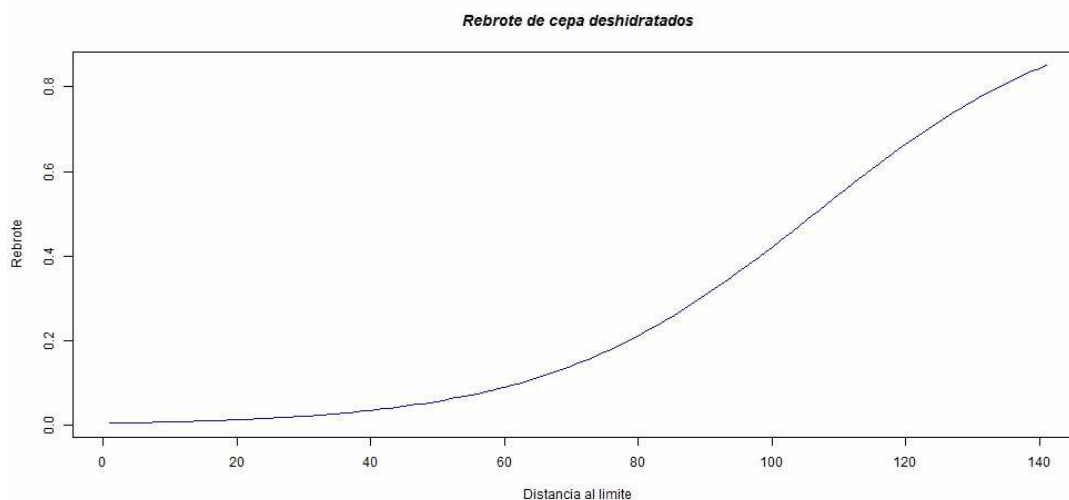


Figura 12. Respuesta del rebrote de cepa en ejemplares deshidratados según la distancia al límite del incendio.

En la Tabla 4 se comparan los resultados de rebrote de cepa, de rama y mortalidad obtenidos para los incendios ocurridos en 1992 y 2011. En ella puede observarse como el rebrote de cepa es similar, si bien el observado en rama y la mortalidad presentan diferencias entre ambos incendios.

Respuestas	1992	2011
<b>R. cepa</b>	99,29%	99,82%
<b>R. rama</b>	11,66%	14,75%
<b>Mortalidad</b>	1%	0,17%

Tabla 4. Comparativa entre la afección de *Tetraclinis articulata* por los incendios de 1992 y 2011.

Para explicar esta situación se plantean dos hipótesis: i) existe un mayor número de ejemplares de mayor tamaño con capacidad para rebrotar de rama y ii) aunque la superficie afectada por el fuego es mayor en 2011 (400 ha. frente a las 55 ha. de 1992), la intensidad del incendio resultante puede ser menor. La primera hipótesis se descarta debido a que la diferencia de ejemplares con un diámetro superior a 15 cm (50% de probabilidades de rebrote de rama) es tan sólo de 7 ejemplares entre ambos periodos, lo que no resulta significativo para explicar la diferencia de 3 puntos observada en este tipo de rebrote. La Figura 13 corrobora la segunda hipótesis, ya que si se compara el modelo de probabilidad de rebrote de rama en individuos quemados según diámetro del tronco principal construido en este estudio con el elaborado por López Hernández y Esteve-Selma (1995), la curva resultante corresponde a la esperada para un incendio de intensidad baja. Este hecho y el poco tiempo transcurrido entre ambos incendios explicaría además por qué no ha resultado significativa la relación entre los tipos de rebrote y la densidad de matorrales y árboles, ya que en 2011 habría una menor cantidad de biomasa y su distribución sería más homogénea.

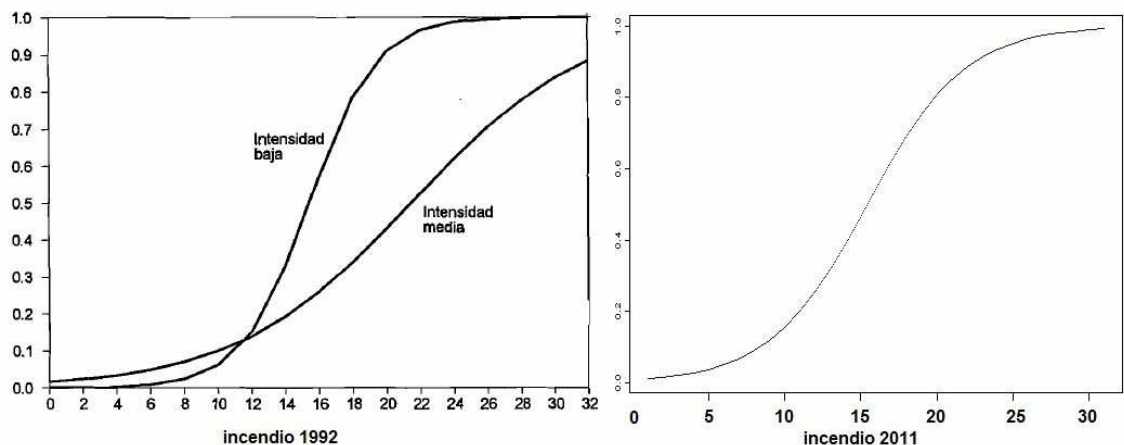


Figura 13. Comparación entre el rebrote de rama obtenido en 1995 y 2011.



Los resultados obtenidos en los modelos de respuesta rebrotadora construidos para ejemplares deshidratados y quemados indican la existencia de un patrón en gradiente relacionado con el grado de afección de los ejemplares, su diámetro y la intensidad de fuego sufrida (Figura 14). Para ejemplares afectados a muy baja intensidad (deshidratados) el rebrote dominante es de rama y rápido. Para situaciones de intensidad media-alta de fuego, el rebrote es de rama y cepa en ejemplares de grandes dimensiones. Por último, en las situaciones de mayor intensidad y para ejemplares de pequeño tamaño el rebrote es exclusivo de cepa. La ventaja del rebrote de rama sobre el de cepa resulta evidente, ya que supone recuperar una gran parte de la biomasa aérea perdida de forma mucho más rápida.

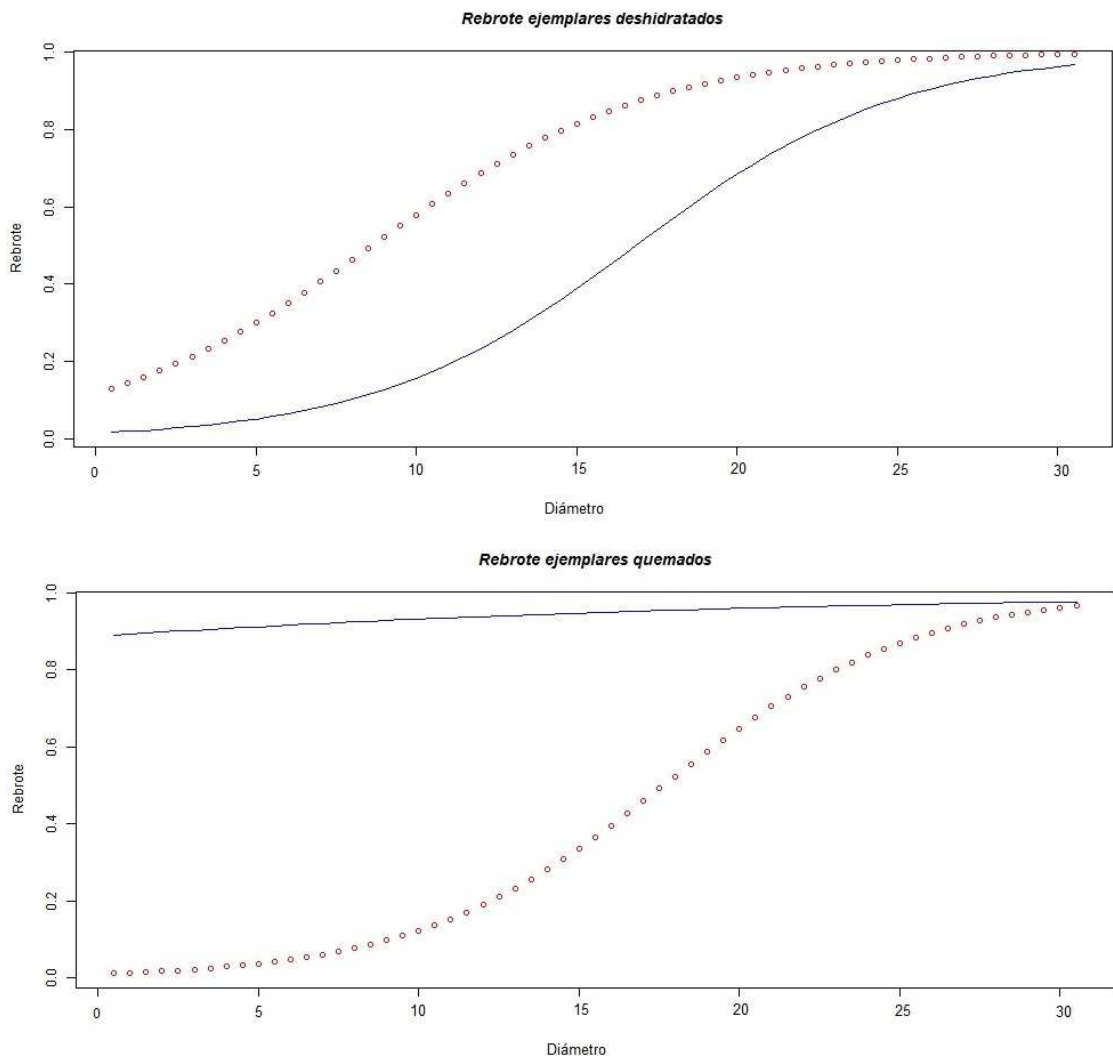


Figura 14. Rebrote de los ejemplares deshidratados y quemados (la línea punteada representa el rebrote de rama y la continua el de cepa).

## CONCLUSIONES

1. La población estudiada de *Tetraclinis articulata* afectada por el incendio de 2011 está compuesta en su mayoría de ejemplares con diámetros inferiores a 15 cm, la mayor parte de los cuales presentan más de un tronco, hecho indicador de pasadas perturbaciones. El 30,65% del total posee un único tronco principal y además tienen un diámetro igual o inferior a 10 cm, por lo que suponemos que se trata de ejemplares relativamente jóvenes.

2. El 95,57% de la población ha resultado completamente afectada por el fuego, mientras que el 4,43% restante corresponde a ejemplares deshidratados. Sólo un 2,62% de los *Tetraclinis* estudiados pertenece a las cohortes más jóvenes (de diámetro igual o inferior a 2,5 cm), lo que puede indicar la existencia de ejemplares de pequeñas dimensiones que no han presentado respuesta rebrotadora durante estos 8 meses y que aún no han podido ser detectados.

3. Los ejemplares quemados han respondido rebrotando de cepa en su mayoría (99,82%) y algunos han rebrotado también de rama (14,75%). Un 62,96% de los ejemplares deshidratados ha presentado rebrote de rama y el 33,33% ha rebrotado también de cepa.

4. Un ejemplar de los 583 quemados que han sido estudiados no ha presentado ningún tipo de rebrote. La mortalidad observada en este estudio es de 0,17%, lo cual resulta 5,8 veces menor que el 1% observado para el incendio de 1992.

5. Durante los primeros cuatro meses de estudio 538 ejemplares quemados presentaron rebrote de cepa, un 92,28% del total. Tras ocho meses el rebrote de cepa resultaba apreciable en 582 ejemplares (99,82%). Todos los *Tetraclinis* que rebrotaron de forma más tardía poseen un diámetro inferior a 12,5 cm. La única variable que tiene relación con esta respuesta rebrotadora es el “número de troncos”, que absorbe un 4,5% de desviación cuando se trata de forma aislada y hasta un 6,25% cuando se estudia su influencia conjunta con la variable “orientación”.

6. El rebrote de rama presentado por los individuos quemados se ha dado casi en su totalidad de forma temprana durante los primeros cuatro meses de estudio. Sólo un ejemplar de los 86 que presentan este tipo de rebrote tuvo una respuesta rebrotadora de cepa y rama más tardía. Además, 15 de estos ejemplares (el 17,44%) poseen un único tronco principal. El “diámetro” del ejemplar es la variable que mejor explica este tipo de rebrote, absorbiendo un 30,05% de desviación cuando se estudia de forma aislada y hasta un 30,94% cuando añadimos la “orientación”.

7. La variable que mejor explica la respuesta rebrotadora en los ejemplares deshidratados es el “diámetro”, que absorbe un 35,29% de desviación en el caso del rebrote de cepa y un 25,21% en el de rama. La variable “distancia al límite del incendio” absorbe un 17,57% de desviación en la respuesta rebrotadora de cepa observada en estos ejemplares.

**8.** Los análisis de dependencia realizados enfrentando los tipos de rebrote a las medidas de densidad de combustible no han dado resultados significativos. Esto puede ser debido a la homogeneidad que presenta la distribución del combustible y a una menor carga de biomasa disponible que en el incendio ocurrido en 1992.

**9.** La comparación entre los resultados obtenidos en este estudio y el realizado en 1995 por López Hernández y Esteve-Selma indica que nos encontramos ante un incendio de menor intensidad. Esto explica que se dé una menor mortalidad relativa, la mayor respuesta rebrotadora de rama y la existencia de ejemplares deshidratados.

## BIBLIOGRAFÍA

Arianoutsou, M., Beard, J. S., Ferrés, L., Folch, R. y Trabaud, L. V. 1993. La vida a les formacions escleròfil·les. En Folch, R. (ed.): *Mediterrànies*. MAB, UNESCO, Barcelona, pp. 64-109.

Bardaji, M. & Molina, D. (1999). Análisis comparativo interregional de los incendios forestales en la España peninsular. *Investigación Agraria. Sistemas y recursos forestales*. 8, 1:151-170.

Bond, W.J. y Keeley, J.E. 2005. Fire as global “herbivore”: The ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution*, 20, 387-394.

Esteve, M. A., Hernández, I. y Miñano, J., 2012. Un ecosistema forestal mediterráneo amenazado. Bosques de *Tetraclinis articulata*. *Ecologista*, nº 72, pp 52-53.

Guerra J, Alcaraz F, Carrión J, Egea J, Hernández J, Martínez J & Sánchez P., 1990. Densidad, Estructura Poblacional y Áreas Potenciales para la Expansión de la Sabina Mora (*Tetraclinis articulata*) en el Litoral de la Región de Murcia. ARMAN. Inédito.

Lloret, F. y Zedler, P. H. 2009. The effect of forest fire on vegetation. En Cerdà, A. and P. R. Robichaud (eds.): *Fire effects on Soils and Restoration Strategies*. Science Publishers, Enfield, NH, USA, pp 257-295

López Hernández, J., Calvo, J., Esteve Selma, M. A. & Ramírez Díaz, L., 1995. Respuesta de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters al fuego. *Ecología* 9: 213-221.

Naveh, Z., 1991. The role of fire in Mediterranean vegetation, *Botanika Chronika*, 10, pp 386-405.

Pausas, J. G., 2004. Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula (Mediterranean basin). *Climatic change*, 63, 337-350

Pausas, J. G., 2010. Fuego y evolución en el Mediterráneo. *Investigación y Ciencia* 407: 56-63 (2010). Ed: Prensa Científica, S.A. ISSN: 0210-136X (URL: <http://hdl.handle.net/10261/41775>)

Plan de Protección Civil de Emergencia para Incendios Forestales en la Región de Murcia 2011.

Quantum GIS Development Team, 2012. Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>