

INVENTARIO CUALITATIVO, TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES Y RODALIZACIÓN: EL CASO DE *QUERCUS PETRAEA* (MATT.) LIEBL.

José A. Reque Kilchenmann

E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia. Universidad de Valladolid. Avda. Madrid 44. 34071-PALENCIA (España). Correo electrónico: requekch@pvs.uva.es

Resumen

Se realiza una revisión sobre el desarrollo y utilización de las tipologías estructurales de rodales en Europa. Se analiza la viabilidad de las herramientas de apoyo de las clasificaciones tipológicas (claves binarias de clasificación y ecuaciones discriminantes de clasificación) y fichas descriptivas de grupo en la inventariación forestal concluyéndose que pueden constituir un elemento eficaz en las fases de rodalización y estimación pericial inmediata. A modo de ejemplo se presenta la tipología estructural de *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. en la Cordillera Cantábrica, su clave dicotómica (binaria) de clasificación y la ficha descriptiva de grupo.

Palabras clave: Ordenación por rodales, Clave de clasificación, Selvicultura-silvicultura. Robledales

TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE RODALES FORESTALES

DOUSSOT (in BRUCIAMACCHIE, 1989) define la *tipología de un rodal forestal como la reunión, en un esfuerzo de síntesis, con una misma terminología, de rodales con ciertas características comunes juzgadas como determinantes en lo referente a los objetivos preferentes a asignar a largo plazo al rodal y en lo concerniente a las prescripciones selvícolas a establecer en el presente*. Como *estructura* de un rodal se entiende, por otro lado, la organización espacial y sociológica de los árboles que lo componen (LANIER, 1986; SCHÜTZ, 1990; CHAUVIN et al., 1994). También se entiende por estructura de un rodal forestal a la forma en que los diferentes elementos de la masa forestal – árboles, arbustos, necromasa, etc. – se organizan en el espacio (GADOW Y HUI, 1999; KINT et al., 2000; RIO et

al., 2003). Una tipología de estructuras forestales deberá, por tanto, incluir como variables determinantes aquellas que consideren la estratificación (estructura vertical) y la textura (organización o estructura horizontal).

El estudio y descripción de tipologías estructurales de rodales forestales surge de la necesidad de clarificar o ampliar los clásicos términos que definen el estudio estático de los montes arbolados (SERRADA, 2003) y que se reflejan en las clases naturales de edad, las formas fundamentales de masa, y las formas principales de masa, etc. (MADRIGAL, 1994).

Las características de la gestión e investigación forestal, con una escasa continuidad, fuerte dispersión de esfuerzos y escasa divulgación de resultados y trabajos, hacen que ante la necesidad de obtener datos más precisos sobre las masas en análisis, los diferentes agentes implicados en la gestión forestal hayan establecido

metodologías descriptivas propias, muchas de ellas de gran pragmatismo y, con demasiada frecuencia, mínima divulgación.

Con el objetivo de proporcionar una herramienta que permita un análisis suficientemente detallado de los rodales forestales, sin incurrir en los costes y esfuerzos de los inventarios cualitativos (dasométricos) tradicionales, surgen en la década de los ochenta del siglo XX los inventarios tipológicos basados en claves binarias (también llamados árboles de clasificación) para posibilitar la descripción objetiva de los rodales (HERBERT ET REBEIROT, 1985; LANIER, 1986; AUBURY *et al.*, 1990; HERBERT, 1994).

Los primeros estudios para establecer tipologías objetivas de rodales forestales se centran en masas irregulares de montaña, en las cuales la heterogeneidad estacional y estructural no queda satisfactoriamente expresada con la forma fundamental de masa o la clase natural de edad. Así, ante la dificultad de describir eficazmente masas disetáneas de *Fagus sylvatica* y *Abies alba* en el macizo del Jura, HERBERT & REBEIROT (1985) presentan una clasificación tipológica objetiva basándose en el análisis de cien parcelas situadas en hayedos-abetales de propiedad particular. Resumen los datos del inventario en 18 variables cualitativas y cuantitativas las cuales son estudiadas mediante un análisis multivariante tras el cual se establecen siete tipos de estructura forestal. Las diferentes particiones o llaves del árbol de clasificación vienen definidas por variables dasométricas de fácil evaluación en campo (Figura 1).

Más tarde, y tomando como base las fases silvogenéticas de LEIBUNDGUT (1959), CHAUVIN *et al.* (1994) desarrollan una tipología de estructuras forestales para masas de coníferas en los Alpes franceses. La tipología de CHAUVIN y colaboradores, establecida a partir del, probablemente, más extenso estudio tipológico de coníferas realizado en Europa, es actualmente ampliamente utilizada en inventarios para la redacción de planes simples de gestión. De la misma forma, la metodología de génesis tipológica de CHAUVIN ha servido de base para la mayoría de clasificaciones tipológicas realizadas posteriormente.

Como se comentó, los primeros inventarios tipológicos surgen para facilitar una más fina descripción de masas irregulares de coníferas de

montaña. Posteriormente, y como herramienta base de diagnóstico forestal se realizaron en Centroeuropa numerosas claves tipológicas (BRUCIAMACHIE, 1989; AUBURY *et al.*, 1990; BARY-LENGER Y SENGIER, inédito in BARY-LENGER & NEBOUT, 1993; LECLERC *et al.*, 1998; GAUDIN & JENNER, 2001). Para el Pirineo francés destacan los trabajos de CHOLLET & KUSS (1998) para *Fagus sylvatica* y de CHOLLET *et al.* (2000) para *Abies alba*.

En España las primeras tipologías estructurales se elaboran para montes bajos mediterráneos del género *Quercus* (GARNICA Y ROBLES, 1991; SERRADA, 2003), masas forestales en las que muy frecuentemente no se justifica la realización de inventarios cualitativos dasométricos debido al tamaño que presentan los árboles. Posteriormente, y tomando como base el Inventario Forestal Nacional, se realizan tipologías estructurales para *Quercus petraea* (REQUE, 2004), *Juniperus thurifera* (ROIG *et al.*, 2006), *Quercus pyrenaica* (ROIG *et al.*, 2007), y para *Abies alba* (AUNÓS *et al.*, 2007).

Por último debe ser citado el trabajo de BEBI *et al.* (2001) que presenta una adaptación de la tipología de CHAUVIN *et al.* (1994) basada en el estudio terrestre y estereoscópico de 200 parcelas. Los trabajos de BEBI y colaboradores llevan a una clave binaria, basada en variables estructurales deducibles de fotografías aéreas.

El procedimiento básico para la realización de una clave tipológica en un territorio determinado consiste en someter los datos de inventarios forestales ya realizados a una concatenación de análisis multivariantes y definir qué variables discriminan los diferentes grupos. La herramienta básica de la tipología pasa a ser una clave binaria (dicotómica) de clasificación aunque también es común complementar la tipología con ecuaciones discriminantes de clasificación.

Una de las bases de datos más utilizadas actualmente en la realización de clasificaciones tipológicas son los inventarios forestales nacionales. El proceso de definición de los grupos estructurales permite posteriormente obtener fácilmente los valores medios descriptivos de cada grupo. Estos valores son presentados en forma de ficha descriptiva de grupo.

A modo de resumen se puede decir que la utilización de clasificaciones tipológicas posibilita

la homogeneización de la descripción objetiva de los distintos robleales permitiendo describir las situaciones observables sobre el terreno así como sus características específicas medias.

UTILIZACIÓN DE TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES

Las tipologías estructurales y sus herramientas de clasificación deben ser consideradas como un elemento de análisis y descripción operacional de rodales forestales. Su ámbito fundamental de aplicación se centra en el inventario cualitativo y en la rodalización, buscando la normalización de la terminología del procedimiento descriptivo. Al prescindirse en la utilización de la tipología de las tediosas labores de replanteo y medición, características de los inventarios cuantitativos (dasométricos), el inventario tipológico posibilita la descripción de los robleales a un coste muy reducido.

Al complementarse la tipología con las fichas descriptivas de grupo en la que se presentan las variables dasométricas medias del tipo de masa, el inventario tipológico puede sustituir al inventario cuantitativo tradicional en algunos casos en los que la estimación de existencias no sea una variable trascendente para la gestión. Así, en planes dasocráticos en los que el cálculo de la posibilidad no sea paso previo ineludible para el establecimiento de las divisiones dasocráticas y de la localización del plan de cortas, los datos aportados por la ficha de grupo pueden ser suficientes para desarrollar el plan especial. Un ejemplo claro en este sentido pueden ser los planes dasocráticos centrados en la mejora de hábitat o en la mejora de la naturalidad y diversidad estructural. En este tipo de planes dasocráticos, se acepta que la enajenación de los productos de corta suele ser bastante difícil y por tanto la posibilidad anual suele definirse por criterios superficiales y no por volumen. Presentan además estas ordenaciones comúnmente un balance dinerario y financiero marcadamente negativo.

Otro ámbito de gestión y planificación forestal en el que el inventario tipológico puede ser una herramienta eficaz está en los Planes de Ordenación de Recursos Forestales (PORF). En estos trabajos de planificación forestal comarcal

en el ámbito de la ordenación del territorio, la utilización de métodos descriptivos objetivos como los propuestos en la tipología puede ayudar eficazmente y a bajo coste en los capítulos de diagnóstico selvícola y estratificación.

En ordenaciones en las que sí se proceda a una enajenación de productos, el inventario tipológico nunca debe sustituir al inventario cualitativo (dasométrico). En estos casos, el inventario tipológico puede ser una herramienta útil en los procesos de estratificación, elección del tipo de muestreo y planificación del inventario cualitativo, pero en ningún caso deberá considerarse la tipología como un elemento de previsión de producciones.

La realidad de muchas masas forestales españolas indica que en muchas de las planificaciones dasocráticas y proyectos de tratamientos selvícolas se prescinde actualmente de cualquier tipo de inventario, basándose la descripción de los rodales en las tradicionales clases naturales de edad. Esta realidad, obedece, además de a la reducida intensidad de gestión, a la ausencia de rematantes y procedimiento administrativo de enajenación y a la frecuente imposibilidad de autofinanciar las actuaciones. Es por ello, que una muy importante parte de tratamientos selvícolas ejecutados hoy en día son considerados dentro del plan de mejoras, explicándose así el negativo balance dinerario de las planificaciones. En estos casos, la normalización del proceso descriptivo de los distintos rodales de actuación, más allá de la actual utilización de los clásicos descriptores cualitativos (formas fundamentales y principales de masa, formas culturales, etc.) puede ser de gran eficacia de cara a evaluar los resultados de las actuaciones y dejar constancia documental del estado previo a las intervenciones de las masas.

Existe consenso en que la fase de rodalización es clave en la ordenación por rodales (GONZÁLEZ *et al.*, 2006). Entre otros, se pretende en esta etapa de la ordenación realizar una descripción y evaluación cualitativa lo más precisa posible de las tipologías estructurales de los diferentes rodales objeto de análisis sin incurrir en esta fase en los costes y esfuerzos de los inventarios cuantitativos (dasométricos).

En la ordenación por rodales, el ámbito de aplicación de una tipología estructural y sus ele-

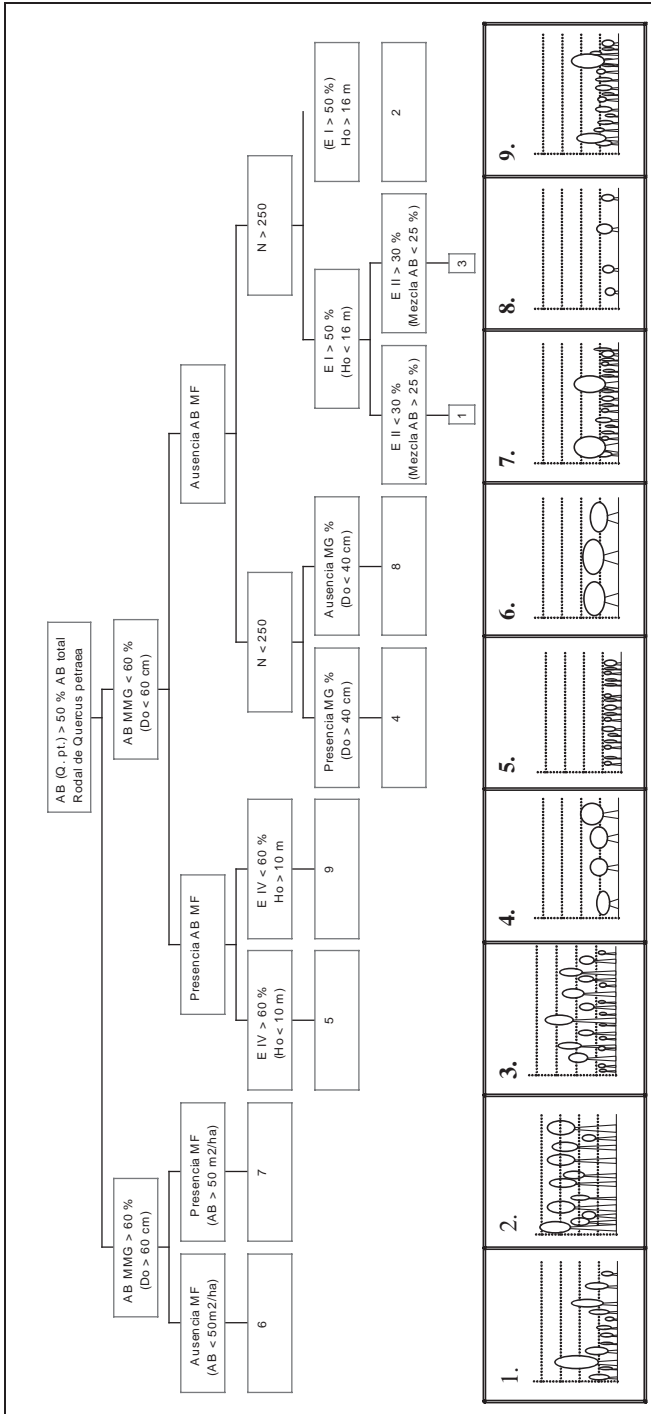


Figura 1. Clave dicotómica simplificada para el establecimiento de la clasificación tipológica de *Quercus petraea* en Castilla y León

Donde: Grupo 1: Robledal irregular; Grupo 2: Fustal regular; Grupo 3: Robledal irregular en primer grado; Grupo 4: Dehesa; Grupo 5: Latizal regular; Grupo 6: Dehesa Senil; Grupo 7: Dehesa en regeneración; Grupo 8: Dehesa en formación; Grupo 9: Robledal semitirregular.
 Variables dasométricas: AB (Área Basimétrica) (m² ha⁻¹); N (Densidad) (árboles.ha⁻¹)
 Estratificación vertical: E IV: Porcentaje del área basimétrica total ocupado por pies con alturas ≤ 9,9m (madera no comercial); E III: Porcentaje del área basimétrica total ocupado por pies con alturas E [14; 16,9m] (1 o 2 trozas de madera de sierra calidad intermedia); E I: Porcentaje del área basimétrica total ocupado por pies con alturas ≥ 17 m (madera sierra)
 Distribución diamétrica: AB MG = Porcentaje de pies con diámetro E [32,6 cm, 62,5 cm] (clases diamétricas IFN 30 a 60); MF = Porcentaje de pies con diámetro < 17,5 cm (clase diamétrica IFN 15 y menores); MMG = Porcentaje de pies con diámetro ≥ 62,6 cm (clase diamétrica IFN 65 y superiores)

mentos de apoyo (clave de clasificación, ecuaciones discriminantes, tipología y fichas descriptivas de grupo) se centra básicamente en la fase de rodalización. Atendiendo a las variables que deben ser evaluadas para clasificar estructuralmente un rodal [Área Basimétrica (AB ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$)) por muestreo angular, Densidad (N ($\text{pies} \cdot \text{ha}^{-1}$)) según espaciamientos o distancias punto árbol (ej. 6° árbol de Prodan), etc.] la clave tipológica puede ser incluida como herramienta de inventario de estimación pericial inmediata. No obstante, su medición suele frecuentemente coincidir con la fase de rodalización.

Como conclusión en lo referente a la utilización de los inventarios tipológicos, citar que su objetivo es posibilitar una descripción forestal objetiva y permitir un análisis suficientemente fino de los rodales forestales a un coste muy inferior al de los inventarios cuantitativos tradicionales caracterizados por una mayor precisión en los resultados. Corresponderá al usuario valorar la significación estadística requerida para sus objetivos de gestión y justipreciar el esfuerzo abordable para conseguir los resultados inventariales.

A MODO DE EJEMPLO: TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL DE RODALES DE (*QUERCUS PETRAEA* (MATT.) LIEBL.) EN LA CORDILLERA CANTÁBRICA MERIDIONAL

A modo de ejemplo se presenta la tipología estructural de rodales de *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. en la Cordillera Cantábrica Meridional (REQUE, 2004). Para la realización de la misma se tomó como fuente la base de datos del Inventario Forestal Nacional (IFN) correspondiente a las

regiones de procedencia de *Quercus petraea* en el sur de la Cornisa Cantábrica (*Regiones de Procedencia Cordillera Cantábrica Meridional y Occidental*) seleccionándose aquellas parcelas en las que el roble albar (*Quercus petraea*) aparece como especie dominante. Sobre la base de datos se realizó una concatenación de técnicas de clasificación multivariante (entre otros: Análisis factorial, de conglomerados, árbol de clasificación (classification tree (CART)), discriminante) para establecer una tipología discriminante de nueve tipos de masa. Como herramientas de clasificación tipológica se incluyen clave tipológica y ecuaciones discriminantes. La presencia de árboles añejos de muy grandes dimensiones se muestra como una de las principales características de los robledales albares cantábricos. La existencia de estos pies incide en el área basimétrica y en la densidad apareciendo una correlación errática entre ambas variables siendo inviable, desde un punto de vista discriminante, utilizar directamente cualquier variable o índice de densidad. La apreciación de esta realidad obligó a considerar la distribución diamétrica pasando ésta, tanto en número de pies como en distribución del área basimétrica, a ser la principal variable discriminante.

Atendiendo a los datos del IFN en la Cordillera Cantábrica meridional se reconocen 9 tipos estructurales diferenciados (Figura 1). A modo de ejemplo se presenta la ficha descriptiva con las variables dasométricas y dendrométricas básicas del grupo 1 “robledales irregulares”. Gráfica y numéricamente se muestra la distribución diamétrica del área basimétrica y del número de pies por hectárea (Figuras 2 y 3). La estratificación vertical es representada gráficamente.

Variable estructural	Media	Intervalo de Confianza (-95%)	Intervalo de Confianza (+95%)	Variable estructural	Media	Intervalo de Confianza (-95%)	Intervalo de Confianza (+95%)
% Madera fina	0,60	0,51	0,70	% Ab (Madera fina)	0,13	0,09	0,18
% Madera media	0,21	0,14	0,28	% Ab (Madera media)	0,20	0,13	0,27
% Madera gruesa	0,17	0,10	0,24	% Ab (Madera gruesa)	0,40	0,26	0,55
% Madera muy gruesa	0,02	0,01	0,04	% Ab (Madera muy gruesa)	0,27	0,13	0,41

Tabla 1. Distribución diamétrica de las variables densidad y Área Basimétrica del grupo 1

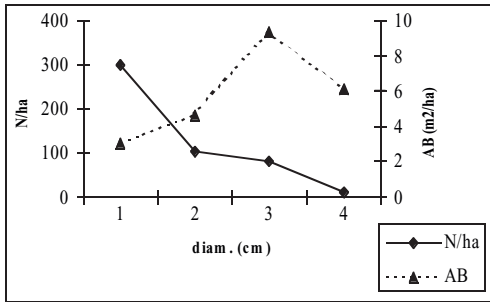


Figura 2. Distribución diamétrica de la densidad y Área Basimétrica del grupo 1. 1: Madera fina; 2: Madera media; 3: Madera gruesa; 4: Madera muy gruesa

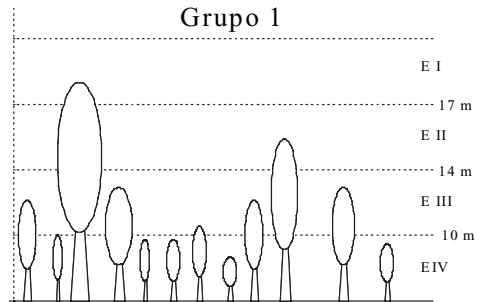


Figura 3. Estratificación vertical del grupo 1

Variable estructural	MEDIA	Intervalo de Confianza (-95%)	Intervalo de Confianza (+95%)
N: Densidad	497,4	311,2	683,5
DG (cm): Diámetro medio cuadrático	26,5	23,0	30,0
Dm (cm): Diámetro medio	20,9	18,2	23,6
DO (cm): Diámetro dominante	39,2	35,0	43,4
HM (m): Altura media	8,8	7,4	10,2
HO (m): Altura dominante	12,2	10,0	14,5
AB (m².ha⁻¹): Área Basimétrica	23,3	17,3	29,4
VCC (m³.ha⁻¹): Volumen con corteza por ha	116,1	72,5	159,7
FCC (%): Fracción de Cabida Cubierta	73	65,2	80,5

Tabla 2. Variables dasométricas y dendrométricas básicas del grupo 1. Los rodales del grupo 1. son mixtos en lo referente a diversidad específica y con mezcla pie a pie. El origen es mixto, con disposición espacial uniforme. La pendiente media se sitúa entre el 20 al 30%. La regeneración natural es escasa

<i>Quercus petraea</i>	1,07	Otras frondosas arbóreas	0,33
<i>Fagus sylvatica</i>	1,20	Arbustivas	1,47
<i>Quercus pyrenaica</i>	0,40	<i>Ilex aquifolium</i>	0,60

Tabla 3. Regeneración natural en las masas del grupo 1. (codigos IFN: Regeneración nula: R = 0; Regeneración escasa: R = 1; Regeneración normal: R = 2; Regeneración abundante: R = 3)

**FICHA DESCRIPTIVA DEL GRUPO 1.:
ROBLEDALES IRREGULARES**

Los rodales del tipo 1. representan el 15,38 % de la zona de estudio y muestran una estructura irregular con fuerte representación de las clases diamétricas correspondientes a madera media (Figuras 2 y 3). La estratificación vertical es completa (Figura 3) y la fracción de cabida cubierta es completa. Las variables dasométricas y dendrométricas se resumen en las tablas 1 y 2 (acrónimos en figura 1).

BIBLIOGRAFIA

AUBURY, S.; BRUCIAMACCHIE, M. ET DRUELLE, P.; 1990. L’inventaire typologique: Un outil performant pour l’elaboration des aménagements ou plans simples de gestion. *Rev. For. Franc.* XLII(4) : 429-444.

AUNÓS, A.; MARTÍNEZ, E. Y BLANCO, R.; 2007. Tipología selvícola para los abetales españoles de *Abies alba* Mill. *Inv. Agrar.: Sist. Rec. For.* 16 (1): 52-64.

- BARY-LENGER, A. & NEBOUT, J.; 1993. *Le chêne*. Ed. du Perron. Allier-Liege.
- BEBI, P.; KIENAST, F. & SCHÖNENBERGER, W.; 2001. Assessing structures in mountain forests as a basis for investigating the forests dynamics and protective function. *Forest Ecol. Manage.* 145 : 3-104.
- BRUCIAMACHIE, M.; 1989. Typologie des peuplements. *Rev. For. Franc.* XLI(6): 507-512.
- CHAUVIN, C.; RENAUD, J. ET RUPÉ, C.; 1994: Stabilité et gestion des forêts de protection. *ONF-Bulletín technique* 27: 37-52.
- CHOLLET, F. ET KUUS, L.; 1998. La typologie des hêtraies pyrénéennes. *Rev. For. Franc.* L(2): 112-123.
- CHOLLET, F.; DESPLANCHES, PH.; KUUS, L. ET MEERLEER DE, P.; 2000. La typologie des sapinières pyrénéennes. *Rev. For. Franc.* LII(4): 325-337.
- GADOW, K. & HUI, G.; 1999. *Modelling Forest Development*. Kluwer Academic Press Publishers. Dordrecht.
- GARNICA, R. Y ROBLES, J.; 1991. Un método para la clasificación fisionómica de las encinas y los encinares. *Ecología* 5: 173-179.
- GAUDIN, S. Y JENNER, X.; 2001. Typologie des peuplements feuillus et IFN. *Rev. For. Franc.* LIII(3-4): 459-467.
- GONZÁLEZ, J.; PIQUÉ, M. Y VERICAT, P.; 2006. *Manual de ordenación por rodales*. Centre Tec. Forestal de Catalunya. Solsona.
- HERBERT, I.; 1994. Gestion de futaies jardinées. Des forêts de production polyvalentes. *ONF-Bulletín technique* 26: 9-20.
- HERBERT, I.; REBEIROT, F.; 1985. Les Futaies jardinées du Haut-Jura. *Rev. For. Franc.* XXXVII(6): 465-481.
- KINT, V.; LUST, N.; FERRIS, R. & OLSTHOORN, A.; 2000. Quantification of forest stand structure applied to scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests. *Inv. Agrar.: Sist. Rec. For.:* Fuera de Serie 1: 147-163.
- LANIER, L.; 1986. *Precis de sylviculture*. ENGREF. Nancy.
- LECLERC, D.; CHAUVIN, C.; MERMIN, E. ET RENAUD, J.; 1998. Choix sylvicoles en forêt de montagne: cas des résineux dans les alpes du nord. *Rev. For. Franc.* L. n° spécial: 82-96.
- LEIBUNDGUT, L.; 1959. Über Zweck und Methodik der Structur und Zuwachsanalyse von Urwäldern. *Schweiz. Z. Forstwes.* 110: 111-124.
- MADRIGAL, A.; 1994. *Ordenación de Montes Arbolados*. I.C.O.N.A. Madrid.
- REQUE, J.A.; 2004. *Bases para la selvicultura del roble albar Quercus petraea (Matt.) Liebl. en la Cordillera Cantábrica*. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid. Palencia.
- RÍO, M.; MONTES, F.; CAÑELLAS, I. Y MONTERO, G.; 2003. Índices de diversidad estructural de masas forestales. *Inv. Agrar.: Sist. Rec. For.* 11(3).
- ROIG, S.; ALONSO-PONCER, R.; RÍO, M. Y MONTERO, G.; 2006. Tipología dasométrica de masas puras y mixtas de sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) española. *En: Actas del tercer coloquio internacional sobre los sanibares y enebrales (género Juniperus): Ecología y Gestión sostenible:* 177-185. Soria.
- ROIG, S.; RÍO, M.; RUIZ-PEINADO, R. Y CAÑELLAS, I.; 2007. Tipología dasométrica de los rebollares (*Quercus pyrenaica* Mill.) de la zona centro de la Península Ibérica. *En: Actas XLVI Reunión Científica de la S.E.E.P.:* 535-542. Vitoria.
- SCHÜTZ, J.; 1990. *Sylviculture I*. Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne.
- SERRADA, R.; 2003. Tratamiento de Monte Bajo. *En: Apuntes de Selvicultura*. E.U.I.T.F. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.