

NIVEL DE PIROFITISMO DEL SOTOBOSQUE DEL ALCORNOCAL. GESTIÓN DE LA VEGETACIÓN

Manuel Coca Pérez / Doctor en Biología

Resumen

En el Parque Natural Los Alcornocales, el gradiente ambiental junto a la historia de manejos y perturbaciones, más que la cantidad total de combustible, es el que delimita en mayor grado el nivel de pirofitismo de las distintas comunidades vegetales, al condicionar la complejidad estructural de la comunidad y su composición específica.

El conocimiento de la disposición espacial de las estructuras epigeas vegetales en los distintos tipos de vegetación detectados en el alcornocal del Parque Natural aporta información sobre la distribución del combustible y de otras variables relacionadas con el comportamiento de la vegetación ante el fuego.

Por ello, la dinámica de cada tipo de vegetación en la relación con los factores limitativos del medio en que se hallan, dentro del contexto de la heterogeneidad ambiental del territorio, deben marcar las directrices de gestión de la vegetación del Parque Natural Los Alcornocales.

Palabras claves: Vegetación leñosa, pirofitismo, fuego, gestión, roza, Parque Natural Los Alcornocales.

1. Introducción

El fuego se puede considerar como el factor desorganizativo de más relevancia en el ecosistema mediterráneo. Diversos estudios han puesto de manifiesto que el riesgo de incendio es una característica inducida por el clima mediterráneo, con veranos secos y cálidos, constituyendo uno de los agentes naturales de perturbación de la vegetación más frecuentes en las regiones mediterráneas del mundo (Hanes, 1971; Naveh, 1974; Trabaud, 1981, 1986) aunque su generalización en nuestra cuenca se deba a causas antrópicas.

La temperatura y duración del fuego condicionan el grado de destrucción de la vegetación y la posibilidad de recuperación de las diferentes especies (Trabaud, 1970, 1979; Folch, 1976; De Bano *et al.*, 1977; Casal *et al.*, 1984).

Los efectos ecológicos de los incendios van a depender de las características del monte que arde: cantidad y tipo de vegetación, estado y humedad de la misma, pendiente, características del suelo, microclima, etc. (Díaz-Fierros, 1982; Giovannini *et al.*, 1990; Casal, 1992; Papió, 1994; Carreira *et al.*, 1994; Cerda *et al.*, 1995)

El grado de inflamabilidad de las especies y su poder calorífico para cada tipo de vegetación (Elvira *et al.*, 1989) junto con la humedad, cantidad y la forma y distribución del combustible (Folch, 1976; Elvira *et al.*, 1988; Casal *et al.*, 1984; Vélez, 1988) son parámetros a tener en cuenta a la hora de conocer el nivel de pirofitismo de la vegetación y las acciones dirigidas a prevenir el incendio forestal o minimizar sus efectos. Por ello, el conocimiento de la disposición espacial de las estructuras epigeas de la vegetación para cada tipo de vegetación existente el Parque Natural Los Alcornocales aporta información sobre la distribución del combustible y de otras variables relacionadas con el comportamiento de la vegetación ante el fuego.

La vegetación actual del Parque Natural es consecuencia de los distintos tipos explotación, intensidad y frecuencia a los que se ha visto sometida a lo largo de la historia, junto a la interacción de una serie de factores o procesos inherentes al propio ecosistema o al medio físico en que se desarrollan (radiación, temperatura, disponibilidad hídrica, nutrientes, fuegos, plagas, etc.)

2. Material y métodos

Se han elegido 14 fincas-tipo que recogen una síntesis del conjunto de las perturbaciones, explotaciones y manejo (Coca, 1996), lo que ha permitido la ubicación de 94 parcelas de estudio en distintas teselas del alcornocal con un alto grado de información. La vegetación leñosa asociada ha sido estudiada mediante el método de la intercepción lineal y frecuencia aplicando técnicas numéricas de clasificación (TWINSPAN) y ordenación (DCA, DCCA) para detectar los distintos tipos de vegetación que han sido caracterizados y comparados en relación con el gradiente ambiental.

El biovolumen fotosintético específico refleja la estructura epigea de la vegetación y por ende, la disposición, volumen relativo y tipo del combustible vegetal vivo. Se ha estimado en cada tipo de vegetación la distribución espacial del biovolumen fotosintético y el tiempo transcurrido desde la última perturbación desorganizativa.

Para calcular el biovolumen fotosintético de cada especie en los tipos de vegetación, se utilizaron los datos de altura máxima y mínima de órganos fotosintéticos en los transectos lineales de cada parcela. Se anotó la intercepción de los individuos y la altura máxima y mínima de su material fotosintético. Los valores del conjunto de datos obtenidos para las 94 parcelas muestreadas se agruparon en 6 grupos, atendiendo a la pertenencia de cada parcela a cada tipo de vegetación, expresándose en *unidades de biovolumen (u.v)*.

Para calcular el poder calorífico superior e inflamabilidad de cada nivel de estratificación vertical en los tipos de vegetación se atendió a la distribución del biovolumen en cada estrato vertical (en cm: 0-20, 20-50, 50-80, 80-110, 110-140, 140-170, 170-200, 200-230, 230-260, 260-290, 290-320, 320-350, 350-380, 380-410) para cada especie representada. Utilizando los valores medios de inflamabilidad y poder calorífico superior (Elvira *et al.*, 1989) para los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, se calculó un índice medio, en escala 0-5, del grado de inflamabilidad y poder calorífico superior (PCS en adelante) para cada estrato, mediante el siguiente algoritmo:

Índice medio del PCS o inflamabilidad para cada nivel de estratificación

$$I_m = \sum(V_i * I_i) / V_t$$

siendo V_i , el biovolumen fotosintético ocupado por la especie i (en %); I_i , el valor medio para los meses considerados del PCS o inflamabilidad de cada especie; V_t , biovolumen fotosintético total ocupado en el estrato (en %).

Para estudiar los patrones de la distribución horizontal del biovolumen en cada vegetación se estudió el tamaño de suelo vacío analizando la distribución de tamaños en intervalo de clases de 50 cm.

El biovolumen fotosintético en cada estrato fue desglosado en dos tipos, en función de la pertenencia de las especies al síndrome morfológico-funcional I -Mediterráneo- ó II -Extramediterráneo- (Herrera, 1984, 1992; Alés, 1993).

La necromasa vegetal -no medida de forma directa-, juega un importantísimo papel en el inicio y propagación del incendio forestal. Una estima relativa e importancia en cada comunidad de estudio puede ser hallada en función del tipo de comunidad vegetal, de la distribución espacial específica del biovolumen fotosintético y del tiempo transcurrido desde la última perturbación desorganizativa en la estructura de la vegetación (Papió, 1994; Elvira *et al.*, 1989).

3. Resultados

3.1. Tipos de vegetación leñosa en el alcornocal del Parque Natural

Una síntesis de los tipos de vegetación detectados en la vegetación leñosa del alcornocal del Parque Natural son (Coca, 1996, 1999):

Grupo A.- Los alcornocales de zonas con altas precipitaciones (>1.300 mm) y frecuentes nieblas, preferentemente con orientación de umbría, poseen las condiciones propicias para la existencia de los tipos de vegetación *Zarza* y *Aladierno*.

- I. Tipo *Zarza*: Dominado por helecho común (*Pteridium aquilinum*) y ejemplares subarborescentes de *Rubus ulmifolius*, *Genista monspesulana* y *Erica arborea*, entre otros. El porcentaje de suelo no cubierto por la vegetación leñosa espermatofita es del 75%. Las especies con más representación en esta comunidad son *Rubus ulmifolius*, *Quercus suber* plántula, *Pteridium aquilinum*, *Genista monspesulana* y *Crataegus monogyna* (53%). Se trata de una vegetación leñosa arbustiva con escasa estructuración vertical, con alturas medias máximas del material fotosintético específico entre 18 y 79 cm., a excepción de *Erica arborea* (que alcanza los 250 cm).
- II. Tipo *Aladierno*: Dominada por *Rhamnus alaternus* arbóreo, *Rubus ulmifolius* y abundantes lianas: *Smilax aspera*, *Lonicera periclymenum* y *Hedera helix*. El porcentaje de suelo no ocupado por la vegetación leñosa es del 40%, del cual la mayor parte se haya cubierto de *Pteridium aquilinum*. Las especies más ampliamente representadas son *Rhamnus alaternus* arbóreo, *Pteridium aquilinum* y *Rubus ulmifolius*, le siguen *Hedera helix*, *Rhamnus alaternus* plántula, *Lonicera periclymenum* y *Quercus suber*. Esta comunidad se caracteriza por poseer una elevada estructuración vertical, con la mayor parte del espacio ocupado por el biovolumen fotosintético de *Rhamnus alaternus*.

En ambas comunidades pueden aparecer ejemplares arbóreos de *Quercus canariensis*.

Grupo B.- Los alcornocales con menor precipitación y sin nieblas presentan las siguientes comunidades leñosas:

- III. Tipo *Madroño-turel*: Se caracteriza por la presencia dominante de especies Tipo II (Herrera, 1984) de gran porte (*Arbutus unedo*, *Viburnum tinus*) y de especies Tipo I exigentes en biotopos húmedos (*Erica arborea*). El porcentaje de suelo descubierto de sotobosque leñoso es del 38%, estando sólo el 7% de este ocupado por *Pteridium aquilinum*. Las especies más frecuentemente representadas son *Erica arborea*, *Quercus suber* plántula, *Teucrium scorodonia*, *Smilax aspera*, y *Teucrium fruticans*. Se trata de una vegetación de una elevada complejidad estructural, pudiéndose diferenciar claramente tres niveles de estructuración vertical. Un primer nivel ocupado principalmente por el biovolumen fotosintético de *Arbutus unedo* (altura máxima y mínima del material fotosintético de 400 y 178 cm., respectivamente). Un segundo nivel representado casi con exclusividad por *Erica arborea* (con 217 y 74 cm. de altura máxima y mínima del material fotosintético), y un tercer nivel singularizado por *Smilax aspera*, *Cistus salviaefolius*, *Phillyrea latifolia* plántula, *Teucrium fruticans* y *Quercus suber* plántula, entre otros.

Esta comunidad se localiza en áreas de elevada humedad ambiental relacionadas con laderas de umbría (a excepción de zonas con precipitaciones medias anuales inferiores a 1.000 mm) o en terrenos de solana pero situados en vaguadas de arroyos. Tienen también eutrofia edáfica y ausencia de impactos desorganizativos grave, como desmonte con máquinas con deterioro de la estructura edáfica o fuegos con un pasado reciente (últimos 30 años).

En caso de faltar esta comunidad o en los límites de la misma, se instala una comunidad de *Pteridium aquilinum* dominante en cobertura, con ejemplares aislados de *Rubus ulmifolius*, *Smilax aspera*, *Quercus canariensis*, *Arbutus unedo*, entre otros.

- IV. Tipo Brezo.: Caracterizado por elevadas coberturas de *Erica scoparia*, *Calluna vulgaris* y *Cistus salviaefolius* y escasa altura del material fotosintético específico (entre 22 y 123 cm.). Las especies con mayor representación son *Quercus suber* plántula, *Cistus salviaefolius* y *Erica scoparia*, seguidos por *Calluna vulgaris*, *Teucrium scorodonia* y *Stauracanthus boivinii*. El porcentaje de suelo no cubierto por el sotobosque leñoso es del 47%, siendo despreciable la cobertura de *Pteridium aquilinum* (<1%).

Esta comunidad forma parte de alcornoques que colonizan áreas con más sequedad ambiental, como laderas de solana. También condicionan esta comunidad las precipitaciones menores a los 1.000 mm, la oligotrofia edáfica y la presencia de impactos que conlleven el deterioro del sistema edáfico, como desmonte con maquinaria.

- V. Tipo Lentisco: Este tipo se caracteriza por la presencia de elementos del acebuchal, tales como *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia* plántula y *Olea europaea*, entre otros, en un sotobosque dominado por *Erica scoparia* y *Cistus salviaefolius*. El suelo no cubierto de vegetación leñosa es del 49%, siendo nula la presencia de pteridofitos. La altura del biovolumen fotosintético raramente excede los 150 cm.

Este alcornocal se localiza en zonas de ecotono con la comunidad del acebuchal, en áreas donde afloran las Arcillas de Base de la Unidad del Aljibe y en laderas de solana preferentemente, de cotas bajas y con precipitaciones inferiores a los 1.000 mm.

- VI. Tipo Aulaga-jara: Dominado por Papilionáceas y Cistáceas. Tras *Erica scoparia*, la colonización del espacio se reparte entre *Cistus salviaefolius*, *Stauracanthus boivinii*, *Ulex borgiae*, *Genista triacanthos*, *Erica arborea*, *Cistus ladanifer* y *Genista linifolia*, principalmente. El porcentaje de suelo vacío es del 48%, siendo despreciable la presencia de *Pteridium aquilinum* (<1%). La altura máxima del material fotosintético de esta comunidad raramente supera los 150 cm.

Se trata de alcornoques con distintas localizaciones geográficas, a excepción de las contempladas en el Grupo A, donde la incidencia de uno o varios fuegos en los últimos 20 años y/o el desmonte realizado con máquina con deterioro de la estructura edáfica y/o la presencia de la enfermedad de las quercíneas "seca" han actuado como factores desorganizativos en el ecosistema motivando la colonización del espacio por especies "semilleras".

3.2. Estudio comparativo del grado de pirofitismo entre los tipos de vegetación del alcornocal

Los tipos de vegetación con los mayores índices medios de PCS son las Tipo Zarza, Madroño-turel, Brezo y Aulaga-jara, con valores superiores a 4 (Figura 1). Los tres primeros poseen, además, los mayores índices medios de inflamabilidad (valores entre 3 y 4).

Debido a la extensión que ocupan estas comunidades en el Parque Natural (superior al 90%), se pone de manifiesto el carácter pirofítico del sotobosque del alcornocal.

De ello se desprende que la importancia del tipo de combustible vegetal -más que la cuantía del mismo- condicionan el grado de pirofitismo de los tipos de vegetación.

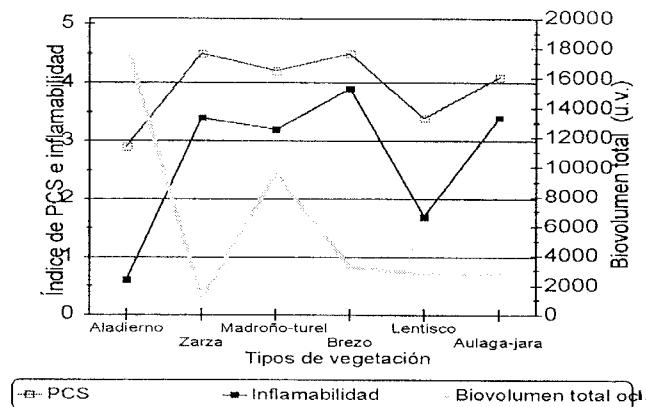


Figura 1. Índices medios del PCS e inflamabilidad y biovolumen total para cada tipo de vegetación asociada al alcornocal.

A. Tipo Aladierno

La mayor parte del biovolumen fotosintético (Figuras 2) se sitúa a partir de los 110 cm del suelo y la moda en el estrato 140-200 cm. Domina *Rhamnus alaternus*, con bajos índices medios de PCS e inflamabilidad -menores de 3 y 1, respectivamente- para la práctica totalidad del espacio. Por otra parte, debido a la elevada humedad ambiental imperante y a las características de la vegetación, la acumulación de necromasa en la superficie del suelo suele ser relativamente baja.

El sotobosque leñoso presenta una distribución de agregados, rompiéndose la continuidad horizontal de la vegetación de sotobosque, como se desprende de los datos de la frecuencia de distribución del tamaño del suelo vacío: el 25% del suelo vacío se registra en el 5% de las medidas, las cuales corresponden a segmentos superiores de 500 cm. Este porcentaje de suelo descubierto no existe como tal, ya que está ocupado por frondes de *Pteridium aquilinum* -con índice de inflamabilidad y PCS de 0 y 3, respectivamente-.

Todo ello, junto al aporte de humedad en el estío proveniente de las frecuentes nieblas, dan a esta tipo de vegetación escaso potencial pirofítico, pudiendo actuar como barrera biológica para el control y frenado de potenciales incendios.

B. Tipo Zarza

Este tipo ocupa con su biomasa sólo el 5,7, 11 y 9,3% del volumen para los tres primeros niveles del estrato vertical, con moda en el primer nivel (20-50 cm); y menos de 2,5% de los niveles entre 80 y 260 cm., debido a la presencia esporádica de *Erica arborea* (Figuras 2), con una inflamabilidad baja -menor de 3- para los 3 primeros.

El porcentaje de suelo no cubierto es de 74%, agrupándose la escasa vegetación existente en agregados, tal como lo manifiesta la distribución del tamaño del suelo vacío (el 26% del suelo vacío se registra en el 3% de las medidas, las cuales corresponden a segmentos superiores de 500 cm. *Pteridium aquilinum* -índice de inflamabilidad 0- se encuentra representado con una cobertura del 58%. Por las características microclimáticas y de la comunidad imperante, el porcentaje de necromasa a nivel del suelo carece de importancia, lo que acentúa la discontinuidad horizontal del combustible.

Todo ello hace considerar a esta comunidad no pirófito, pudiéndose comportar como barrera biológica ante un incendio forestal.

C. Tipo Madroño-turel

Los estratos verticales inferiores de la comunidad (0-80 cm) presentan una ocupación pobre en biovolumen fotosintético (0.3, 17 y 25), con bajos índices medios de inflamabilidad (2, 2.5 y 3) y medios de PCS (3, 3.4, 4.1). La mayor parte del biovolumen fotosintético de este tipo de vegetación se encuentra en el intervalo de altura de 80-230 cm (moda en 170-200 cm), ocupando entre el 30 y el 50% del espacio, correspondiéndose con los valores más elevados de inflamabilidad y PCS (3.6-4 y 4.6-5, respectivamente) (Figura 2). Ello se debe a la elevada representación de *Erica arborea*, con una cobertura media total, para el conjunto de la comunidad, del 34%. Desde los 230 cm del suelo, hasta los 410 cm., decae el volumen ocupado por la biomasa fotosintética (comprendido entre el 12 y 15%), al desaparecer la biomasa de *Erica arborea* y prevalecer especies de gran porte, principalmente *Arbutus unedo* (12% de ocupación media en cada nivel de estratificación), seguida de *Viburnum tinus* (2%) y *Phillyrea latifolia* (1%). Ello trae como consecuencia el descenso de los índices medios de inflamabilidad y PCS, a 4 y 3, respectivamente.

El porcentaje de suelo no cubierto por la vegetación leñosa es del 38%, distribuyéndose el 61% del mismo en clases de tamaño inferior a los 200 cm y sólo el 15% en segmentos superiores a 500 cm. Ello pone de manifiesto la existencia de cierta continuidad horizontal del estrato arbustivo.

Todo ello demuestra el carácter fuertemente pirofítico de esta vegetación, al existir:

- (a) Continuidad espacial -tanto en la horizontal, como en la vertical- del combustible vegetal de media-alta inflamabilidad debido a:
 - La distribución del suelo vacío en tamaños de clases inferiores a los 2m.
 - La elevada cobertura y extensión espacial de *Erica arborea*, la cual pone en comunicación los distintos estratos de la vegetación, al carecer aún de la discontinuidad espacial motivada por la defoliación de su base, tal como señala la escasa altura mínima del material fotosintético. Ello acarrea además, un aporte considerable de necromasa unida a su estructura en los niveles inferiores.
- (b) Elevada carga de combustible vegetal (9.579 u.v.).

D. Tipo Brezo

Presenta escasa estructuración vertical del biovolumen y un bajo porcentaje de espacio ocupado (Figuras 2). La mayor parte de la biomasa fotosintética se concentra entre los 20 y 140 cm, con la moda en el estrato de los 20-50 cm., con el 36% del volumen ocupado. Los índices medios de inflamabilidad y PCS son relativamente altos, estando comprendidos para el primero entre 3.3 y 4.1; y para el segundo entre 3.5 y 5. La acumulación de necromasa en los individuos vivos de *Erica scoparia* y *Calluna vulgaris* de los dos primeros niveles de estratificación o sobre la superficie del suelo, hacen que los índices medios de PCS e inflamabilidad en estos estratos sean marcadamente superiores a los medidos.

El porcentaje de suelo vacío para esta comunidad es de 47%, estando comprendido el 69% del mismo en tamaño de clases inferiores a los 2 m., y el 12% superior a 500 cm, mostrando la existencia de una continuidad horizontal de la vegetación.

La existencia de la mayor parte del biovolumen de la vegetación a baja altura sobre el suelo, la continuidad horizontal y vertical del mismo, los elevados índices medios de inflamabilidad y poder calorífico, la estructura pirófito de la mayor parte de las especies con un porcentaje alto de necromasa sobre el individuo vivo a nivel del suelo o con aporte a él, convierten

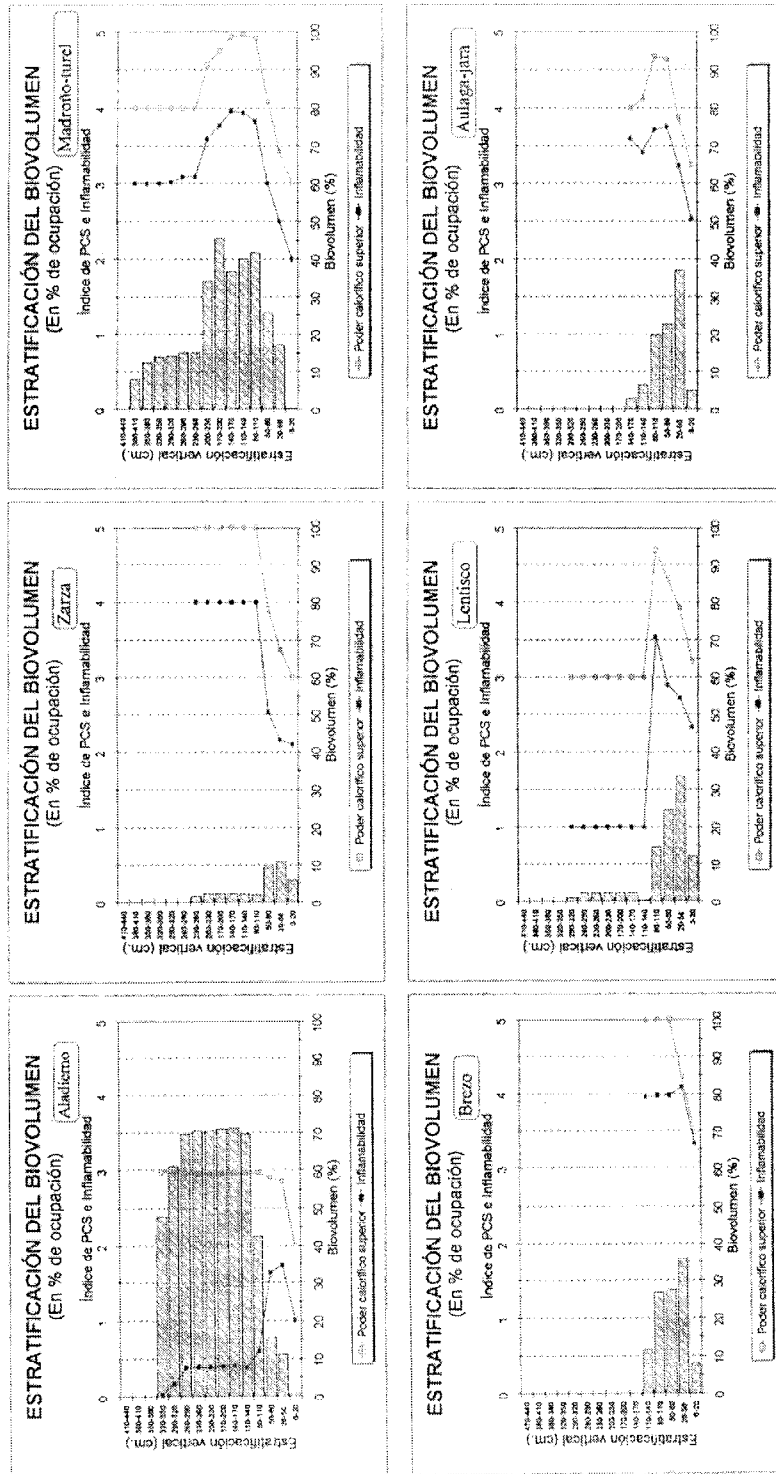


Figura 2. Estratificación del biovolumen fotosintético total (en % de ocupación) e índices medios de PCS e inflamabilidad para los seis tipos de vegetación detectada.

a esta vegetación en una de las más favorables al incendio. El riesgo de padecer elevadas temperaturas por ser un material altamente inflamable, de elevado poder calorífico, seco y muy cercano al suelo sugiere que pueden desarrollarse fuegos intensos, muy destructivos.

E. Tipo Lentisco

Solamente los 4 primeros niveles de estratificación (0-110 cm.) superan el 10% de ocupación del volumen (Figura 2), con su moda en el nivel 20-50 cm (con 33%). De 110 a 320 cm., la única representación específica la compone la esporádica presencia de *Olea europaea*, con una ocupación media de 2.1% del volumen. El índice medio de inflamabilidad para los primeros 110 cm. se puede considerar como medio (2.3-3.5) y medio-alto el referido al PCS (3.2-4.7).

El porcentaje de suelo descubierto es de 49%, estando el 78% del mismo en clases de tamaño inferior a 2 m y sólo el 2% en clases de tamaño superior a 500 cm, lo que apunta a la acentuada continuidad horizontal de este sotobosque.

La disposición de la mayor parte del biovolumen de la vegetación en la cercanía del suelo y la continuidad espacial del mismo queda contrarrestada por los niveles medios de inflamabilidad (menor de 3) en los 3 primeros niveles de estratificación lo que confiere a esta comunidad un grado medio de pirofitismo.

F.- Tipo Aulaga-jara

Se caracteriza por su escasa estructuración vertical, estando la práctica totalidad de su biovolumen en los primeros 110 cm de altura, alcanzando su moda entre los 20 y 50 cm con un porcentaje de ocupación de 37% (Figura 2). Los índices medios de inflamabilidad y PCS en los primeros 20 cm del suelo, muy probablemente sean superiores a los medidos, debido bien a las especiales características estructurales de las especies que integran esta vegetación al poseer en los niveles cercanos al suelo necromasa unida a la estructura viva del individuo, o bien al aporte de la misma sobre el suelo. Con todo ello este tipo de vegetación se caracteriza por poseer valores medio-altos en inflamabilidad (de 2.5 a 3.8), y altos en PCS (de 3.3 a 4.7).

El porcentaje de suelo vacío es del 48%, estando el 92% del mismo en tamaño de clases inferior a 1.5 m y sólo un 6% en tamaño de clase superior a 500 cm. Lo cual demuestra la marcada continuidad horizontal de la vegetación del sotobosque.

Tanto la disposición espacial del combustible, el elevado acúmulo de necromasa y el alto grado de inflamabilidad y poder calorífico hace que esta comunidad sea típicamente pirófito.

Un análisis de la disposición espacial del biovolumen según la pertenencia de las especies a los síndromes morfológico-funcionales I y II (Herrera, 1984, 1994; Alés, 1993)¹ (Figura 3) para los seis tipos de vegetación pone de manifiesto la heterogeneidad en cuanto a la representación de los mismos, tanto entre los tipos de vegetación, como dentro de ellos. Destaca, por una parte, la ausencia de biovolumen perteneciente a especies con síndrome I en el tipo Aladierno y la escasa representación espacial de especies con síndrome II en los tipos Brezo y Aulaga-jara. Y por otra, la segregación espacial de las especies pertenecientes a ambos síndromes en el estrato vertical de comunidades con elevada estructuración, caso del tipo Madroño-turel, donde el síndrome I es dominante en el estrato inferior (0-230 cm) y el síndrome II en el superior (230-410 cm).

Por otra parte se aprecia un aumento del índice de inflamabilidad y PCS en estratos con dominancia de especies con síndrome I y una disminución de los mismos en aquellos donde dominan especies con síndrome II. Los resultados del análisis de correlación de rango de Spearman entre los índices medios de inflamabilidad y PCS en cada estrato y el porcentaje de

¹ El síndrome I se encuentra asociado con etapas tempranas de la sucesión, condiciones de relativa infertilidad y perturbación. El síndrome II presenta plantas asociadas a etapas sucesionales más tardía.

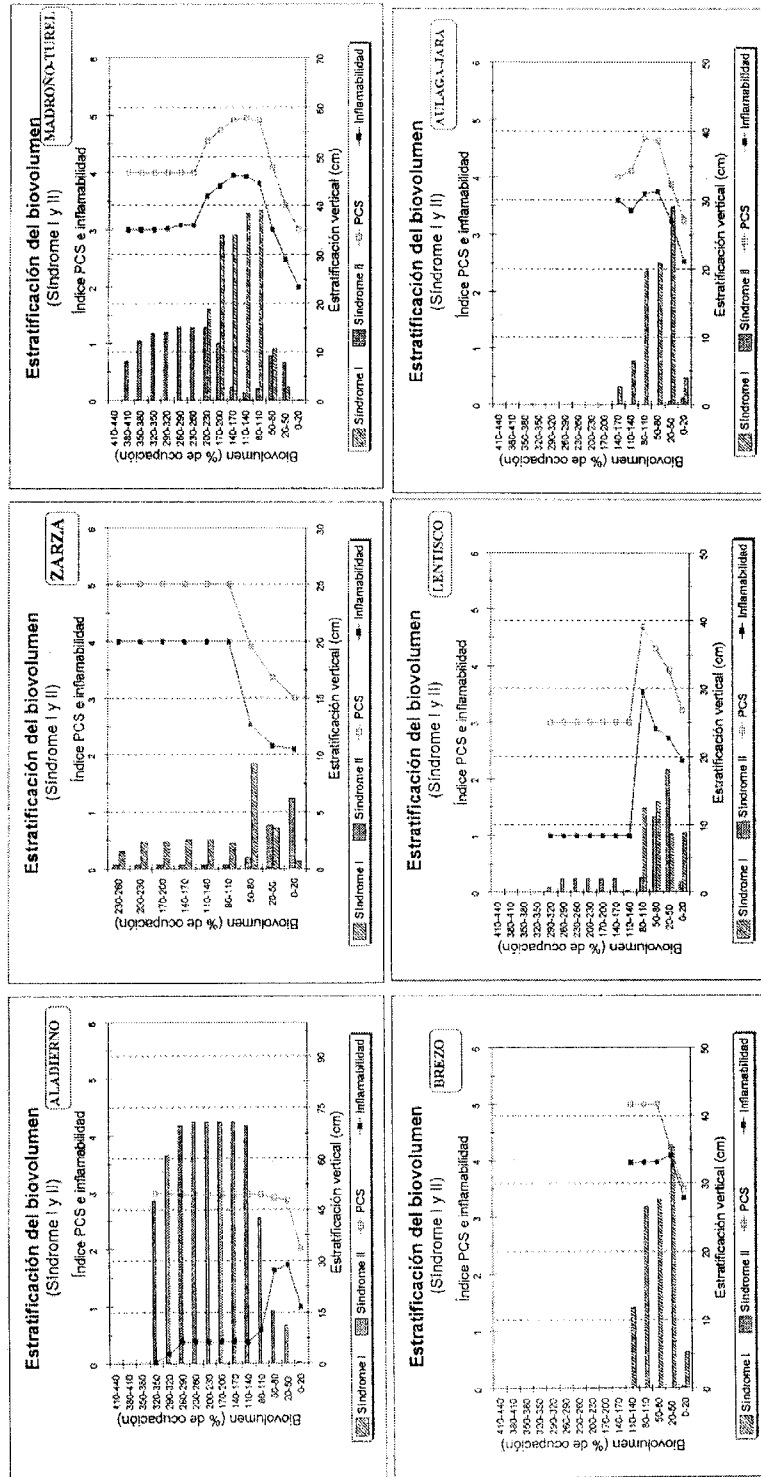


Figura 3. Estratificación del biovolumen fotosintético para cada síndrome (en % de ocupación) e índices medios de PCS e inflamabilidad para los seis tipos de vegetación detectada.

biovolumen ocupado por las especies agrupadas en ambos síndromes, además de relación síndrome I/II, para los tipos de vegetación con representativa presencia de ambos síndromes (Madroño-turel, Lentisco y Zarza) ratifican este hecho (Tabla 1).

TIPO MADROÑO-TUREL			
Síndrome I	Síndrome II	I/II	
PCS	0.75**	-	0.86**
Inflamabilidad	0.64*	-	0.73**
TIPO LENTISCO			
PCS	0.97***	0.64*	0.92***
Inflamabilidad	0.97***	0.64*	0.92***
TIPO ZARZA			
PCS	-	-	-
Inflamabilidad	-	-	-

* p<0.05

**p<0.01

***p<0.001

Tabla 1. Correlación de rango de Spearman entre los índices de inflamabilidad y PCS y el biovolumen ocupado en cada estrato por las especies con síndrome I, II y relación I/II para los tipos de vegetación *Madroño-turel*, *Lentisco* y *Zarza*. Sólo se señalan los r_s con $p<0.05$.

Para el tipo Madroño-turel, los índices medios de inflamabilidad y PCS sufren un aumento estadísticamente significativo con el aumento de la biomasa de especies con síndrome I o con la proporción I/II. Para el tipo *Lentisco*, se establecen correlaciones para ambos síndromes y la relación I/II, aunque más acusada para el síndrome I ($r_s=0.97$) y I/II ($r_s=0.92$). Para el tipo Zarza no se establecen correlaciones significativas.

4. Discusión y conclusiones

El incendio forestal es intrínseco de la propia dinámica natural de los ecosistemas mediterráneos. Como tal hay que tratarlo y entenderlo. Las actuaciones sobre la vegetación deben dirigirse, no a la eliminación de este elemento, sino a minimizar la probabilidad de su aparición y sus efectos.

En el Parque Natural Los Alcornocales, el gradiente ambiental junto a la historia de manejos y perturbaciones, más que la cantidad total de combustible, es el que delimita en mayor grado el nivel de pirofitismo de las distintas comunidades vegetales, al condicionar la complejidad estructural de la comunidad y su composición específica

Integrando la información expuesta con otros estudios comparativos llevados a cabo en áreas conservadas y perturbadas (Coca, 1999), se pueden agrupar los seis tipos de vegetación detectados en el alcornocal del Parque Natural Los Alcornocales, en dos comunidades tipos, según los cambios de la composición específica y estructuración vertical de su biomasa en el tiempo:

Comunidad Tipo a. (Tipos Aladierno-Zarza y Madroño-Turel) Comunidades localizadas en exposición a umbría y/o en áreas con atemperación del estrés hídrico. Presentan una gran estructuración y complejidad en sus tramos conservados. Las especies que la integran provienen de semillas fotoblásticas negativas y con fisiología esciófilas (plantas de sombra), principalmente en los estados juveniles, no así en las etapas adultas, ya que presentan tendencias heliófilas, al igual que sus rebrotes basales. Este hecho tiene especial importancia, ya que condiciona la disposición de las estructuras vegetales según el gradiente vertical. La compactación del dosel vegetal en el estrato superior permite la creación de un ambiente más esciófilo (oscuro y húmedo) en los tramos inferiores, conduciendo a la eliminación de las especies con apetencia heliófila de bajo porte

—principalmente especies con síndrome I- y a la pérdida de los rebrotes y ramas bajas con mayores requerimientos lumínicos —poda natural—. La tendencia es a la creación de un estrato inferior sin estructuras fotosintéticas (monte hueco) y la sustitución de un tipo de vegetación mezcla de especies con síndromes I y II, con elevada continuidad vertical del combustible y altamente pirófito (principalmente en el Tipo Madroño-turel), por otra con dominancia de especies con síndrome II, con escasa continuidad vertical del combustible y con bajo nivel de pirofitismo.

Comunidad Tipo b. (Tipos Brezo, Lentisco y Aulaga-jara) Los factores topográficos (orientación a solana), edáficos (oligotrofia) y microclimáticos (estrés hídrico) condicionan la dominancia de especies provenientes de semillas fotoblásticas positivas y con fisiología heliófila, tanto en los estados juveniles, como en los adultos (plantas de sol). El elevado grado de estructuración vertical en las áreas no perturbadas, no ha incidido de forma alguna en la creación de un ambiente más esciófilo conducente al aclareo de las especies en los niveles inferiores (monte hueco), ni a la sustitución manifiesta de especies por otras con requerimientos ecofisiológicos distintos, como consecuencia de la alta luminosidad existente en todo el perfil. Ello favorece el predominio de estados metaestables, con elevada acumulación de necromasa y altamente inflamables.

Actuaciones selvícolas inadecuadas, tiene consecuencias nefasta para el conjunto del ecosistema y principalmente en aquellos alcornoques "Tipo a":

- Pérdidas de suelo en las pendientes.
- Eliminación del efecto sombreado en la comunidad "Tipo a", con la consecuente colonización del espacio de especies heliófilas, de bajo porte y altamente pirófitas.
- Pérdida de las condiciones microclimáticas en la comunidad "Tipo a" (aumento de la fluctuaciones térmicas, disminución de la humedad relativa, aumento de la luminosidad y viento).
- Pérdida de diversidad estructural con efecto en la biodiversidad del ecosistema.

Los tratamientos selvícolas a seguir de cara a la prevención y minimización de los efectos del incendio forestal y conservación del ecosistema, variará en función del tipo de comunidad existente, así como de las características físicas del medio:

Para las comunidades pertenecientes al "Tipo a", se priorizarán actividades dirigidas a potenciar la ruptura de la continuidad vertical del combustible a fin de conseguir, el establecimiento de un "monte hueco", con escasa carga de combustible y bajos índices relativos de inflamabilidad y poder calorífico, por medio de:

- Podas selectivas a los individuos de las especies de gran porte (*Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Viburnum tinus*, *Phillyrea angustifolia*, *Phillyrea latifolia*, *Rhamnus alaternus*, etc.). Con ello se consigue tallos limpios, se disminuye la cantidad de necromasa y se eleva a una mayor altura la altura mínima fotosintética de la vegetación, con la consiguiente separación del suelo de estructuras altamente inflamables y energéticas.
- Roza de las especies heliófilas presentes de escasa talla (aulagas, brezo de escoba, turel de baja talla, jaras, etc.)
- Eliminación de la carga de combustible de los estratos superiores por medio del aclareo (corta) de ejemplares en áreas con elevadas coberturas. Esta corta se realizará principalmente sobre aquellas especies con elevados índices de inflamabilidad y poder calorífico, caso del turel (*Erica arborea*) de gran porte.
- Potenciación de ciertas especies de gran porte y bajos índices relativos de inflamabilidad y poder calorífico (*Arbutus unedo*, *Viburnum tinus*, etc.).

Para aquellas comunidades englobadas en el "Tipo b", las actuaciones más adecuadas se encauzarán a romper la continuidad horizontal del combustible, por medio de:

- En alcornocales de escasa pendiente, roza total de las especies del sotobosque.
- En alcornocales de mayor pendiente y en áreas de matorral arbolado, ruptura de la continuidad horizontal del combustible por medios de rozas parciales dispuestas en mosaico.
- Favorecimiento, por medio de rozas selectivas, de la colonización del espacio de especies de bajos índices relativos de inflamabilidad y poder calorífico (*Rubus ulmifolius*, *Cistus salviaefolius*, *Smilax aspera*, *Ruscus aculeatus*, *Pistacia lentiscus*, etc.) a expensa de otras más pirófitas (*Genista linifolia*, *Teucrium fruticans*, *Lavandula stoechas*, *Ulex* spp., etc.), no permitiendo, por una parte, que alcancen un elevado desarrollo vertical, y por otra, una dominancia absoluta de unas frente a otras, así como una continuidad horizontal.

5. Bibliografía

- ALÉS GÓMEZ, E., 1993: "Síndromes Ecológicos de la Vegetación de Matorral". Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- CARREIRA, J.A., F.X. Niell, K. Lajtha, 1994: "Soil-nitrogen availability and nitrification in mediterranean shrublands of varying fire history and successional stage". *Biogeochemistry*, Vol 26, pp. 189-209.
- CASAL, M., M. Basanta, F. García Novo, 1984: *La regeneración de los montes incendiados en Galicia*. Monografía nº 99. Universidad de Santiago de Compostela
- CASAL, M., 1992: *Perturbaciones por el fuego en los sistemas naturales. Jornadas sobre incendios forestales en las áreas mediterráneas*. Junta de Andalucía. Sevilla.
- CERDA, A., A.C. Imason, A. Calvo, 1995: "Fire and aspect induced differences on the erodibility and hidrology of soils at La Costera, Valencia, Southeast Spain". *Catena*, Vol 24, pp.289-304.
- COCA PÉREZ, M., 1996: "Aproximación a la tipificación del sotobosque leñoso del alcornocal del Parque Natural Los Alcornocales (Su relación con el manejo humano y los factores organizativos, limitativos y desorganizativos del ecosistema)". *Almoraima*, 15:115-122.
- COCA PÉREZ, M., 1999: "Efectos de la intervención humana y de los factores ambientales sobre la vegetación del alcornocal en el Parque Natural Los Alcornocales (Cádiz-Málaga)". Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- DÍAZ FIERROS, F., F. Gil, A. Cabaneiro, T. Carballas, M.C. Leiros, M.C. Villar, 1982: "Efectos erosivos de los incendios forestales en suelo de Galicia". *An. Edafol. Agrobiol.*, 41: 627-639.
- ELVIRA MARTÍN, L.M., C. Hernando Lara. 1988: Estudio de la combustibilidad de diversas asociaciones vegetales. Documento sobre el seminario sobre métodos y equipos para la prevención de incendios forestales. ICONA. Madrid.
- ELVIRA MARTÍN, L.M., C. Hernando Lara. 1989: *Inflamabilidad y energía de las especies de sotobosque (estudio piloto con aplicación a los incendios forestales)*. Colección Monografías INIA, nº 68. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- FOLCH, R., 1976: "El incendio forestal, fenómeno biológico". *Cuad. Ecol. Apl.*, 1:7-32.
- GIOVANNINI, G., S. Lucchesi, M. Giachetti, 1990: "Beneficial and detrimental effects of heating on soil quality". En: Goldammer, J.B., Jenkins, M.J.(Eds.): *Fire in Ecosystem Dynamics*, pp 95-102. SPB Academic Publishing, The Hague.
- HANES, T.J., 1971: "Sucesion after fire in the chaparral of southern California". *Ecol. Monogr.* 41: 27-52.
- HERRERA, C.M., 1984: "Tipos Morfológicos y Funcionales en Plantas del Matorral Mediterráneo del Sur de España". *Studia Oecologica* 5:7-34.
- HERRERA, C.M., 1992: "Historical effects and sorting processes as explanations for contemporary ecological patterns: character syndromes in mediterranean woody plants". *The American Naturalist*, 140-3: 421-446.
- NAVEH, Z., 1974: "Effects of fire in the mediterranean regions". En: Kozlowski, T.T., Ahlgren, C.E. (Eds.): *Fire and ecosystems*. Academic Press, pp. 401-434. Londres.
- PAPIÓ I PERDIGÓ, C., 1994: *Ecologia del foc i regeneració en garrigues i pinedes mediterrànies*. Institut d' Estudis Catalans. Barcelona.
- TRABAUD, L., 1970: "Le comportement du feu dans les incendies de forêt". *Revue Technique du Feu*, 103: 1-15
- TRABAUD, L., 1979: "Étude du comportement du feu dans la garrigue de chêne kermes à partir des températures et des vitesses de propagation". *Ann. Sci. forest.* 36: 13-38.
- TRABAUD, L., 1980: *Impact biologique et écologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des zones de garrigues du Bas-Languedoc*. Thèse d'Etat. Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier.
- TRABAUD, L., 1981: "Man and fire: Impacts on mediterranean vegetation". En: Di Castri, F., Goodall, D.W., Specht, R.L.: *Mediterranean-type shrublands*. Elsevier, Amsterdam, pp.523-537.
- TRABAUD, L., 1986: "Aspect floristique de la reconlisation des garrigues de *Quercus coccifera* et des forest de *Pinus halepensis* après incendie en Bas-Languedoc (France)". *Jornades sobre bases ecològiques per la gestió ambiental*. Diputació de Barcelona.
- VÉLEZ, R., 1988: "Los incendios forestales en los países de la región mediterránea". *Documento sobre el seminario sobre métodos y equipos para la prevención de incendios forestales*. ICONA. Madrid.