

## Efecto de la gestión forestal post-incendio en la dinámica regenerativa de *Quercus ilex* subsp. *ballota* en la Sierra del Moncayo

M. Royo Navascués<sup>1</sup>, L.A. Longares Aladrén<sup>1</sup>, M. de Luis Arrillaga<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, C. Pedro Cerbuna 12, 50.009 Zaragoza.

mariaroyo.navascues@gmail.com, lalongar@unizar.es, mdla@unizar.es

**RESUMEN:** El presente trabajo muestra el comportamiento de *Quercus ilex* subsp. *ballota* (carrasca) tras un incendio y tras ser sometida a diferentes métodos de manejo, como son la poda y la trasmocha. Al mismo tiempo se analiza la evolución de la zona de estudio, situada en el Parque Natural del Moncayo. Se realiza un análisis estadístico de los datos obtenidos en campo, permitiendo estudiar el proceso de regeneración de la propia especie y determinar si los métodos agrícolas son determinantes en su regeneración. Por último, el estudio del patrón espacial de la distribución de *Quercus ilex* en la zona, ha permitido conocer la dinámica de regeneración a través de su estudio diacrónico y establecer un proceso metodológico para el análisis de la dinámica vegetal, aplicable a más parcelas o sobre una mancha concreta de la formación.

**Palabras-clave:** Dinámica vegetal, *Quercus ilex*, incendios forestales, P.N. Moncayo.

### 1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales amenazas que sufren las masas forestales en España son los incendios, siendo en las últimas décadas uno de los problemas ambientales más importantes.

En el informe elaborado por el Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, se puede leer que el número total de incendios registrados en España para el año 2014 es de 9.648. En este total se engloba el total de conatos registrados (incendios que arrasaron menos de 1ha), que se elevan a 6.698, el número total de incendios (aquellos que arrasaron más de 1 ha), siendo un total de 2.943 y por último los grandes incendios (aquellos que arrasaron más de 500 ha de superficie forestal), siendo 7 los registrados para ese año. En términos de superficie arrasada, un total de 46.158,98 ha fueron afectadas por estos incendios en 2014, un 0.168% de la superficie forestal respecto a la forestal nacional.

En el caso de Aragón, para el mismo año, el número total de incendios forestales se eleva a 369, afectando a más de 400 ha de superficie forestal. (Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, 2014).

#### 1.1. Características de *Quercus ilex* subsp. *Ballota*

*Quercus ilex* subsp. *ballota* (carrasca), es un taxón arbóreo o arbustivo de copa amplia y redonda y que puede alcanzar los 27 metros de altura, aunque raramente pasa de los 15 o 20 metros.

El tronco es derecho o algo torcido, con corteza cenicienta o pardusca, resquebrajada en grietas poco profundas. Ramas abiertas, entre erguidas y horizontales, robustas.

Las hojas permanecen en la ella hasta 3 y 4 años, por lo que ésta se mantiene siempre verde; son hojas simples, alternas, con estípulas caedizas, más o menos pelosas y membranosas, con una forma que varía de redondeada a lanceolada, terminación roma o aguzada y el borde entero o provisto de un número variable de dientes, especialmente las desarrolladas en las ramas inferiores o nuevos brotes. Son hojas gruesas, correosas, con pecíolo de hasta 1.5 cm, pero casi siempre mucho más corto, de color verde intenso por el haz, donde se pierde el pelo, y cubiertas de un fieltro; pueden medir 2 – 7 cm. Los amentos masculinos se producen en gran número, en grupitos que cuelgan de la terminación de las ramillas; son de color amarillo, con florecilla inconspicuas que tienen un número variable de estambres y una sola envuelta de 3 – 7 sépalos.

Su fruto es una bellota largamente ovoide que nace sobre un pedúnculo muy corto y tiene en su base una cúpula hemisférica en forma de dedal, de color ceniciento, con escamitas caso planas, no apiculadas (López González, G, 2006).

## 1.2. Incendio en el Parque Natural del Moncayo

El 27 de agosto de 2012 se inició un incendio forestal en el término municipal de Calcena (Provincia de Zaragoza). Hasta el momento de su extinción el 6 de septiembre de 2012, calcinó 4.674,11 has de los términos municipales de Ambel, Añón de Moncayo, Calcena, Tabuena, Talamantes y Trasobares todos ellos sitios en la Provincia de Zaragoza.

Este incendio tuvo su inicio en un punto crítico, empezó en un fondo de barranco muy encajonado y con fuertes pendientes, el Barranco de Valdeplata, en donde la elevada disponibilidad de fino muerto y la topografía favorecieron su consolidación.

En un primer momento, se comporta como un incendio topográfico hasta que supera el encajonamiento del primer barranco y alcanza un segundo barranco en el que la acción del viento de SW, la topografía, la abundancia y disponibilidad del combustible y la ligera pero suficiente inestabilidad en altura favorecen la aparición de fenómenos convectivos.

Posteriormente, la baja humedad relativa y los constantes cambios en la dirección e inestabilidad del viento, condicionaron el desarrollo de reproducciones en diferentes puntos del perímetro. Dichas reproducciones son la consecuencia del gran perímetro generado durante la primera tarde y noche (41.5 km). Los mayores propagadores de este incendio fueron tanto el viento como la topografía, bien de forma aislada o combinándose entre sí, sin que la convección vuelva a ser determinante de forma general salvo en momentos puntuales, afectando con diferente severidad.

El total de hectáreas forestales calcinadas fueron 4.281,07; de las cuales, 1.583,91 ha eran arboladas y 2.697,16 ha eran no arboladas. El resto de hectáreas eran parcelas agrícolas o con otros usos, (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente, Informe técnico del incendio forestal de Calcena de 27 de Agosto de 2012).

## 2. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La sierra del Moncayo se encuentra ubicada en el sector central de la Cordillera Ibérica, a caballo entre las cuencas hidrográficas del Duero y del Ebro.

La elección del área de estudio estuvo determinada por el interés por parte del Servicio Provincial de Medioambiente, encargado de la gestión del Parque Natural del Moncayo, en conocer los efectos de las medidas de actuación sobre las masas forestales que se iban a poner en marcha tras el incendio ocurrido en Agosto del 2012 y en concreto sobre las masas de *Quercus ilex* subsp. *ballota* (en adelante *Quercus ilex*).

Además de tener en cuenta la severidad del incendio, se tuvieron más consideraciones para elegir la zona adecuada. Una de ellas fue la de tener ejemplares suficientes para poder realizar la investigación, basándonos en un mínimo de 20 ejemplares (10 controles, 5 podadas y 5 trasmochadas).

Se seleccionaron por tanto dos zonas. Una primera (Zona A) ubicada al Sureste del límite del Parque Natural del Moncayo a 1.100 msnm, entre un pequeño barranco y el camino que une Trasobares con Talamantes y una segunda (Zona B) localizada al Este de la zona A, a unos 1.000 metros de distancia. (Figura 1).

## 3. OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo era conocer en qué medida se produce una mejor regeneración de *Quercus ilex* tras haber sido afectada por un incendio y ser tratada con distintas prácticas, como son la poda y la trasmocha. Para alcanzar el objetivo principal, se han llevado a cabo varios objetivos específicos:

- Conocer el crecimiento de los rebrotes de los ejemplares de *Quercus ilex* seleccionados con anterioridad.
- Analizar las precipitaciones y temperaturas antes y después del incendio con el fin de establecer si son factores que influyen directamente en el crecimiento de los rebrotes de *Quercus ilex*.
- Observar el aumento o de la disminución de superficie ocupada por rebrotes alrededor de los pies del ejemplar.

- Estudiar los cambios de la cubierta vegetal vegetación en las primeras fases de regeneración de la vegetación.
- Comprender la dinámica vegetal antes y después del incendio



Figura 1. Mapa de localización de la zona de estudio

## 4. METODOLOGÍA

La parte metodológica tiene dos partes claramente diferenciadas. La primera aplica métodos para el análisis de la regeneración de *Quercus ilex*, mientras que la segunda se centra en la elaboración de cartografía diacrónica de la zonas de estudio.

### 4.1. Regeneración de la especie *Quercus ilex* subsp. *ballota*: Metodología

#### 4.1.1. Elección de la zona de estudio y elección de ejemplares

Se seleccionó junto a los técnicos responsables del Servicio Provincial del Gobierno de Aragón, una zona de estudio adecuada a los objetivos propuestos, cuatro meses después del incendio, en la que se marcaron un total de 20 ejemplares de carrasca para su seguimiento, de los cuales 10 se establecieron como control, 5 fueron tratados con poda y los 5 restantes fueron trasmochados.

#### 4.1.2. Selección de los parámetros y variables a estudiar

Uno de los aspectos importantes ha sido establecer las variables y parámetros que proporcionarían la información necesaria y concreta para el análisis de la regeneración. Las variables establecidas fueron:

- Tamaño de la hoja: Se seleccionaron 5 hojas aleatorias de cada ejemplar, en las cuales se midió el diámetro mayor y el diámetro menor.
- Altura de los rebrotes: Se midió la altura de 5 rebrotes de cada ejemplar, seleccionados aleatoriamente. En primer lugar tomando medidas de los rebrotes del suelo, y posteriormente de las ramas.
- Radiación solar: Se utilizó en campo un ceptómetro, con el que se procedió al cálculo de la radiación PAR y LAI en cubiertas vegetales.

- Clorofila presente en la hoja: los datos se obtuvieron con la utilización del SPAD, midiendo la cantidad de clorofila presente en la hoja en el momento de la toma del dato. Estos valores se basan en el principio de que parte de la luz que llega a la hoja es absorbida por la clorofila y el resto que se refleja entra en contacto con la celda detectora del SPAD y la convierte en señal eléctrica.

#### 4.1.3. Creación de una plantilla de datos

Tras la elección de las variables a estudiar se diseñó la plantilla de toma de datos donde anotar y organizar toda la información obtenida en campo.

#### 4.1.4. Tratamiento de los datos de campo

Todos los datos obtenidos en campo se han tratado de forma individual para poder realizar los cálculos necesarios.

Para poder trabajar con el tamaño de la hoja se procedió a calcular el perímetro de ésta, asimilando que su forma se asemeja a una elipse, por lo tanto se calculará aplicando la siguiente fórmula:  $p = 2\pi\sqrt{r^2 + s^2}/2$

Por otro lado, los cinco datos de clorofila obtenidos con el SPAD para cada ejemplar han sido sumados y divididos por el número total de mediciones en el ejemplar para obtener el valor medio de clorofila de las hojas de cada uno de los ejemplares.

Y por último, el tratamiento de los datos logrados con la medición del ceptómetro consistió en la suma de los valores obtenidos en las cuatro mediciones realizadas por cada punto cardinal y se dividirá por el total de mediciones, es decir, entre cuatro. Para la obtención del fPAR se dividió el resultado promedio calculado anteriormente entre la medición realizada en el exterior de la copa del ejemplar, es decir, PAR below / PAR above.

Una vez realizadas todas las operaciones necesarias se creó una base de datos específica para el programa que se utilizará en el estudio estadístico de los datos. Esta base de datos contiene sólo los datos promedio de cada uno de los parámetros a estudiar, además de la fecha de cada una de las salidas de campo, el tratamiento utilizado en cada ejemplar y el escenario en el que se encuentran. Todo ello traducido a lenguaje numérico puesto que SPSS sólo lee bases de datos numéricas.

#### 4.1.5. Análisis estadístico de los datos obtenidos en campo

El análisis estadístico de los datos se ha centrado en la búsqueda de la existencia o no de relaciones entre las diferentes variables, para ello se realizó un análisis de varianzas, que permite dividir la varianza de la variable dependiente en dos o más componentes (Martín, 2014).

Por otra parte, el estudio de los coeficientes de correlación, ha permitido establecer el grado de relación existente entre dos variables y en qué medida se relacionan, dando respuesta a las hipótesis que se plantean en cada apartado.

En un primer análisis estadístico, se procedió al estudio de todas las variables con el factor práctica silvícola, es decir, se ha estudiado las posibles diferencias en las variables dependiendo de la práctica silvícola que se le aplique.

Aplicar el estadístico de Levene permite contrastar la hipótesis de igualdad de varianzas poblacionales. Si el nivel crítico (sig.) es menor o igual que 0.05; se debe rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas, si es mayor la hipótesis de igualdad de varianza sería correcta.

En el primer análisis, se acepta la hipótesis de homogeneidad de varianza en cuatro de las cinco variables, puesto que sus valores de significación son superiores a 0.05, exceptuando el valor del Diámetro mínimo, que es de 0.027.

Por otro lado, el análisis ANOVA ofrece el estadístico F con su nivel de significación. Si el nivel de significación (sig.) intraclass es menor o igual que 0.05, se rechazaría la hipótesis de igualdad de medias, y si es mayor se aceptaría la igualdad de medias, es decir, no existirían diferencias significativas entre los grupos. En este caso, el análisis ANOVA arroja unos valores de sig. mayores de 0.05, por lo tanto se aceptaría la hipótesis de igualdad de medias, y por lo tanto no habría diferencias en las variables según la actuación aplicada.

En un segundo análisis estadístico se estudiará las posibles diferencias entre las distintas variables y el factor tiempo. El resultado es, para las variables Ceptómetro (in/out), Diámetro mayor y diámetro menor su valor de sig. es superior a 0.05 (tabla 8), por lo tanto se acepta la hipótesis de homogenización de varianzas.

Para las variables Altura de los rebrotes y actividad clorofílica el valor de sig. es inferior a 0.05 por lo tanto para estas dos variables se rechazaría la hipótesis de homogeneidad de varianzas.

Los valores de sig. En ANOVA (tabla 9) deben de ser inferiores a 0.05 para rechazar la hipótesis de igualdad de medias. Por lo tanto, tanto en la altura media de los rebrotes, la actividad clorofílica y la medición de ceptómetro se rechaza esta hipótesis, puesto que sus valores de sig. son inferiores a 0.05 (0.000; 0.000; 0.000 respectivamente), habiendo posibles diferencias en las variables en dependencia del tiempo

Por el contrario, para las variables diámetro mayor y diámetro menor, la hipótesis de igualdad de medias debe de aceptarse, puesto que sus valores de sig. son superiores a 0.05, indicando homogeneidad de medias en ellas respecto al factor tiempo (0.568 y 0.985 respectivamente).

Para saber entre qué fechas hay diferencias en las variables de altura media de los rebrotes, la actividad clorofílica y la medición de ceptómetro se aplica un análisis POST-HOC en el que se podrá observar entre qué grupos hay diferencias aplicando el estadístico de BONFERRINI.

En este caso, si el valor de sig. es inferior a 0.05 habrá diferencias entre grupos, mientras que si el valor es superior, no habrá diferencias entre los grupos estudiados.

## **4.2. Análisis de la dinámica vegetal de la zona de estudio y elaboración de un modelo de regeneración de *Quercus ilex*.**

### *4.2.1. Elaboración de cartografía diacrónica*

Para ello, se han utilizado fotografías aéreas y ortofotografías obtenidas del servicio online del IDEE Aragón:

- 2012. Ortofotografía PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) de máxima resolución.
- y del fondo cartográfico perteneciente al Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza.
- 1945 Vuelo americano-AMS.
- 1957 Vuelo americano- AMS.
- 1984 Vuelo Nacional.
- 1997 Vuelo Oleícola.

La base de esta metodología es la utilización de fotogramas aéreos de diferentes fechas, tanto en soporte papel de pares estereoscópicos como ortofotografías ya georreferenciadas en soporte digital (Martínez del Castillo *et al.*, 2012) y su posterior fotointerpretación en base a los datos de la cubierta vegetal más reciente.

### *4.2.2. Creación de una malla de puntos y realización de consultas espaciales*

El análisis de escenarios futuros para la regeneración de *Quercus ilex*, hace necesario la creación de una malla de puntos, con una distancia de 5 metros entre punto y punto y que abarca el área de estudio.

Esta malla permitió establecer datos de presencia o ausencia de *Quercus ilex* en cada uno de los años fotointerpretados y en base a la cartografía diacrónica. Estos datos se obtienen en base a consultas espaciales, determinando de esta forma qué puntos se localizan sobre espacios con presencia o no de *Quercus ilex*, otorgando para ello valores 0 a los puntos que se ubican sobre zonas sin *Quercus ilex* y 1 a los puntos que se encuentran en localizaciones con presencia.

### *4.2.4. Tratamiento de los datos de ausencia y presencia: análisis del patrón espacial*

El tratamiento de estos datos se realizará a través del cálculo de la función "O-rings static". El cálculo de esta función permitirá aproximarnos a la dinámica vegetal que se ha producido en la zona de estudio desde 1957 hasta la actualidad.

Se trata de una técnica basada en el análisis de un patrón de puntos, término que alude a un conjunto de posiciones mapeadas de alguna especie en una región de estudio (Zenteno-Ruíz *et al.* 2009).

En la función de "O-rings", se promedian el número de puntos que se encuentran en un anillo localizado a un radio "r" del punto de referencia y cuyo diámetro es definido por el investigador. La función "O-rings" no es acumulativa como la "K de Ripley": los valores de una escala dada no están influidos por los de las escalas más pequeñas (Zenteno-Ruíz *et al.*, 2009).

#### 4.2.5 Elaboración de inventarios fitosociológicos

El inventario fitosociológico constituye la técnica de muestreo básica dentro del método fitosociológico. Haciendo una analogía conceptual, el inventario es para la fitosociología, lo que el ejemplar botánico y su descripción es para la botánica sistemática. (Ferriol, M. y Merle, H.B., 2012).

En este caso, y para aportar mayor información al estudio sobre la dinámica vegetal de la zona, se realizarán dos inventarios, uno en la primavera del 2013 y otro en la primavera de 2014, permitiendo analizar la evolución de la vegetación y su propia regeneración.

### 5. RESULTADOS

#### 5.1. Crecimiento de los rebrotes de *Quercus ilex* subsp. *ballota*.

Debido a la capacidad de rebrote de *Quercus ilex*, que le permite poder regenerarse por sí misma, sin necesidad de volver a ser plantada, el análisis de los rebrotes de esta especie, constituye una información importante para conocer la dinámica de recuperación de esta formación vegetal.

El tamaño de la hoja es uno de los parámetros estudiados, para lo cual, se han obtenido más de 800 registros fruto de las mediciones de campo, cinco registros por cada uno de los ejemplares y a partir de un tiempo, diez registros por ejemplar (cinco en suelo y cinco en rama).

El crecimiento observado en el perímetro de las hojas es lento durante el periodo estudiado en la mayoría de los ejemplares de estudio. La tendencia de crecimiento del perímetro que se observa es la de un estancamiento en el aumento del tamaño de la hoja, con un ligero ascenso en la última fecha de recogida de datos.

Para los ejemplares de *Quercus ilex* sometidos a poda, la situación es algo variada en comparación con los ejemplares control. En *Quercus ilex* podadas 5 y 10 la tendencia que se observa es negativa, y así lo confirman los valores de *r* obtenidos; P10: -0.403, P5: -0.889. Por el contrario, el ejemplar 12 tiene un valor de *r* positivo de 0.383, aunque el crecimiento de la hoja es moderado y constante.

#### 5.2. Radiación Solar fPAR

La radiación disponible influye en numerosos procesos fisiológicos, morfogenéticos y reproductivos de plantas y animales, y afecta de forma muy significativa al funcionamiento del ecosistema (Valladares, *et al.* 2004).

Para *Quercus ilex* control la tendencia que mayoritariamente se repite es la negativa. Los valores de "r" obtenidos en el análisis, arrojan datos negativos para *Quercus ilex* control 4, 5, y 10 (-0.66; -0.63; -0.50 respectivamente) mientras que para *Quercus ilex* control 11 y 12 el resultado arrojado es positivo (0.47; 0.21 respectivamente) (Figura 2).

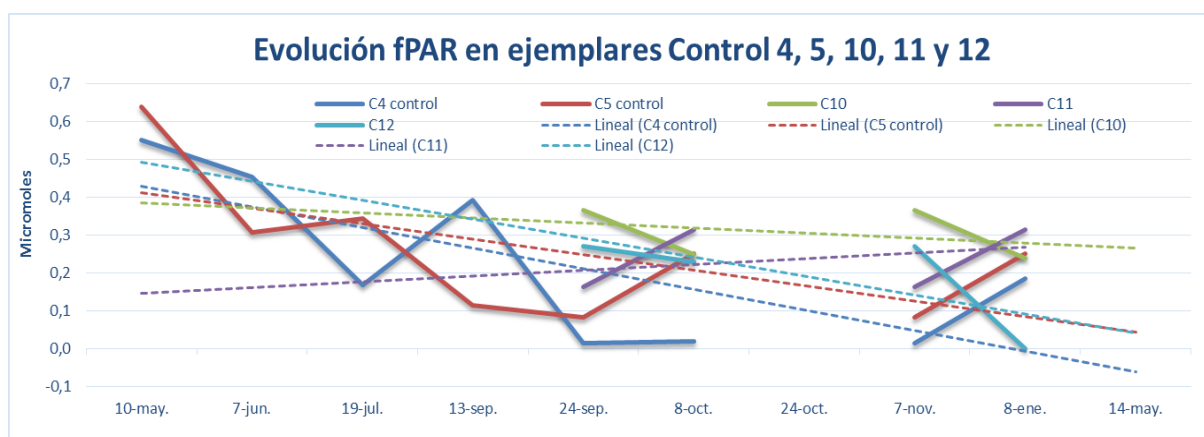


Figura 2. Evolución fPAR en ejemplares Control

En el caso de los individuos de *Quercus ilex* podados, los valores de "r" negativos aparecen en todos los ejemplares (P4: -0,87; P10: -0,47; P12: -0,47). Se ha podido observar que tanto *Quercus ilex* P10 como la P12 tienen una tendencia negativa baja, disminuyendo su valor con el paso del tiempo de manera constante pero con pequeñas diferencias. En cambio *Quercus ilex* C4 tiene una tendencia claramente

negativa, descendiendo su valor con más rapidez que las dos anteriores.

No es de extrañar que los valores de "r" y las tendencias que se han obtenido sean negativas. En el proceso de regeneración, los rebrotes crecen y aumenta la densidad de hojas, por lo tanto, al tomar dato por debajo del dosel vegetal la radiación solar será menor en la base de los rebrotes que en la parte más alta.

### **5.3. Clorofila de las hojas**

Al igual que los rebrotes crecen con el paso del tiempo, el nivel de clorofila, es de suponer, que también lo hace.

El resultado que arroja el estudio de la presencia de clorofila en las hojas de los ejemplares control es la de una tendencia positiva, y la estrecha relación existente entre el paso del tiempo y el aumento de la clorofila presente en las hojas.

Este resultado se puede ver también en los ejemplares podados, pero en cambio en los ejemplares trasmochados esta tendencia desaparece

### **5.4. Dinámica vegetal**

La cartografía elaborada como resultado de la digitalización de los ejemplares y manchas de *Quercus ilex*, para los años 1945, 1957, 1984, 1997, 2012 y 2014 ha permitido obtener como resultado una serie de representaciones en las que se puede apreciar la superficie ocupada por esta especie en cada una de las fechas y cómo se han ido distribuyendo a lo largo del tiempo.

Estos "mapas" han permitido también cuantificar los cambios acaecidos desde 1945 hasta 2012 en relación con la superficie de recubrimiento vegetal. Ésta en general ha ido aumentando, registrando el mayor incremento en 2012 con 2.48 ha (hay que recordar que estas mediciones son sólo para la zona de estudio).

Para explicar con más detalle esta dinámica vegetal, se ha llevado a cabo un análisis de agregados previo al incendio. El resultado del cálculo de la función "O-rings" ha permitido conocer la manera en la que se ha distribuido la especie (agrupada o dispersa) a lo largo de los años (análisis individualizado de cada año) y de qué manera ha ido colonizando la zona de estudio (análisis comparado entre pares de años).

En primer lugar, el análisis de agregación para la fecha de 1957, ofrece unos valores que nos permiten hablar de la existencia de una mayor probabilidad de encontrar *Quercus ilex* ejemplares próximos a otros individuos hasta una distancia de 4 metros y medio, más allá de este valor la probabilidad de encontrar a la especie es sensiblemente menor, por lo que podemos concluir que esta cuando aparece lo hace agrupada.

Para una segunda fecha, 1984, el nivel de agrupación de la especie es similar a la anterior fecha, aunque con valores algo menores. De esta forma, la distancia a la que se podría encontrar con mayor probabilidad *Quercus ilex* ejemplares agrupados, se sitúa en los tres metros y medio, por lo que en esta fecha se mantiene la distribución de la especie de una forma agrupada y no dispersa. Las distancias mayores, que se sitúan en la gráfica por debajo de las envolventes, presentarían un comportamiento disperso.

En el caso de 1997, se puede observar cómo, a diferencia de las otras dos fechas, la probabilidad de encontrar agrupación de individuos de *Quercus ilex*, se desplaza hasta los 7 metros de distancia. Por lo que podemos deducir que aunque se mantiene agrupada, el incremento de la distancia nos permite hablar de aparición de nuevos ejemplares y grupos, por lo que es claro el proceso de regeneración de la especie.

Por último, para el año 2012 la distancia es parecida a la resultante en 1997. Las mayores probabilidades de agregaciones se encontrarían hasta los siete metros, manteniéndose la distribución agrupada de la especie, con pocos cambios en la capacidad de colonización respecto a la fecha anterior.

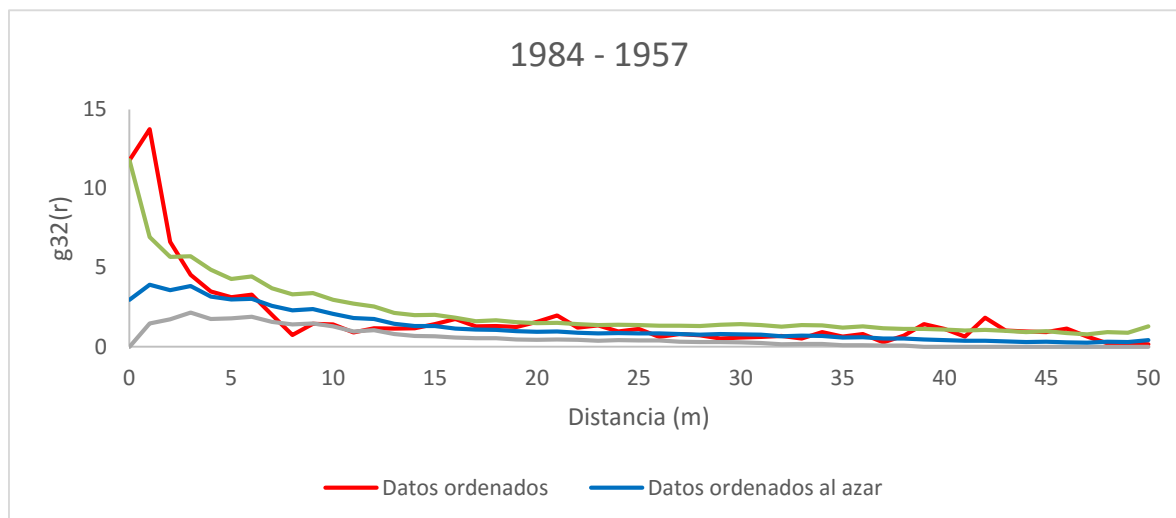
Una vez estudiado el patrón de agregación para cada uno de los años, se ha procedido a la realización de una comparativa entre fechas, para poder conocer cómo ha ido variando la distancia de colonización.

En un primer análisis se estudió el periodo entre 1957 y 1984. La distancia máxima a la que se podría encontrar ejemplares ha aumentado en un metro en 1984 respecto a 1957, por lo que podemos afirmar que entre 1957 y 1984 se ha producido un proceso de colonización, aunque no muy relevante (figura 3).

Las siguientes fechas en las que se ha analizado el patrón de colonización de *Quercus ilex* es el periodo entre 1997 y 1984. En este caso el incremento de la distancia entre individuos se sitúa próximo a los diez metros, por lo que podemos establecer este periodo como el que mayor proceso de colonización manifiesta.

Por último el patrón de colonización para las fechas de 2012 y 1997 muestra como hay mayor probabilidad hasta el anillo de cinco metros, mostrando un evidente retroceso en la distancia máxima en la

que se podría encontrar *Quercus ilex*, descendiendo desde los diez metros de 1997-1984 hasta los cuatro registrados.



**Figura 3.** Patrón de colonización de *Quercus ilex* para el periodo 1957 - 1984

## 6. CONCLUSIONES

Se ha comprobado que no existen claras diferencias entre los distintos métodos agrícolas aplicados a la especie *Quercus ilex* para su regeneración tras un incendio y por lo tanto no son factores determinantes para la regeneración de la especie. No obstante los diferentes análisis realizados han permitido establecer patrones de crecimiento de la especie y han propiciado hipótesis de trabajo a las cuales se ha contestado gracias a los datos obtenidos.

Las diferentes variables estudiadas permiten concluir que el tiempo será el factor más importante y determinante para la regeneración. El tamaño de las hojas y la clorofila, ambas dos variables muy relacionadas, van a llevar un crecimiento continuo, hasta que el tamaño de la hoja llegue a un punto en el que no crezca más y el dato de clorofila se estabilice. Del mismo modo, la altura de los rebrotes irá aumentando conforme vaya pasando el tiempo, a la vez de un aumento del número de rebrotes, lo que provocará una disminución de radiación solar, tal y como concluyen los datos de radiación. A una mayor densidad de rebrotes, menor cantidad de radiación solar se obtendrá.

Los inventarios realizados al principio y al final del periodo de recogida de datos han permitido observar la aparición de especies herbáceas en la realización del segundo inventario, que tan sólo aparecen en suelos removidos y alterados y por lo tanto se evidencia una clara alteración del suelo por parte de los trabajadores de las brigadas de limpieza, beneficiando en este caso, la aparición de nuevas especies vegetales.

En esta línea, una de las hipótesis con las que se analizó los cambios de la cubierta vegetal en las primeras fases de regeneración, es la presencia de ganado. Hay que tener en cuenta, que Talamantes es una localidad en la que el ganado ha tenido mucha presencia e importancia desde la antigüedad y por lo tanto no sería extraño que hubiesen llegado hasta la zona de estudio en el último año, beneficiando la propia regeneración de la zona afectada por el incendio.

Por otro lado, los resultados obtenidos del análisis de la colonización permiten afirmar que la colonización de esta especie siempre será próxima a núcleos y ejemplares ya existentes o de nueva aparición, aspecto este que corrobora el carácter rebrotador del taxón.

La hipótesis planteada sobre la colonización es que el periodo de mayor capacidad de colonización ha podido venir de la mano del bajo número de cabezas de ganado existente en ese periodo. Entre 1989 y 1999 el número de cabezas de ganado es casi inexistente, pudiendo favorecer la regeneración de *Quercus ilex* con mayor intensidad que si por el contrario hubiera presencia de ganado.

El estudio de estos patrones de agregación y colonización de la especie permite iniciar un proceso metodológico para el análisis de la dinámica de regeneración, convirtiéndose en una herramienta muy importante para la gestión de masas forestales tras un incendio si se aplicara a una zona más extensa.



Se puede afirmar que dado el interés que supone conocer cómo regenera una especie a un incendio y cómo regenera la zona adyacente, se puede afirmar a través de los diferentes análisis ANOVA que no existe un método agrícola determinante. Los valores de significación obtenidos permiten afirmar que ni la poda ni la trasmocha ofrecen diferencias significativas en el crecimiento de la hoja, ni en la cantidad de clorofila contenida ni en la radiación solar absorbida.

En cambio, el análisis ANOVA entre las variables y el paso del tiempo, es decir, las diferentes fechas de salidas de campo, sí que ha arrojado valores de significación a tener en cuenta y por lo tanto podemos afirmar que el paso del tiempo es el factor más influyente en la regeneración de la zona quemada. Las diferencias existentes entre fechas confirman que el tiempo es la clave para una buena regeneración y no tanto el tipo de actuación silvícola que se utilice.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA Y MEDIO AMBIENTE (2012): Informe técnico del incendio forestal de Calcena de 27 de agosto de 2012 (4.647,11 has). Gobierno de Aragón.
- FERRIOL, M.; MERLE, H. B. (2012). *El inventario Fitosociológico*. Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural - Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural.
- GOBIERNO DE ARAGÓN; DIRECCIÓN GENERAL GESTIÓN FORESTAL: “Avance estadístico de incendios forestales, 2014”.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, G. (2006): *Los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- MARTÍN TAMAYO, I. (2014). Modelos de ANOVA. Tema 5, Universidad de Granada. [http://www.ugr.es/~imartin/TEMA5\\_ANOVA.pdf](http://www.ugr.es/~imartin/TEMA5_ANOVA.pdf) (consultado el 20 de noviembre de 2014).
- MARTÍNEZ DEL CASTILLO, E., y LONGARES, L.A. (2012): *Análisis de los cambios en la cubierta vegetal del parque natural del Moncayo mediante cartografía diacrónica*. En: VII Congreso Español de Biogeografía, Pirineo 2012.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE: “Incendios forestales del 1 de Enero al 30 de Noviembre de 2014”. [http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/estadisticas/Avance\\_informativo\\_1\\_enero\\_a\\_30\\_de\\_novembre\\_2014\\_tcm7-341272.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/estadisticas/Avance_informativo_1_enero_a_30_de_novembre_2014_tcm7-341272.pdf). (Consultado el 5 de Abril 2014).
- NUÑEZ, M.R; BRAVO, F.; CALVO, L. y PANDO, V. (2005) *Sucesión vegetal en repoblaciones de Pino silvestre (Pinus Sylvestris L.) tras incendio en el norte de España*. En (eds.). Actas IV Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Zaragoza.
- VALLADARES, F.; ARANDA, I. y SÁNCHEZ-GÓMEZ, D., (2004): La luz como factor ecológico y evolutivo para las plantas y su interacción con el agua. En VALLADARES, F. (ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante* (pp. 335-370). Ministerio de Medio Ambiente Organismo Autónomo Parques Nacionales, EGRAF, S.A., Madrid.
- ZENTENO-RUÍZ, F. S.; PABLO LÓPEZ, R. y LARREA-ALCÁZAR, D. M. (2009): *Patterns of spatial distribution of Parodia maassii (Heese) A. Berger (Cactaceae) in a semi-desert of the subtropical Andes, the prepuna*. Ecología en Bolivia v.44 n.2, La Paz. (Consultado el 20 de abril 2014).