

# CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA Y PROPUESTA DE MEDIDAS RESTAURADORAS EN EL CANUTO DEL RÍO DE LA MIEL (ALGECIRAS, CÁDIZ)

Enrique Torres Álvarez / Jorge Serradilla Santiago

Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Huelva

## Resumen

A lo largo de los arroyos del macizo del Aljibe y sierras del Campo de Gibraltar, en las provincias de Cádiz y Málaga, se localizan unas formaciones vegetales singulares, en las que abundan especies arbóreas o arbustivas de hoja lauroide, que pueden considerarse relictos de vegetación terciaria, y que se denominan, genéricamente, canutos. Como paso previo a la caracterización ecológica de todos los canutos del Parque Natural de Los Alcornocales (Cádiz y Málaga) se ha elegido el canuto del río de la Miel en Algeciras para desarrollar una metodología de clasificación ecológica. A lo largo de los cuatro kilómetros de longitud del cauce, se realizaron 21 parcelas de muestreo, distanciadas entre sí 200 metros en proyección horizontal. En cada parcela se tomaron numerosos datos fisiográficos, florísticos y de la vegetación circundante, exterior al propio canuto. El diseño del inventario se realizó de modo que se recogiera tanto el gradiente ecológico longitudinal a lo largo del cauce, como en gradiente ecológico transversal al cauce. Se realizó un análisis multivariable de los datos, mediante la aplicación del método TWINSpan, tanto a la matriz de datos abióticos como a la matriz de especies vegetales. Las variables que más influyen en gradiente ecológico observado son la altitud y el grado de encajonamiento. Del mismo modo, se observa una variación continua del espectro florístico a lo largo del mencionado gradiente ecológico, pasando de formaciones dominadas por alisos (*Alnus glutinosa*) a formaciones dominadas por hojaranzos (*Rhododendron ponticum* ssp. *baeticum*). Dicha caracterización ecológica y florística permite proponer diferentes medidas de conservación o restauración, a lo largo del gradiente ecológico considerado.

**Palabras clave:** Caracterización ecológica, canutos, TWINSpan, restauración, conservación.

## 1. Introducción y objetivos

En el macizo del Aljibe y sierras de Campo de Gibraltar (Cádiz), los tramos altos de los arroyos discurren encajonados entre márgenes de derrubios y grandes bloques de arenisca, albergando una densa vegetación de tipo lauroide que aprovecha los aportes hídricos excepcionales aportados por las masas de aire húmedo procedente del mediterráneo. Estos angostos cauces reciben el nombre vernáculo de canuto. Esta palabra es, al parecer, de origen mozárabe y significaría tubo o trozo de caña (BLANCO *et. al.*, 1997), en alusión a la angostura. Las formaciones vegetales de los canutos gaditanos se asemejan a las verdaderas laurisilvas macaronésicas, y parecen ser relictos de vegetación Terciaria que habría encontrado refugio en estos enclaves de temperaturas suaves y elevada humedad, atmosférica y edáfica, sobreviviendo de este modo a los periodos glaciares del Cuaternario. Los canutos forman una estructura lineal reticulada inmersa en una gran matriz superficial formada, fundamentalmente, por alcornocales y quejigares. Por tanto, contribuyen de manera singular a enriquecer la biodiversidad de tales formaciones vegetales. Es decir, parte de la riqueza natural de los alcornocales y quejigares del macizo del Aljibe y sierras del Campo de Gibraltar depende en buena medida de los canutos que los surcan. Además, la estabilidad del sistema alcornocal o quejigar está condicionada a la existencia en buenas condiciones de cada uno de sus componentes, entre los que se encuentran los canutos. De aquí se deduce la importancia y necesidad de su conservación.

Ahora bien, la peculiaridad de las condiciones ecológicas que determinan la existencia de los canutos, los convierten en ecosistemas muy frágiles, en los que, una pequeña variación de los factores ecológicos puede conducir a su degradación. Por tanto, la actividad humana puede, directa o indirectamente, influir en la regresión de estos ecosistemas, contribuyendo a su desaparición. De este modo, es necesario reducir al mínimo estas influencias negativas así como acometer, en la medida de lo posible, medidas restauradoras que aproximen a los canutos degradados a su estado natural original. Para ello es necesario profundizar en la composición, estructura y dinámica de los canutos, a lo que pretende contribuir este trabajo, para posibilitar adoptar las medidas restauradoras del modo más razonado posible.

El estudio se ha centrado en uno de los canutos más conocidos de las sierras de Algeciras, el canuto del río de la Miel, con la finalidad de desarrollar y poner en práctica una metodología que más tarde pudiera ser aplicada al resto de los canutos del macizo del Aljibe y sierras del Campo de Gibraltar.

Los objetivos del estudio son los siguientes:

- Delimitar, a lo largo del canuto, zonas ecológicamente homogéneas a partir de sus características abióticas.
- Caracterizar las formaciones vegetales que se sitúan a lo largo del canuto, diferenciándolas a partir de su composición florística.
- Caracterizar el dosel arbóreo y arbustivo de los canutos, a partir de sus características dasométricas.
- Relacionar entre sí, las zonas obtenidas a partir de las características abióticas, la composición florística y las características dasométricas.
- Proponer medidas restauradoras adaptadas a las características ecológicas de cada zona a lo largo del canuto.

## 2. Material y métodos

### 2.1. Zona de estudio

El canuto del río de la Miel se encuentra en las Sierras de Algeciras, entre las siguientes coordenadas geográficas: 36° 8' 0,65" y 36° 4' 40,3" de latitud norte y 5° 32' 58,4" y 5° 28' 51,5" de longitud este. El sustrato geológico está constituido por areniscas oligocenas, que da lugar a suelos ácidos. El río de la Miel nace en las proximidades del pico Luna (785 m) y desemboca, actualmente entubado, en el mar Mediterráneo en la Bahía de Algeciras. No obstante, el tramo que tiene las mencionadas características geomorfológicas de canuto, se encuentra, aproximadamente entre las altitudes de 120 m y 747 m, con una longitud de 4,2 km y recogiendo las aguas de una cuenca vertiente de 752 ha (SERRADILLA, 2000). El río discurre en dirección aproximada de oeste a este, desviándose ligeramente hacia el norte. Las pendientes, en general son fuertes, presentando la cuenca una pendiente media del 34,05 %. El cauce del río discurre muy encajonado, presentando las laderas pendientes mucho mayores, superiores en algunos puntos al 100 %. El clima se caracteriza por la suavidad de las temperaturas, con una media anual en torno a 17 °C y práctica ausencia de heladas, y unas elevadas precipitaciones de alrededor de 1000 mm/año. Mediante las oportunas regresiones se ha estimado que la zona baja del canuto del río de la Miel, a 128 m de altitud, reciben unos 935 mm/año, mientras que la zona alta, a 690 m de altitud, alcanza los 1370 mm/año como media. Los vientos predominantes son de componente oeste, vientos de poniente, o de componente este, vientos de levante. Cuando soplan vientos de levante, las masas de aire procedentes del Mediterráneo vienen cargadas de humedad y se ven obligadas a encajonarse por el estrecho valle del río de la miel, condensando su humedad y formando espesas nieblas, que constituyen un importante aporte extra de humedad para la vegetación (TORRES y MONTERO, 2000). Sin tener en cuenta este aporte extraordinario de las precipitaciones horizontales, ocultas, el clima se puede clasificar como IV<sub>2</sub>, mediterráneo genuino de inviernos tibios (ALLUÉ, 1990). Según la clasificación de RIVAS MARTÍNEZ (1987) el clima se puede clasificar como mediterráneo, piso bioclimático termomediterráneo, aunque conforme se va aumentando en altitud y acercándose a la cabecera de la cuenca, se va alcanzando el piso bioclimático mesomediterráneo. En cualquier caso, es muy importante tener en cuenta el aporte adicional de agua por las nieblas y la reducida evaporación al encontrarse el canuto muy encajonado y recibir un reducido número de horas de sol al día. Al presentar una geodinámica muy activa, los suelos de los canutos son poco evolucionados, variando de litosoles (A/C), en los bloques de arenisca, a rankers aluviales (A;C), en las laderas de derrubios. Tan solo en las zonas de remansos, donde la pendiente se reduce considerablemente, se pueden formar suelos más evolucionados y profundos, llegando a luvisoles (A;B;C). En cuanto a la vegetación, en las zonas de laderas, fuera del canuto propiamente dicho, es posible encontrar densos alcornoques y quejigares, predominando éstos en las zonas más húmedas. Ambas formaciones vegetales pueden encuadrarse como incluidas en dos series de vegetación climatófilas: la serie termo-mesomediterránea aljibica y bética húmedo-hiperhúmeda del alcornoque (*Teucrio baetici-Quercetum suberis sigmetum*) y la serie aljibica tingitana, silicícola, termo-mesomediterránea, húmedo-hiperhúmeda del quejigo moruno (*Rusco hypophylli-Quercetum canariensis sigmetum*). En el interior del canuto, pueden encontrarse alisedas y densas manchas de hojaranzo, que pueden ser incluidas en las siguientes series de vegetación climatófilo-edafófilas y edafohidrófilas: serie aljibica, monchiquense y divisorioportuguesa, silicícola, termo-mesomediterránea, húmedo-hiperhúmeda del hojaranzo (*Frangulo baeticae-Rhododendretum pontici sigmetum*) y serie aljibica del aliso (*Arisaro proboscidei-Alnetum glutinosae sigmetum*). Además de las especies titulares de las formaciones vegetales como el aliso (*Alnus glutinosa*) y el hojaranzo (*Rhododendron ponticum*) es posible encontrar numerosas especies vegetales de interés especial, tales como los helechos paleotropicales *Culcita macrocarpa*, *Pteris incompleta*, *Vandesboschia speciosa*, etc., además de un gran número de plantas incluidas en el Catálogo Andaluz de Especies de Flora Silvestre Amenazada.

El río de la Miel discurre entre las sierras de Las Esclarecidas, al norte, y del Algarrobo, al sur. El río sirve de linde a los montes, declarados de Utilidad Pública, Majadal Alto, al norte, y Comares, al sur, ambos pertenecientes al Municipio de Algeciras e incluidos en el Parque Natural de Los Alcornocales.

## 2.2. Toma de datos

La toma de datos se ha basado en un muestreo sistemático a través de parcelas circulares. Se replantearon un total de 21 parcelas, separadas entre sí una distancia horizontal homogénea de 200 m, y situada la primera en la zona más baja del canuto. Las parcelas se numeraron consecutivamente del 1 al 21, dando el número 1 a la parcela situada a menor altitud. Las parcelas se sitúan alternativamente a derecha e izquierda del cauce. En cada punto de muestreo se localizan en realidad dos parcelas concéntricas. La primera de ellas tiene un radio de 5 m y resulta tangente al cauce, sirviendo para los inventarios del matorral. La segunda parcela, tiene un radio de 10 m, cubrirá parcialmente al cauce y servirá para la toma de datos del arbolado. En las parcelas de 5 m de radio se realizó un inventario botánico, con indicación de la espesura y abundancia de las especies presentes, en sendas escalas de 1 a 5. En la parcela de radio 10 m se realizó el inventario dasométrico, anotándose el diámetro normal, a la altura de 1,30 m, de cada uno de los pies de todas las especies arbóreas y arbustivas, considerando un diámetro mínimo inventariable de 3 cm. También se midió la altura media de los pies de cada una de las especies inventariadas. En cada uno de los puntos de muestreo se realizó además un inventario fisiográfico, anotando la altitud, la orientación del cauce, la orientación de la parcela, la pendiente del cauce, la pendiente de la parcela, la pedregosidad, la rocosidad y la abundancia de hojarasca, así como el estado de regeneración de las especies arbóreas en una escala de 1 a 4. A partir de los datos del perfil transversal se calcularon las alturas derecha e izquierda del canuto, su anchura máxima, su asimetría su esbeltez y su grado de encajonamiento. Referido al hojaranzo (*Rhododendron ponticum*), se tomaron datos en cada parcela sobre la afección por micosis, la presencia de daños por insectos defoliadores, ambas en una escala de 1 a 4, así como la presencia de ramas cortadas y la presencia de regeneración, procedente de la vía sexual o vegetativa, en respectivas escalas de 1 a 3. Por último, para caracterizar el perfil transversal del canuto en cada punto de muestreo, en cada uno de ellos se midió la anchura del cauce, la longitud las laderas hasta el punto de desencajonamiento, donde se abre el canuto, sus respectivas pendientes y el tipo de material de que estaban formadas (bloque rocoso, pedrera de grandes bloques, pedrera de pequeños bloques, conglomerado o materiales sueltos). También se anotó el tipo de vegetación más característica que aparece fuera del punto de desencajonamiento, ya fuera del canuto propiamente dicho.

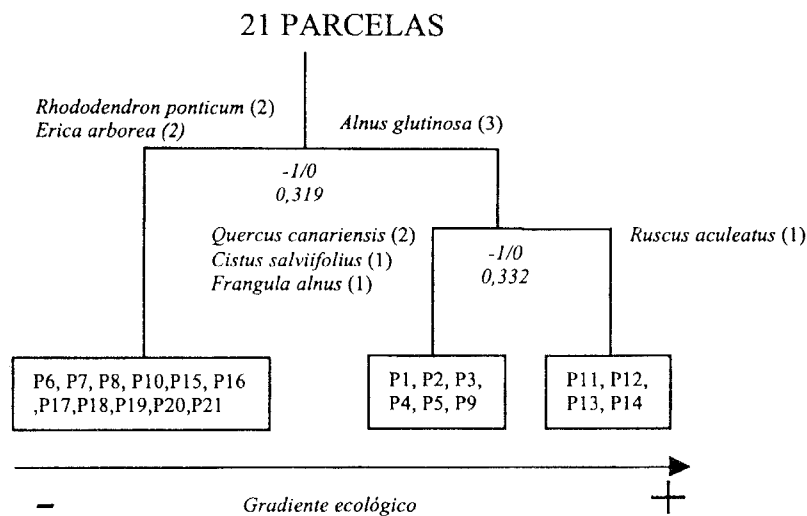
## 2.3. Análisis de los datos

Los datos del inventario dasométrico se utilizaron para calcular en cada parcela la densidad del arbolado en número de pies por hectárea y en área basimétrica ( $m^2/ha$ ), para cada una de las especies. Estos datos fueron sometidos a un análisis de estadística descriptiva. Los datos del inventario botánico y del inventario fisiográfico, fueron sometidos a un análisis multivariable TWINSpan (HILL, 1979), que permite obtener una división del territorio objetiva e independiente de la finalidad del estudio. De este modo, se han obtenido sendas clasificaciones del canuto, una basada en factores ecológicos abióticos y otra basada en su composición florística. El método TWINSpan es un método de clasificación multivariable, jerárquico, divisivo y dicotómico, que intenta poner de manifiesto los gradientes ecológicos existentes en el área de estudio, a partir del análisis corregido de correspondencias. La clasificación de las parcelas se representa gráficamente en un dendrograma, que tiene la cualidad de presentar juntos los grupos de parcelas más semejantes, de modo que de derecha a izquierda se aprecia el gradiente ecológico. En cada nudo del dendrograma se indica el autovalor asociado a cada eje canónico, de modo que indica el tanto por uno de la varianza recogida por el eje en cuestión, además de los atributos o especies indicadoras de cada lado de la división. También se indica el valor umbral que determina en cada nudo la clasificación en el grupo positivo o negativo, al comparar dicho valor con el que se obtiene de sumar un punto por cada especie o atributo indicador del grupo positivo y restar un punto por cada especie o atributo indicador del grupo negativo.

El programa TWINSpan trabaja con variables discretas. Por tanto, en el caso de las variables fisiográficas continuas se ha procedido a un proceso de división homogénea del rango de variación, generando una serie de atributos binarios de presencia-ausencia en cada una de las clases en las que se ha dividido cada variable.

### 3. Resultados

Se han inventariado, en el conjunto de las 21 parcelas, un total de 93 especies vegetales, siendo su abundancia y espesura variables. El resultado de aplicar el programa TWINSpan a la matriz de especies-inventarios se presenta en la figura 1. Una especie se comporta como indicadora si su grado de abundancia es igual o superior al indicado en el dendrograma. Es importante señalar que de las 93 especies inventariadas, tan solo 7 toman carácter indicador. El polo positivo de la clasificación está relacionado con las especies con un alto grado de abundancia en las parcelas bajas del canuto, mientras que el polo negativo lo está con las especies más abundantes en las zonas altas.



**Figura 1.** Dendrograma de la Clasificación TWINSpan de la matriz Especies-inventarios florísticos. En cada división aparece el valor umbral y el autovalor, así como las especies indicadoras de cada grupo.

En la figura 2 se presenta el dendrograma resultado de aplicar la clasificación TWINSpan a la matriz Atributos fisiográficos-inventarios. Cada muestra ha sido clasificada a partir de 71 atributos fisiográficos binarios obtenidos a partir de 20 variables fisiográficas. La clasificación obtenida refleja el máximo gradiente ecológico existente en la matriz de datos. El polo negativo está constituido por las parcelas P1, P3, P5 y P7, mientras que el polo positivo está formado por las parcelas P13, P16, P17 y P18. El resto de las parcelas suponen situaciones intermedias más próximas, ecológicamente hablando, al polo positivo o negativo, según se encuentren en la parte derecha o izquierda del dendrograma. De este modo, el polo negativo se caracteriza por altitudes bajas, anchuras medio-altas y pendientes medias, mientras que el polo positivo se caracteriza por una anchura del cauce pequeña, altitud elevada, gran esbeltez y pendientes altas.

Del inventario dasométrico se desprende que el número de pies por hectárea varía entre 286 y 8.308 pies/ha, con tendencia a aumentar conforme se aumenta en altitud. El área basimétrica varía entre 9,45 y 53,36 m<sup>2</sup>/ha, con tendencia disminuir con la altitud, aunque con numerosas excepciones. La zona baja del canuto presenta, generalmente, áreas basimétricas medias

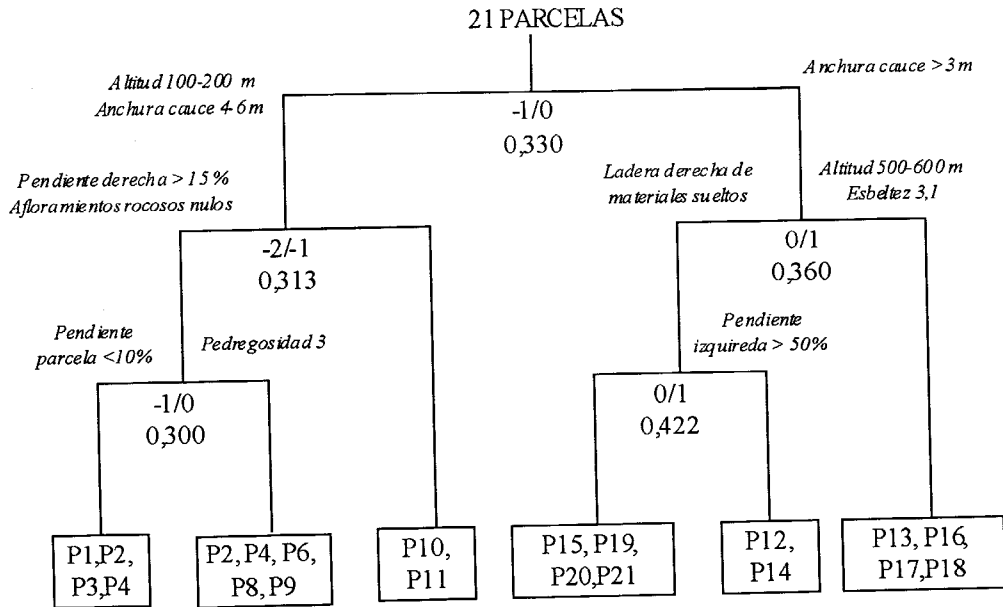


Figura 2. Dendrograma de la Clasificación TWISpan de la matriz Atributos fisiográficos-inventarios abióticos. En cada división aparece el valor umbral y el autovalor, así como los atributos indicadores de cada grupo.

o altas, con un pequeño número de pies y por tanto con un diámetro medio elevado. Las especies arbóreas más abundantes en las zonas bajas son el aliso, y, en menor medida, el alcornoque y el quejigo. En las zonas altas, aparecen densidades muy elevadas, los mayores números de pies por hectárea, mientras que disminuye el área basimétrica, lo que se traduce en diámetros medios muy pequeños. También se diversifica el número de especies presentes, siendo principalmente laurel, acebo, brezo, quejigo, agracejo y hojaranzo las especies dominantes. A partir de la parcela 18 se dispara la densidad de hojaranzo, superando 10000 pies/ha, mientras que el aliso deja de aparecer en la zona alta.

Los daños por micosis en el hojaranzo son más apreciables en las zonas bajas y medias, mientras que los daños por insectos defoliadores se reparten uniformemente a lo largo del arroyo. Prácticamente el 98 % de la regeneración observada procede de la vía vegetativa, sin intervención de semillas, aparentemente debido a la dificultad de germinación de las semillas y supervivencia de las plántulas.

#### 4. Conclusiones. Propuesta de medidas restauradoras

Es posible diferenciar claramente tres zonas ecológicamente diferentes a lo largo del canuto del río de la Miel. La zona más baja, con cauce más ancho y perfil transversal más abierto, se corresponde con formaciones vegetales que podemos denominar alisedas, por predominar el aliso tanto en los inventarios botánicos como en los dasométricos. En esta zona se encuentran los árboles de mayor tamaño y las menores densidades de la masa.

La zona más alta, se corresponde con zonas de cauce más estrecho, pendiente y encajonado, con perfiles transversales más esbeltos y encajonados. En estas zonas altas se desarrolla una vegetación arbustiva lauroide muy diversa, con tendencia progresiva a aumentar la presencia del hojaranzo, disminuir el área basimétrica y aumentar el número de pies por hectárea, y en consecuencia disminuir el diámetro medio y la talla de los pies arbustivos. El hojaranzo presenta un mejor estado

vegetativo en estas zonas altas, pues se aprecia un gradiente de disminución de las afecciones micóticas con la altitud, aunque sigan afectando las plagas de insectos defoliadores. Es generalizada la escasez de regeneración del hojaranzo por vía sexual, tal vez debido a la falta de microhábitats adecuados que dificulta la germinación y primer desarrollo de las plantas.

Es posible definir una zona intermedia, que en ocasiones se intercala en el interior de las dos clases extremas anteriores, con características así mismo intermedias en cuanto a composición florística (transición entre la aliseda y la vegetación arbustiva lauroide), características dasométricas y fisiográficas.

A partir de las características ecológicas de cada una de las zonas definidas, así como de una serie de experiencias complementarias sobre producción de planta en vivero y seguimiento de plantas introducidas en el canuto, se proponen las siguientes medidas restauradoras:

- Zona 1 (Grado de encajonamiento menor de 20, altitud menor de 300 m, aliseda): Densificación mediante plantación de *Alnus glutinosa*, hasta alcanzar densidades de 700-1000 pies/ha.
- Zona 2 (grado de encajonamiento entre 20 y 50, altitud entre 300 y 500 m, transición entre aliseda y vegetación arbustiva lauroide): Creación de microhábitats para favorecer la germinación de *Rhododendron ponticum*, mediante la implantación de especies más frugales: *Erica arborea*, *Erica ciliaris*, *Ruscus aculeatus*, *Ruscus hipophyllum* o *Stauracanthus boivinii*. Introducción directa de *Frangula alnus*, *Laurus nobilis* e *Ilex aquifolium*, puesto que no es estrictamente necesaria una cubierta transitoria para estas especies.
- Zona 3 (grado de encajonamiento mayor de 50, altitud superior a 500 m, vegetación arbustiva lauroide): Zona bien conservada, no actuación, máxima protección.

En cualquier caso, en cualquiera de las tres zonas, es estrictamente necesario el control de las poblaciones de herbívoros, tanto domésticos, principalmente cabras, como silvestres, fundamentalmente el corzo. Del mismo modo, es necesario prescindir de las cortas y podas de ramas en los árboles y arbustos del canuto.

### 5. Bibliografía

- ALLUÉ, J.L.: *Atlas fitoclimático de España. Taxonomías*, Madrid, INIA, MAPA, 1990.
- BLANCO, E, M.A. Casado, M. Costa, R. Escribano, M. García Antón, M. Génova, A. Gómez Manzaneque, F. Gómez Manzaneque, J.C. Moreno, C. Morla, P. Regato y H. Sainz: *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*, Barcelona, Editorial Planeta, 1997.
- HILL, M.O.: TWISNPAN. A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes, Ithaca, New York, Section of Ecology and Systematics. Cornell University, 1979.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.: *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España*, Madrid, ICONA, 1987.
- SERRADILLA, J.: *Caracterización ecológica, estados regresivos y medidas restauradoras en el canuto del río de la Miel, Algeciras (Cádiz)*, Huelva, Proyecto de Fin de Carrera, Director: E. Torres, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Huelva. Huelva, 2000 (Inédito).
- TORRES, E. y G. Montero: *Los alcornoques del macizo del Aljibe y Sierras del Campo de Gibraltar. Clasificación ecológica y caracterización selvícola y productiva*, Madrid, MAPA, 2000.