

BIODIVERSIDAD FORESTAL: SU ESCALA Y MEDICIÓN

José Reque Kilchenmann
Dr. Ing. de Montes; Profesor Titular de Selvicultura
E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia
Universidad de Valladolid

Avda. Madrid 57. 34071 Palencia
requekch@pvs.uva.es

1. El concepto de biodiversidad
 2. La biodiversidad forestal
 - 2.1. Diversidad específica
 - 2.2. Diversidad genética
 - 2.3. Diversidad estructural
 3. Indicadores de biodiversidad
 - 3.1. Presencia de especies amenazadas
 - 3.2. Especies indicadoras
 - 3.3. El urogallo cantábrico como especie indicadora: implicaciones selvícolas
 4. Conclusiones
-

Tres novedosas tendencias se concretaron en el campo forestal en la última década del siglo pasado y marcarán la selvicultura del siglo XXI. La primera surge del protocolo de KYOTO (1997) y se ha venido definiendo como la *selvicultura del CO₂, del carbono o del cambio climático*. Las otras dos se derivan de los conceptos de *desarrollo sostenible* y de *biodiversidad* establecidos en el convenio de diversidad biológica de Río de Janeiro (1992) y del posterior compromiso de los estados firmantes de las Resoluciones de Helsinki y Roma referentes al “mantenimiento, conservación y mejora apropiada de la diversidad biológica de los ecosistemas forestales”. El presente trabajo abordará reflexivamente desde un punto de vista selvícola el término biodiversidad y su escala de medición en el ámbito forestal intentando centrar las referencias bibliográficas en trabajos de fácil y gratuita consulta.

1. El concepto de biodiversidad

Aunque la palabra biodiversidad ha pasado en muy pocos años a formar parte de nuestro vocabulario de uso común, el concepto biodiversidad es de tal complejidad que incluso entre la comunidad científica no existe consenso entre la conveniencia de considerar sinónimos los términos biodiversidad y diversidad biológica (PINEDA et al. 2002). MARGALEF (2002) considera que la biodiversidad se ocupa directamente de la riqueza de especies de un lugar determinado, así como de la evolución biológica. Según este autor la diversidad biológica trataría, por otro lado, la organización biológica resultante de las interacciones probables de las especies en un lugar y momento determinado.

La complejidad de medición, evaluación y seguimiento de la diversidad biológica queda patente en la propia definición acuñada en el convenio de Río de Janeiro (1992) (Figura 1.): “*la variabilidad entre diversos organismos vivos de todo origen, incluidos inter-alia, el sistema terrestre, el marino y otros sistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que dichos sistemas forman parte: se incluye en ella la diversidad dentro de una misma especie, la diversidad entre las distintas especies y la de los ecosistemas*”. Esta intrincada definición ha llevado a numerosos autores a plantear la biodiversidad como un término no definible o un “*no concepto*” (ver la revisión de GORDILLO (2002)).

2. La biodiversidad forestal

Parece lógico que el estudio de la biodiversidad en los bosques y su relación con la silvicultura y gestión forestal haya adquirido desde la última década del siglo XX una importancia significativa en ámbitos científicos, de gestión y académicos. Tanto es así, que el concepto biodiversidad es ampliamente tratado en todos los planes forestales autonómicos, instrucciones de ordenación de montes arbolados, así como en la reciente ley de montes. De igual forma en la Universidad, y como con la silvicultura y el CO₂, en todos los tratados y apuntes recientes de silvicultura y de ordenación de montes se aborda el complejo término biodiversidad. En un ámbito de “crecimiento lento” como es el forestal, la rapidez de divulgación del término biodiversidad es sorprendente. Baste citar que hasta mediados de los noventa del siglo pasado la diversidad forestal era analizada en conceptos relacionados con la multifuncionalidad o con el equilibrio de edades. Si como libro de referencia forestal de la década de los noventa tomamos la imprescindible “*Ordenación de Montes Arbolados*” de MADRIGAL (1994), queda patente el empuje del término biodiversidad entre los silvicultores. En el mismo sentido se puede citar la novedosa inclusión de indicadores de diversidad en el Tercer Inventario Forestal Nacional.



Figura 1.: Recopilación de actas del Convenio de Río de Janeiro sobre la diversidad biológica. (Fuente: www.eu.int)

¿Pero qué es la biodiversidad forestal? ¿Cómo se mide?

Y quizás de mayor trascendencia para el silvicultor:

¿Cómo incide la silvicultura en la biodiversidad?

¿Qué tipo de bosque es más diverso?

Siguiendo la metodología de trabajo tendente a la redacción de cualquier publicación científica o recopilatoria se realizará junto con el lector una rápida revisión bibliográfica y reflexiva sobre el complejo término “biodiversidad forestal” (como se comentó al principio se buscará acudir a fuentes de fácil consulta y descarga que puedan orientar futuras revisiones similares).

Comencemos realizando la consulta “biodiversidad forestal” a través de un buscador de internet. Por ejemplo, con GOOGLE obtenemos la primera sorpresa. ¡158.000 páginas! (La búsqueda del término biodiversidad obtuvo 650.000 resultados...).

La abrumadora cantidad de páginas nos recomienda centrar la revisión a través de buscadores más especializadas. Si repetimos el proceso a través del buscador del Ministerio de Medio Ambiente (www.mma.es) los resultados abruman; pero menos. ¡25.938 páginas encontradas!

En la web del citado ministerio encontramos también dos documentos los cuales permiten, ellos solos, profundizar más en el tema y, en su caso realizar una extensa revisión temática: La *Estrategia Española para la Conservación de la Diversidad Biológica* (Figura 2.) y la *Estrategia Forestal Española* (Figura 3.). En ambos documentos se profundiza en el término biodiversidad forestal y en la importancia de su conservación.

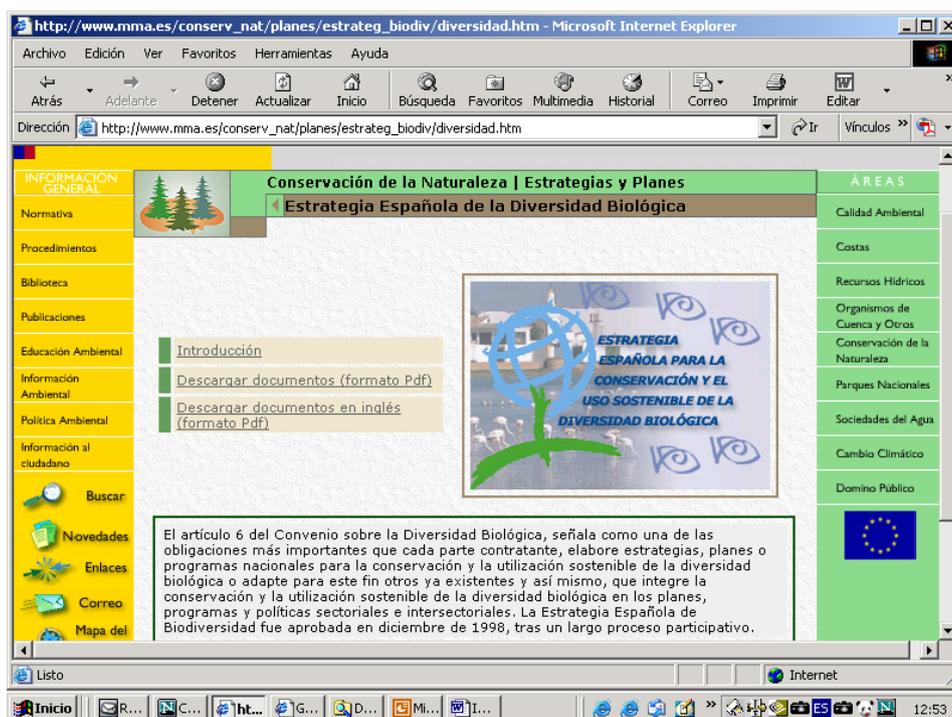


Figura 2.: Pantalla de descarga de la Estrategia Española para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica. (Fuente: www.mma.es)

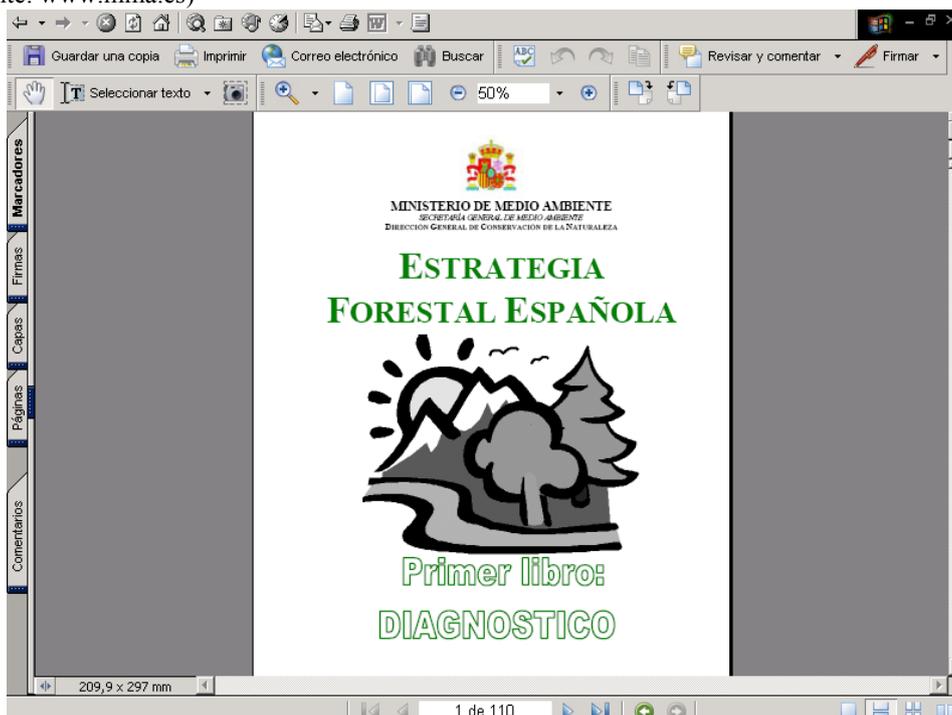


Figura 3.: Pantalla de descarga de la Estrategia Forestal Española. (Fuentes: www.mma.es ; www.tierra.org/pdf/forestal/forestal1.pdf)

Si continuamos nuestra búsqueda en la red fuera de España la página web en lengua española de referencia es la de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO (www.fao.org; www.fao.forestry.org) (Figura 4).

Vemos que dentro de las líneas de trabajo prioritarias se encuentra la *Ordenación Forestal*, los *Productos y Servicios Forestales*, los *Bosques y el Medio Ambiente*, etc. . Debido a la enorme variedad de temas forestales que se tratan podemos, en cierta medida, considerar esta web como un prontuario forestal, o por qué no, un descriptor de planes de estudio forestales.

Dentro del capítulo *Ordenación Forestal* se encuentra la *Ordenación Forestal Sostenible*, incluyendo la web de la FAO (www.fao.forestry.org) una extensa revisión sobre indicadores de gestión forestal sostenible (Figura 5.). Entroncan en este tema las novedosas líneas de trabajo sobre Certificación Forestal, candente actualidad forestal y previsible directriz para el siglo XXI.

En lo referente a Diversidad Biológica (Figura 6.) en la citada web se justifica la necesidad de la conservación de ésta y se permite la descarga de numerosos documentos relacionados con el tema (Figura 7.). Llama la atención la importancia que se otorga a la variabilidad genética.

La lectura y estudio de la información contenida en las páginas web citadas posibilita, por sí misma, la redacción de innumerables trabajos y ponencias sobre biodiversidad y bosque. Por su fácil consulta y gratis descarga podrá el lector obtener sus conclusiones sobre la importancia de la biodiversidad en el ámbito forestal. Se describen en todos los documentos apuntados indicadores sobre biodiversidad y su seguimiento (monitoreo).

Probablemente todos tengamos claro el concepto “filosófico” de la biodiversidad y su trascendencia. Más queda sin concretar la aplicación de esta filosofía al ámbito del día a día en la silvicultura.

¿Cómo incide ésta en la biodiversidad? ¿Qué es más diverso en el bosque?



Figura 4.: Página web de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO (www.fao.org; www.fao.forestry.org)



Figura 5.: Página web de Ordenación Forestal Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO (www.fao.org; www.fao.forestry.org)



Figura 6.: Página web de biodiversidad forestal de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO (www.fao.org; www.fao.forestry.org)



Figura 7.: Selección de documentos de descarga gratuita de la página web de biodiversidad forestal de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO (www.fao.org; www.fao.forestry.org)

Ante la tremenda “diversidad de biodiversidades posibles” (ver la revisión recogida en PINEDA (2002)), en el ámbito forestal la evaluación de la biodiversidad ha estado comúnmente orientada a la diversidad de funciones (multifuncionalidad), al número de especies presentes (diversidad específica), a la diversidad genética, a la presencia de especies amenazadas, y más recientemente a la organización estructural del rodal (diversidad estructural), y a especies indicadoras.

Especialmente a nivel forestal el concepto escala pasa a ser trascendente en la cuantificación de la variabilidad pudiendo ser muy diferentes las valoraciones en función de la superficie de análisis. En el ámbito forestal, y buscando similitudes con la dasocracia, se consideran los niveles:

- Rodal/ Cantón (1 - 50 ha; escala cartográfica $\leq 1:10.000$)
- Monte (50 – 300 ha; escala cartográfica $\leq 1:10.000$)
- Grupo de Montes (300 – 10.000 ha; escala cartográfica $\leq 1:25.000$)
- Comarca (> 10.000 ha; escala cartográfica [1: 25.000; 1: 200.00])

La mayor dificultad en el estudio de la biodiversidad forestal está en la unión de los diferentes niveles y en la obtención de prescripciones e indicaciones selvícolas válidas y aplicables. Se presentan a continuación desde una perspectiva selvícola la diversidad específica, genética y estructural.

2.1. Diversidad específica

Los orígenes de la cuantificación de la diversidad se pueden situar en los años treinta del siglo XX en los que se estudiaba la diversidad biológica asociándola a las relaciones entre el número de especies, sus abundancias relativas y sus ligazones con los cambios ambientales. Son referencia los trabajos de SHANNON y WAEVER (1949) (en PINEDA 2002). En el estudio de la diversidad específica cobra especial importancia el factor escala.

¿Dónde evaluamos la diversidad en un bosque?

¿A nivel parcela? ¿A nivel bosque considerándolo un conjunto? ¿A nivel bosque, comparando

parcelas entre sí?

Conocedor de las limitaciones asociadas al nivel escala en la medición de la diversidad específica WITTAKER (1972) (en BLONDEL 1985) definió tres tipos de diversidades:

- La diversidad *alpha* o *microcósmica*. Representa la diversidad intra-biotopo (p.ej., el rodal) y mide el nivel de su complejidad: a mayor número de especies y mayor semejanza de abundancias relativas, mayor diversidad.
- La diversidad *beta* o *índice de similitud entre biotopos*. Mide las diferencias y la importancia del cambio entre dos biotopos.
- La diversidad *gamma* o *macrocósmica*. Mide la diversidad considerando un mosaico de biotopos colocados en un orden lógico (ej., una malla de muestreo).

Se plantea entonces la siguiente pregunta.

¿Qué diversidad es más importante? Y por tanto ¿Qué es más diverso?

¿Un monte en el cual a nivel parcela aparezcan valores de diversidad muy altos repitiéndose similares resultados en todas las parcelas? ¿O un monte en el cual la diversidad a nivel parcela sea más reducida apareciendo fuertes diferencias entre los valores de las diferentes parcelas?

El primer podría ser el de una masa irregular con elevada diversidad a nivel parcela, repitiéndose estos valores en todo el monte. El segundo caso se asemejaría al de una forma principal de masa coetánea equilibrada en edades.

Las reflexiones sobre el nivel o escala en el estudio de la biodiversidad se incrementan si centramos el término en el tipo de especies o taxones a inventariar. No serán iguales los resultados si sólo se miden especies leñosas a si consideramos también las herbáceas. *¿Y la microflora o el banco de semillas?* De hecho la diversidad de especies es mayor en cualquier campo agrícola abandonado que en un bosque umbrófilo maduro (piénsese en un hayedo).

La incidencia de los diferentes tratamientos selvícolas en la diversidad específica es muy notable y excede el ámbito de este trabajo siendo, de hecho, la regulación de la competencia inter e intraespecífica una de las bases de la selvicultura (Tabla 1.). A pesar de ello, la complejidad relacionada al inventario de las especies presentes a nivel parcela y la difícil interpretación de los resultados de los estudios de diversidad específica hace que el uso de éstos en el ámbito de la gestión forestal no sea muy corriente. No obstante, la determinación de indicadores de diversidad específica empieza a ser común en trabajos relacionados con el diseño y la evaluación de los resultados de sucesivos inventarios forestales nacionales (PESO *et al.* 2002, GORDILLO 2002, RONDEUX 2002, GORDILLO *et al.* 2002).

2.2. Diversidad genética

Existe consenso en que la variabilidad genética es la base fundamental de la biodiversidad terrestre. Así queda patente analizando la importancia que la FAO concede al tema en su web y que estamos considerando como de referencia (www.fao.forestry.org). Si como documento base tomamos los criterios e indicadores de gestión forestal sostenible referentes a valoración y seguimiento (monitoreo) de la variabilidad genética forestal (Figura 8.) vemos que ésta es trascendente, tanto para la adaptación del bosque a cambios ambientales, como para garantizar una mayor estabilidad del ecosistema teniendo cualquier actuación humana en las masas forestales efecto en el acervo genético (*gene pool*).

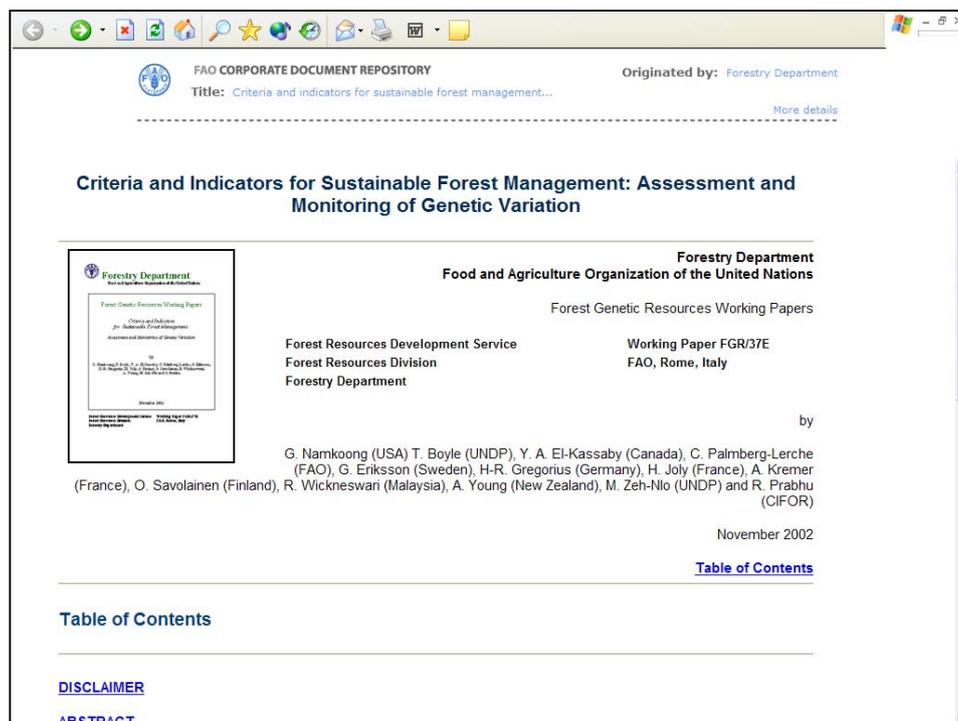


Fig. 8.: Criterios e indicadores de gestión forestal sostenible: Evaluación y seguimiento de la variabilidad genética. Fuente: Página web de Ordenación Forestal Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO; www.fao.forestry.org

La lectura del citado documento de la FAO vuelve a reflejarnos la variabilidad de diversidades genéticas. Como conclusión podemos concluir que la diversidad o variabilidad genética se debe estudiar considerándola un sistema anidado en el que, comenzando a nivel especie, se continuaría dentro de cada especie a analizar poblaciones y dentro de éstas se considerarían zonas o, incluso, distintos individuos. Parece lógico que la profundización en el tema se salga del ámbito de este trabajo.

De especial importancia para el selvicultor será conocer hasta qué punto la selvicultura incide en la diversidad genética. De modo global se puede decir que la selvicultura de referencia para la conservación de la diversidad genética deberá tender a dar preferencia a aquellos tratamientos selvícolas y métodos de ordenación que incrementen la heterogeneidad de la estructura forestal resultante, tanto a nivel monte, como a nivel rodal. En general, los tratamientos selvícolas de regeneración basados en la regeneración natural garantizan una variabilidad genética en la población resultante muy parecida a la de partida y una mayor heterocigosis que en regeneraciones artificiales en las que el número de semillas aportado artificialmente es notablemente inferior al diseminado natural. Para mejorar la diversidad genética resultante deberá favorecerse la aplicación de tratamientos en los que una de las fuentes fundamentales de semilla sea la diseminación lateral al contarse en este suministro con un muy superior número de parentales que los disponibles en la aplicación de tratamientos generales uniformes.

En lo referente a regeneraciones artificiales o repoblaciones, desde el punto de vista de la conservación de la diversidad genética, siempre será preferible recurrir a la regeneración artificial por siembra directa. En la siembra directa, además de aportarse un mucho más elevado número de semillas por unidad de superficie que en la plantación, la selección natural actúa de forma drástica eliminando brinzales mal adaptados y con mayor nivel de homocigosis, como pueden ser aquellos procedentes de semillas autopolinizadas o de semillas fuertemente endogámicas. La selección natural en contra de los homocigotos es, sin embargo, muy débil en viveros forestales, en los que el control ambiental, riegos y abonados favorecen el desarrollo y supervivencia de casi todo el material de reproducción. Esta realidad lleva a que, consecuencia de la menor intensidad y presión de selección en los viveros, en una repoblación por plantación se pueda aumentar de forma no natural la presencia en el monte de plantas procedentes de autogamia o poca adaptadas. Esta apreciación cobrará mayor

interés en repoblaciones a marco amplio al implantarse aquí un menor número de pies.

Desde un punto de vista relativo a la diversidad genética intrapoblacional parece por tanto adecuado asumir que cuánto menor sea el tamaño de la población implantada (en este caso, número de pies regenerados o repoblados por unidad de superficie) mayor podrá ser la disminución de la variabilidad genética provocada por *deriva genética* y el aumento de la *endogamia* (apareamiento entre individuos con ancestros comunes). También parece lógico que, tanto la endogamia como la deriva genética están directamente correlacionadas con el tamaño de la masa forestal y la fragmentación.

Surge aquí una nueva reflexión relativa a la biodiversidad. Desde un punto de vista de conservación de la variabilidad genética se acaba de justificar la conveniencia de plantear la implantación o regeneración de masas forestales los más densas posibles. Por contra, desde la consideración de la capacidad de acogida de flora y fauna se acepta que marcos de implantación amplios posibilitan la creación de rodales en los que el cierre de copas se demorará notablemente. La mayor amplitud temporal de la fase de establecimiento permite una mayor diversidad de flora y fauna asociada, por lo que desde el punto de vista de conservación de flora y fauna una recomendación comúnmente aceptada se basa en la implantación en marco amplio.

¿Qué pasará a ser jerárquicamente más importante? ¿La variabilidad genética o la diversidad específica?

La observación de cómo se produce de forma natural la regeneración nos puede servir de respuesta. Analizando cualquier pastizal abandonado vemos que la regeneración arbórea aparece muy frecuentemente de forma contagiosa en pequeños grupitos o bosquetes, adaptándose éstos a las diferentes condiciones microestacionales. Esta agregación de brinzales nos puede servir de “justo medio” entre las densidades de implantación altas, generadoras de fases de establecimiento cortas y favorables desde un punto de vista de formación de fustes o la diversidad genética, y las densidades de implantación reducidas. Se recomienda en este caso plantear repoblaciones por bosquetes (*cluster afforestation*); denominándose por golpes cuando se implantan alrededor de diez plantas por grupo y por bosquetes en el caso de implantar de diez a cien plantas por grupo. En este tipo de repoblaciones, el marco de implantación intenta imitar la distribución contagiosa o agrupada que tiende a presentar la regeneración natural. Se establecen así, en la repoblación por grupos, marcos reducidos a nivel bosquete (para favorecer la formación de fustes rectos y la poda natural), situándose los bosquetes en las puntos con condiciones de suelo favorables para la implantación. Para posibilitar un mayor efecto borde y para permitir una mayor complejidad biocenótica el diseño de la repoblación busca que, una vez desarrollada la vegetación arbórea de los bosquetes, éstos únicamente presenten tangencia de forma puntual (SCHÖNENBERGER, 2001).

2.3. Diversidad estructural

De entre todas la posibles biodiversidades forestales existe consenso en que la más fácilmente controlable por el selvicultor es la diversidad estructural del rodal (PESO *et al.* 2002, GORDILLO 2002, RIO *et al.* 2003). PINEDA (1989) define la estructura de un ecosistema como la forma en que aparecen dispuestos sus componentes. Aplicando el término al ámbito forestal, la estructura de un rodal forestal hará referencia a la configuración espacial de la vegetación. Estando la complejidad de la estructura de un rodal forestal directamente relacionada con la capacidad de acogida de flora y fauna, la diversidad estructural es considerada como uno de los mejores y útiles indicadores de la biodiversidad.

De modo global, se puede afirmar que el aumento de la diversidad estructural está positivamente correlacionado con la diversidad específica (complejidad de la *biocenosis*). Este patrón generalizado se explica, en primer lugar, por que una mayor diversidad estructural posibilita la existencia de una mayor complejidad microclimática, y por tanto, de microhábitats para la fauna. La existencia de una mayor diversidad de especies vegetales y animales supone, por otro lado, una mayor

disponibilidad trófica para un más elevado número de consumidores.

Paralelo a la incorporación del término biodiversidad en la silvicultura del día a día son importantísimas las líneas de investigación tendentes a buscar medidas cuantitativas de diversidad estructural. A nivel rodal se estudian y modelizan eficazmente, y solo por citar algunos ejemplos, las relaciones de vecindad y posicionamiento entre árboles y entre las distintas especies presentes, la diferenciación entre árboles y la complejidad de la estratificación vertical y horizontales (ver la extensa revisión de RÍO *et al.* (2004)).

La posibilidad de cuantificar la diversidad estructural permite comparar diferentes tipos de rodales y de modelos de gestión y es una herramienta útil para la evaluación de los resultados de sucesivos inventarios (RONDEUX 2002, PESO *et al.* 2002, GORDILLO 2002, GORDILLO *et al.*, 2002, RÍO *et al.* 2003) faltando, no obstante, un enlace entre el estudio cuantitativo de la diversidad y la gestión forestal habitual. Se carece de valores de referencia para gestionar una masa forestal. Existe consenso en que cuánto más se alargue el turno y mayor sea el número de elementos estructurales retenidos más se incrementa la diversidad estructural.

¿Pero cuántos?

Se puede considerar que la importancia conceptual o filosófica de la diversidad estructural del rodal y el fuerte efecto de la silvicultura en ésta ha arraigado en el mundo forestal. La significación del árbol viejo y moribundo ha sido aceptada en un lapso de tiempo sorprendentemente corto.

Más: ¿Cuántos se deben retener estructuralmente? ¿4 por hectárea? ¿10?

Los índices de diversidad estructural permiten reducir la subjetividad en la descripción de la biodiversidad a nivel parcela y abren la puerta a un interesantísimo campo de estudio. La “variabilidad” de índices existentes (RÍO *et al.* 2003) - la mayoría desarrollados a partir de la última década -, la complejidad de algunos de ellos [Ecuaciones 1, 2], y las diferentes interpretaciones que se puede dar a los resultados de cada índice puede, no obstante, contribuir a incrementar la confusión sobre la evaluación de la biodiversidad en el bosque.

$$\boxed{IND_{FS} = IND_{LT} + IND_{DST} + IND_{DFT} + IND_{CW} + IND_{SP}} \quad [1]$$

donde:

$$\boxed{IND_{LT} = \sum_{j=1}^N \left(DSTMAX_j * \left(1 - 1/e^{-\frac{K_j * KD}{10}} \right) \right) * \frac{\sum_{i=1}^K \left[\left((1-1/e)^{D_{ji}^{2*Pi/100}} \right) + \left(1 - 1/e^{-\frac{n_{ji}}{100}} \right) \right]}{K_j}} \quad [2]$$

Ecuaciones 1, 2: Índice de LÄHDE de diversidad conjunto del rodal IND_{FS} (LÄHDE *et al.* 1999 en RÍO *et al.* (2003)). IND_{LT} = componente “árboles vivos” de IND_{FS} . (descripción completa de los diferentes términos en RÍO *et al.* (2003)).

Sorprende la rapidez con la que las medidas selvícolas tendentes a incrementar la diversidad estructural han pasado a incorporarse al vocabulario forestal. La importancia de la necromasa o de elementos destinados a incorporarse al ciclo completo del decaimiento forma hoy en día parte de los apuntes de silvicultura de cualquier alumno/a (REQUE 2005) agrupándose las medidas destinadas a aumentar la diversidad estructural en tres grandes bloques (Tabla 1.): **alargamiento de turnos**, **retención estructural** (prescripciones selvícolas para mantener un número significativo de elementos estructurales en las cortas de regeneración) y **restauración estructural** (tratamientos selvícolas tendentes a acelerar la consecución de una mayor complejidad estructural en rodales en estadios iniciales e intermedios de desarrollo).

Tabla 1.: Síntesis de las principales medidas selvícolas de incremento de la diversidad a considerar en la gestión corriente. Las medidas planteadas adquieren, - debido a la enorme diversidad de realidades que pueden aparecer en los distintos montes -, un carácter global, debiendo ser el selvicultor conocedor del monte el que determine el modelo selvícola a establecer. (Tomado de REQUE (2005)).

Tratamiento selvícola	Consideraciones a valorar
Regeneración	<ul style="list-style-type: none"> • Regeneración natural frente a artificial • Regeneración artificial <ul style="list-style-type: none"> ○ siembra frente a plantación ○ estricto control fitosanitario y de procedencia del MFR • Aumento de la diversidad específica • Incorporación de pies al proceso de decaimiento • Alargamiento del turno <ul style="list-style-type: none"> ○ Islotes de reserva para envejecimiento • Establecimiento de superficies de exclusión permanente • Reducir ayudas a la regeneración al límite técnicamente admisible • Unidades selvícolas de corta anual < 10 ha • Evitar fragmentación
Control vegetación competidora	<ul style="list-style-type: none"> • Limpia selectiva frente a tratamientos areales
Control competencia interespecífica	<ul style="list-style-type: none"> • Claras de selección
Tratamientos difusos a nivel monte	<ul style="list-style-type: none"> • Tramos abiertos frente a cerrados • Tratamiento diferenciado en bordes • Consideración de claros y rasos • Valoración de la importancia de la necromasa • Considerar la fenología de las especies animales

3. Indicadores de biodiversidad

Frente a la evaluación de la biodiversidad a través de valores mensurables y modelizables se sitúan especies animales o vegetales que por su significación indican la presencia de un tipo determinado de hábitat. Podría entenderse a estas especies como un índice de biodiversidad observable a simple vista, sirviendo la evolución de las poblaciones de las citadas especies de instrumento de monitoreo de biodiversidad.

3.1. Presencia de especies amenazadas

La existencia en un territorio de especies en peligro de extinción y, por tanto, emblemáticas para la conservación ha sido citada como un indicador de biodiversidad de especial incidencia en la opinión pública (PINEDA 2002). Sirve como ejemplo la recurrente presencia del Lince ibérico (*Lynx pardina*) en los medios de comunicación. La validez de estos “indicadores de biodiversidad” debe ser sopesada con cautela ya que la presencia o ausencia de una especie en un rodal forestal también se ve influenciada por factores independientes de la calidad o capacidad de acogida actual del hábitat, manifestándose el efecto de muchos factores frecuentemente en la fauna de forma demorada en el tiempo. Así se pueden citar efectos antrópicos, fenómenos casuales, variaciones climáticas o alteraciones de la calidad del hábitat. Reconociendo que la protección de especies emblemáticas puede ser muy llamativa de cara a la concienciación pública o a la captación de fondos para la conservación, no debe ser olvidado que la conservación de estas especies lleva implícita la conservación de sus hábitats y ésta al mantenimiento de sus procesos.

2.2. Especies indicadoras

Intentando establecer enlaces para definir de forma conjunta la biodiversidad a nivel rodal (local), monte y comarca (paisaje) y buscando evaluar la biodiversidad de forma sencilla, se empieza

a utilizar el término *especie indicadora* a partir de los años 90 del siglo XX. Se entiende por *especies indicadoras* a especies animales (o vegetales) cuya presencia y vitalidad permite sacar conclusiones sobre determinados aspectos relacionados con la calidad del hábitat y su evolución cuyo estudio y evaluación sería muy complejo por otros métodos. Por su fácil censo y seguimiento la mayoría de estudios sobre especies indicadoras forestales se centran en avifauna. Pico mediano y dorsiblanco (*Dendrocopus medius*, *D. leucotos*) o el urogallo (*Tetrao urogallus*) son ejemplos remarcables de avifauna indicadora. Basta que el dominio vital de la mayoría de especies animales supera el nivel del rodal, la evaluación de la biodiversidad a través de especies indicadoras muestra de forma conjunta la diversidad a los tres niveles: rodal, monte y paisaje.

3.3. El urogallo cantábrico como especie indicadora: implicaciones selvícolas

Un ejemplo de especie indicadora de un determinado tipo de masas forestales es el urogallo (*Tetrao urogallus*). Son numerosos los trabajos en los que se considera al urogallo como indicador de masas mixtas de montaña, con estructuras y texturas complejas y próximas a la naturaleza: bosques de elevada biodiversidad (Figuras 8., 9.). Además de su carácter de especie *paraguas* o indicadora de un tipo de bosque específico y biocenosis asociada, el urogallo es considerado un especialista en cuanto a selección de hábitat siendo, como tal, muy sensible a alteraciones del mismo. El valor del urogallo como especie indicadora se justifica también considerando su elevado dominio vital (entre 50 a 200 ha, habiendo citas de hasta 900 ha) y su singularidad.

Si se analizan los requerimientos de hábitat del urogallo, éste también puede ser considerado un indicador de estructuras forestales aclaradas con elevada diversidad específica. Otras características del medio utilizado por el urogallo pasarían por heterogeneidad espacial (mosaico de estructuras forestales), fracciones de cabida cubierta defectivas, bosques extensos y poco fragmentados y un buen desarrollado sotobosque con presencia de arandaneras (OBESO y BAÑUELOS 2003, SUÁREZ y GARCÍA 2004).

La consideración del nivel multiescala en el estudio de las especies como indicadoras de biodiversidad permite obtener conclusiones cuantitativas sobre qué proporción de un área determinado debiera presentar una estructura acorde a la existencia de una población viable de la especie analizada. Así, para el urogallo, los modelos de hábitat elaborados hasta el momento establecen que a nivel paisaje (30.000 a 50.000 ha) debieran existir como mínimo estructuras forestales adecuadas para la especie en alrededor del 30 % de la superficie, correspondiendo un 10% de este valor a estructuras con claros (de superficie entre 0,1 a 3 ha) y el restante 20% a masas aclaradas con fracción de cabida cubierta entre el 50 y el 70% (Tabla 1.) (SUCHANT 2002). Concluyen los mismos estudios que la presencia de rodales espesos (regeneraciones densas, latizales y fustales) debieran, como máximo, aparecer en el 30 % de la zona. La principal ventaja de los modelos de hábitat elaborados en base a especies indicadoras es que presentan órdenes de magnitud fácilmente comprensibles permitiendo al gestor definir superficies de intervención y estructuras forestales a buscar en cada zona de actuación.

10%	20 %	10%	66%	30%	5%	50 metros lineales/ha	30%
-----	------	-----	-----	-----	----	-----------------------	-----

Al igual que con otras galliformes típicas de latitudes más septentrionales como la perdiz nival (*Lagopus mutus*) o la perdiz pardilla (*Perdix perdix hispaniensis*), el urogallo encontró en las montañas peninsulares refugio después de las últimas glaciaciones quedando sus poblaciones asiladas del núcleo poblacional principal una vez los hielos se retiraron. El establecimiento de condiciones ambientales similares a las actuales coincide con el desarrollo de la cultura neolítica a partir de la cual el hombre empieza a utilizar el fuego como herramienta de modificación del paisaje. Simultáneamente comienza la alteración antrópica de los ecosistemas forestales creándose hábitats secundarios, por ejemplo mediante, aclarado de los bosques, corta de los mejores árboles, introducción de ganado en el monte e incluso extracción de barrujo como fertilizante. Artificialmente el hombre creó un bosque de apariencia boreal fuera de regiones paleárticas.

El progresivo cese de usos tradicionales acaecido en los países desarrollados a partir de la década de los setenta del siglo XX lleva a un gradual proceso natural de aumento de la densidad, espesura y existencias (m^3/ha) de las masas forestales de montaña. La confrontación de los datos de los sucesivos inventarios forestales nacionales (IFN) muestra, en el caso de las frondosas autóctonas cantábricas, incrementos en torno al 30 % en las existencias (m^3/ha) (incrementos del 27 % para haya y del 44 % para los robles albar y carballo) (PROFOR 1999). Al igual que en el resto de países europeos, las masas forestales de montaña de la Cordillera Cantábrica han pasado en pocas décadas de la sobreexplotación a un práctico cese de aprovechamientos forestales a finales del siglo XX. Para un ave forestal como el urogallo, amante de bosques abiertos y con una flora asociada rica y diversa, la densificación del medio forestal puede ser un factor más a incluir en la lista de causas que pueden explicar el declive de la especie, por lo que la silvicultura de conservación del urogallo debiera basarse en el mantenimiento de espesuras bajas capaces de posibilitar la existencia de un sotobosque bien desarrollado (REQUE 2003). En sintonía con lo aquí expuesto, la densificación también ha sido citada como causa de regresión de la especie en Centroeuropa o Escandinavia. Si según los modelos de hábitat, a nivel paisaje el porcentaje de superficies arboladas densas no debiera superar el 30 % (Tabla 1.), la actual dinámica natural presente en la Cordillera Cantábrica puede indicar un panorama poco favorable para la conservación de la especie. Se está modificando la estructura forestal de forma natural y dramáticamente para el urogallo. De forma paralela al incremento de existencias (m^3/ha) arbóreas consecuencia del abandono de usos tradicionales, en los mismos entornos se está produciendo, y por igual motivo, una expansión natural de matorrales leñosos (brezales, escobonales, piornales, etc.) de trascendencia negativa para especies asociadas a espacios abiertos como la perdiz pardilla. El paisaje de las montañas cantábricas está viviendo un gradual proceso de *lignificación* que además favorece la expansión de ungulados silvestres como el ciervo y el jabalí corriendo el incremento de estos vertebrados de forma opuesta al de las citadas galliformes siendo numerosos los trabajos que correlacionan negativamente las tendencias poblacionales de ambos tipos de especies (JUNCO y REQUE 1998, VIGIL y ÁLVAREZ 2005).

La alteración de la calidad de hábitat por alteración de la estructura forestal, tanto a nivel rodal, como a nivel espacial, es valorada como una de las más importantes causas para entender el declive del urogallo. En este aspecto, la intensificación silvícola tendente a conseguir fracciones de cabida cubiertas completas y una estructuración superficial asemejable al “monte normal”, es considerada como una de las primeras responsables de la regresión del urogallo y culpable de la mayoría de desapariciones de la especie durante los últimos treinta años en macizos forestales como los Vosgos (Francia). No es fácil probar la influencia directa de la silvicultura sobre las variaciones de efectivos de la especie. No obstante, son numerosos los trabajos que, conociendo la ecoetología del urogallo, analizan los regímenes silvícolas seguidos y su influencia sobre el biotopo - durante más de un siglo en algunos casos - correlacionando éstos con la evolución de la especie. Coinciden todos los autores en que la intensificación silvícola - que conlleva tanto en masa regular, como en irregular, a la búsqueda de la ocupación completa del rodal para aprovechar desde un punto de vista maderero la potencialidad máxima de la estación - es difícilmente compatible con la conservación de la especie. La búsqueda de fracciones de cabida cubierta completas se traduce, entre otros, en regímenes

selvícolas de elevadas densidades iniciales (con objeto de favorecer la óptima formación de fustes), en repoblación de claros y rasos y en una disminución de los turnos buscando la máxima renta en especie (en masa regular) o la disminución de los diámetros máximos de cortabilidad (en masa irregular). La disminución de turnos lleva aparejada frecuentemente ayudas a la regeneración buscando rapidez en la misma. El conocimiento de la ecoetología del urogallo hace fácilmente comprensible la falta total de concordancia entre la citada intensificación silvícola y las demandas vitales del urogallo. En este sentido LECLERQ (1987) llega a expresar la incompatibilidad de “bosques bonitos desde un punto de vista productivo con la conservación del urogallo”.

¿Podría concluirse que la implementación, desde hace más de un siglo, de una selvicultura ordenada tendente a restaurar las estructuras forestales - por entonces devastadas por sobreexplotación - que ha conducido a incrementar notablemente las existencias de nuestros bosques, que ha posibilitado una gestión forestal sostenida y ha contribuido importantemente a la fijación del carbono, también ha llevado a ciertas especies indicadoras de biodiversidad al borde de la extinción?

La ordenación de montes, y sus métodos, se adaptan a los conocimientos selvícolas de cada momento. Éstos, a su vez, son reflejo de las demandas sociales hacia los montes. Las primeras ordenaciones obedecían a la necesidad de restaurar, ordenar y transformar ecosistemas forestales sobreexplotados. Se desarrolla entonces el concepto de monte normal, equilibrio de edades y la continuidad de rentas (MADRIGAL 1994). Ordenar transformando.

Hoy en día se puede considerar que los objetivos de las ordenaciones históricas se han ido consiguiendo gradualmente con éxito y las demandas sociales hacia los montes se han ampliado. Siguiendo las pautas de la que podríamos llamar “Selvicultura próxima a la naturaleza” se tiende a sustituir la estructura forestal equilibrada en edades por estructuras forestales irregulares y escalonadas. Conceptos como monte normal, turno y máxima renta en especie pierden cada vez más significado. Se habla de una selvicultura casi a nivel árbol o bosque, buscando la máxima adaptación microestacional, ocupación continua del vuelo (*continuous cover forestry*) y la existencia permanente de un estrato arbóreo intermedio e inferior que limita el acceso de luz al suelo. Especies de luz y el sotobosque forestal se ven gradualmente desplazados [1]. Entre ellos podría destacar una especie clave en la conservación del urogallo: el arándano. El cierre de copas se convierte así en un problema para especies de luz. De hecho, el 79 % de las especies vegetales forestales amenazadas precisan de estructuras forestales aclaradas (KEEL 1998). Sin ser vegetal, podríamos aquí incluir al urogallo.

¿Son las novedosas tendencias en selvicultura compatibles con la conservación del urogallo?

El dramático descenso de efectivos de urogallo acaecido en los últimos veinte años en la Cordillera Cantábrica (OBESO y BAÑUELOS 2003) coincide con el cese de aprovechamientos forestales tradicionales y con establecimiento de medidas protectoras para la especie. No obstante, los modelos de extinción de la especie indican probabilidades de desaparición de 20 años. La actual dinámica natural que se está produciendo de forma espontánea en la Cordillera Cantábrica está conduciendo a estructuras forestales de igual valoración para la conservación del urogallo como las anteriormente citadas obtenidas ordenando los montes (Tabla 3.).

Tabla 3.: Características selvícolas de las masas naturales de *Fagus sylvatica* L. en la Cordillera Cantábrica Meridional en base al Segundo Inventario Forestal Nacional.

Donde: N/ha = número de pies por hectárea, Dg = diámetro medio cuadrático, Hm = altura media, Ho = altura dominante, G = área basimétrica, Vcc = volumen con corteza. Fuente: TRANQUE (2002)

Variable	Promedio	Percentil 0,25	Percentil 0,75
N/ha	973	514	1286
Dg (cm)	22	17,26	24,45

<i>Hm (m)</i>	11	9	13
<i>Ho (m)</i>	14	12	16
<i>G (m²/ha)</i>	29,1	22,44	35,7
<i>Vcc (m³/ha)</i>	144	99	184

¿Es la actual dinámica natural de incremento de existencias y densificación compatible con la conservación del urogallo? ¿Un incremento en la Cordillera Cantábrica del 30 % de las existencias entre inventarios forestales nacionales!

Analizando los requerimientos de hábitat del urogallo, la conservación de la especie debiera pasar por una intensiva intervención selvícola buscando cada 30.000 ha - 50.000 ha ese 30 % de hábitat favorable para la especie (Tabla 1.).

¿El 30 % de 50.000 ha son 15.000 ha!

¿Es este objetivo asumible analizando la actual dinámica natural, la presencia de otras especies emblemáticas o simplemente la valoración paisajística?

Frente a otros factores sobre los que la posibilidad de intervención es poca, como el cambio climático o la fragmentación forestal existente, la implantación de una selvicultura de conservación del urogallo puede aumentar la naturalidad de los montes e incrementar así la capacidad de acogida de los mismos. De acuerdo con STORCH (1995), entendemos que el hábitat del urogallo puede ser mejorado buscando establecer estructuras forestales similares a las representativas de su hábitat siempre y cuando se considere el factor escala. En este aspecto, novedosas experiencias en Escocia demuestran que incluso repoblaciones de coníferas de 40 años pueden ser aclaradas eficazmente para el urogallo (SPIZNAGEL 2002, MACMILLAN y MARSHALL 2004).

Valorando el hábitat del urogallo a nivel multiescala y sin entrar en apreciaciones sobre la conveniencia histórica o selvícola de la ejecución de las extensas repoblaciones forestales sobre matorrales seriales por parte del Patrimonio Forestal del Estado (PFE) en la Cordillera Cantábrica en el tercer cuarto del siglo XX, un hecho probado es que una importante parte de las pocas nuevas presencias del urogallo se produce en pinares de repoblación. Analizando estos rodales a nivel local, vemos que recurrentemente éstos presentan alturas dominantes situadas entre 10 a 15 m (edades entre 30 a 50 años). El urogallo cantábrico es un ave con el rasgo diferencial y característico del uso de masas de frondosas frente al uso de masas de coníferas en las zonas de distribución de la especie principal de urogallo y esto nunca debe ser olvidado. No obstante, el hecho es que las masas forestales artificiales de coníferas están ahí (escala paisaje), y también deben recibir nuestra atención. No se trata de convertir el urogallo cantábrico en un ave asociado a bosques de coníferas de repoblación, sino de aprovechar un medio forestal existente. Al igual que muchos hayedos, las masas de repoblación presentan marcada uniformidad. En aras a aumentar la naturalidad de estos pinares la aplicación de claras conducirá a un medio más abierto en el cual el mayor acceso de luz al sotobosque posibilitará la consecución de un hábitat más diverso y por tanto más atractivo para el urogallo (MOSS y PICOZZI 1994). A diferencia con los tratamientos de resalveo de conversión en las masas naturales de frondosas cantábricas (se trata mayoritariamente de montes bajos o medios envejecidos), la implantación de planes de clara puede resultar fácilmente asumible a nivel social y su ejecución puede llegar a ser autofinanciable por lo que estos tratamientos pueden llegar a ser considerados en capítulos diferentes a los de resalveo. Los positivos resultados obtenidos en Escocia con la aplicación de claras en masas artificiales de coníferas pueden ser indicativos.

La no intervención en las masas naturales, que previsiblemente llevará a un mayor incremento de la densidad, existencias y falta de luz a nivel suelo puede ser una solución contemplativa para describir con precisión científica la extinción del urogallo. ¿Que la naturaleza siga su curso?

Por otro lado, la necesidad de establecer amplias zonas de hábitat favorable para la especie (entre 10.000 a 15.000 ha por comarca) puede ser difícilmente asumible en las masas nativas de frondosas en claro proceso de naturalización. La estructura de bosque borealoide favorable para el urogallo era resultado de la mano del hombre, su fuego y su ganado.

La consideración multiescala del indicador de biodiversidad “urogallo” nos indica que hay suficiente hábitat para mejorar selvícolamente. A nivel rodal se pueden acometer actuaciones puntuales, pero ya sabemos que la escala rodal no es suficiente en cuestiones de fauna.

¿No es un precioso reto naturalizar selvícolamente antiguas repoblaciones para mejorar la capacidad de acogida de claros indicadores de biodiversidad como el urogallo?

4. Conclusiones

Se ha realizado una sintética y reflexiva revisión sobre el concepto biodiversidad forestal. Con una celeridad sorprendente el término biodiversidad y sus implicaciones han irrumpido en el vocabulario y quehacer forestal faltando, no obstante, órdenes de magnitud para enfocar la silvicultura desde el punto de vista de la diversidad.

La mayor actividad científica en este ámbito se está llevando a cabo en el campo genético y en el estructural. La diversidad estructural del rodal ha pasado en muy poco tiempo, de ser considerada como un indicador de biodiversidad, a ser valorada como una componente más de la biodiversidad. La especial incidencia de la silvicultura en la diversidad estructural y la posibilidad de cuantificar la biodiversidad hace que las líneas de trabajo y estudio cuantitativo en este aspecto sean elevadísimas: *de enorme diversidad*.

El fuerte desarrollo que están teniendo los estudios tendentes a cuantificar la diversidad estructural a nivel local (rodal) no se está traduciendo al mismo ritmo en trasposiciones aplicables en la silvicultura del día a día existiendo un cierto riesgo de desligazón entre los ámbitos científicos y los de gestión. Por otro lado, el concepto escala pasa a ser trascendente en la evaluación de la diversidad en el bosque, no siendo lo mismo su estudio a nivel local que a nivel paisaje presentándose frecuentemente divergencias entre la interpretación de las diferentes escalas. Las especies indicadoras de biodiversidad permiten ligar de forma fácilmente comprensible los tres niveles de evaluación: rodal, monte, comarca. Un ejemplo claro de especie indicadora de bosques diversos es el urogallo.

RENÉ DESCARTES (1596 - 1650) en el siglo XVII abrió con su desarrollo matemático la posibilidad de explicar numéricamente la naturaleza. De igual forma, la diversidad estructural posibilita mensurar la biodiversidad. DESCARTES, con su ecuación de la recta sentó la idea de concebir una matemática universal y elevó la razón a la medida de la realidad aboliendo el misterio. Conceptualmente, la cuantificación de la biodiversidad es una representación del pensamiento crítico post-cartesiano y nos lleva a una visión de la naturaleza completamente racional, como la de HEGEL, o a un desprecio de la razón hasta el nihilismo, como el de NIETSCHE (Figura 1.) (GAARDER 1997).



Figura 10.: Síntesis filosófica de JIMÉNEZ SILVA del viaje a través de la historia del pensamiento de la niña Sofía Amudsen (GAARDER (1997) *El mundo de Sofía*).
(Fuente: http://cejisi.tripod.cl/mundo_sofia/)

Consecuencia de un exceso de razón matemática en la cuantificación de la biodiversidad: *¿No estaremos corriendo el riesgo de aumentar la brecha entre el mundo científico y el extraacadémico? ¿No es propia de ZARATUSTRA la frase tantas veces oída? “Si todo eso de la teoría muy bien, pero eso no hay quién lo entienda”?*

Como pensamiento intermedio entre el cartesiano y el nihilismo se podría situar el sentido del misterio de BLAISE PASCAL (1623 – 1662). En su obra *De l'esprit géométrique* PASCAL hace ver que la matemática no es más que una parte de la razón. El espíritu de geometría, exacto y riguroso, demostrará un teorema, pero no la existencia de un mundo donde se cumple, con cualidades y colores. La mente es también finura, “*esprit de finesse*”.

En el fondo: *¿No es espíritu de finura el por todos conocido “ojo del forestal”?* Sin base cartesiana, no obstante, este ojo puede acabar perdiendo su agudeza.

DESCARTES limitó la razón a cálculo, PASCAL reivindica la observación y restablece la importancia de las cosas pequeñas. “*La sabiduría nos envía de nuevo a la infancia: ¡Haceos niños.*”. *¡La admiración!*

En el fondo: *¿No es el urogallo un indicador que podría ser perfectamente atribuible como tal al pensamiento de PASCAL?*

PASCAL fue un pensador con una excepcional capacidad científica - siendo niño descubrió por sí solo la 32 primeras proposiciones de la geometría de Euclides – y también fue un hombre inclinado a admirar, no a dominar. “*El silencio eterno de esos espacios eternos me sobrecoge*”.

Ante la biodiversidad: ¿No estamos frente a un espacio eterno?

BIBLIOGRAFÍA

- BLONDEL J., 1985. *Biogeografía y ecología*. Ed. Academia, León, 190 pp.
- DIAZ PINEDA F., 1989. *Ecología I. Síntesis*, Madrid, 155 pp.
- GAARDER J., 1997. *El mundo de Sofía*. Ed. Siruela, Madrid. 633 pp.
- GORDILLO E., 2002. Metodología para la caracterización de la biodiversidad en el Inventario Forestal Nacional. En: BRAVO F., RÍO M., PESO C., 2002. *El Inventario Forestal Nacional. Elemento clave para la Gestión Forestal Sostenible*. Fundación General de la Universidad de Valladolid, Valladolid, 191 pp., 37-55.
- GORDILLO E., DÍAZ R., MARTÍNEZ-MILLÁN J., 2002. *Biodiversidad en el tercer inventario forestal nacional: Primeros resultados de la valoración por medio de indicadores*. Ponencias Medio Ambiente, Junta Andalucía, 6 pp., (<http://juntadeandalucia.es/medioambiente/ponencias/99.htm>).
- JUNCO E., REQUE J., 1998. Pyrenean grey partridge (*Perdix perdix hispaniensis*) demography and habitat use in the cantabrian mountains. *Gibier Faune Sauvage, Game Wildlife*, 15 (4), 331-338.
- KEEL A., 1998. Die naturschützerische Bedeutung lichter Wälder der Farn und Blütenpflanzen im Kanton Zürich. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 149 (11), 887-899.
- LECLERQ B., 1987. Influence des modes de gestion forestière passés sur la gestion actuelle et la structure des forêts de montagne ainsi que sur leurs peuplements en Grand Tétrás. *Actes Colloque Galliformes de montagne*. Office National de la Chasse, Grenoble, 263-283.
- MADRIGAL A., 1994. *Ordenación de Montes Arbolados*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 375 pp.
- MACMILLAN D., MARSHALL K., 2004. Optimising capercaillie habitat in commercial forestry plantations. *Forest Ecology and Management* 198 (1), 351-365. (Descarga de resumen libre en : www.elsevier.com/locate/foreco)
- MARGALEF R., 2002. Diversidad y Biodiversidad. En: PINEDA F., MIGUEL J., CASADO M., MONTALVO J., 2002. *La diversidad biológica en España*. Prentice Hall, Madrid, 412 pp., 3-6.
- MOSS R., PICOZZI N., 1994. *Management of forests for Capercaillie in Scotland*. The Forest Authority, Forestry Commission Bulletin, HMSO, London, 113, 1-29.
- OBESO J., BAÑUELOS M.J., 2003. *El Urogallo (Tetrao urogallus cantabricus) en la Cordillera Cantábrica*. Ministerio de Medio Ambiente, DGCONA, Madrid, 152 pp.
- PESO del C., SANITJAS A., MONREAL J., GUERRA B., VILLADA D., REQUE J., DOMÍNGUEZ M., PRIETO C., RUIZ I., 2002. Caracterización selvícola de masas forestales mediante el Inventario Forestal Nacional. En: BRAVO F., RÍO M., PESO C., 2002. *El Inventario Forestal Nacional. Elemento clave para la Gestión Forestal Sostenible*. Fundación General de la Universidad de Valladolid, Valladolid, 191 pp., 79 - 104.
- PINEDA F., 2002. Claves para comprender la “diversidad biológica” y conservar la “biodiversidad”. En: PINEDA F., MIGUEL J., CASADO M., MONTALVO J., 2002. *La diversidad biológica en España*. Prentice Hall, Madrid, 412 pp., 7-32.
- PINEDA F., MIGUEL J., CASADO M., MONTALVO J., 2002. *La diversidad biológica en España*. Prentice Hall, Madrid, 412 pp.
- PROFOR, 1999. Comparación de resultados del I y II Inventario Forestal Nacional. *Evolución reciente de los bosques españoles*. Documentos PROFOR, Asociación de Forestales de España PROFOR, Madrid.
- REQUE J., 2003. Bases para la selvicultura en montes con urogallos. En: *El Urogallo (Tetrao urogallus cantabricus) en la Cordillera Cantábrica*. Ministerio de Medio Ambiente, DGCONA, Madrid, 152 pp., 99-108.
- REQUE J., 2005. Selvicultura en Espacios Naturales Protegidos. En: SERRADA R., MONTERO G., REQUE J., 2005. *Compendio de Selvicultura de Especies*. En prensa.
- RÍO M., MONTES F., CAÑELLAS I., MONTERO G., 2003. Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigación Agraria: Sistema Recursos Forestales*, 12 (1), 159-176.
- RONDEUX J., 2002. *Inventarios forestales y biodiversidad*. Selección de documentos FAO de Biodiversidad Forestal, 12 pp., (www.fao.org/docrep/x0963s09.htm.)
- SCHÖNENBERGER W., 2001. Cluster afforestation for creating diverse mountain forest structures a

review. *Forest Ecology and Management* 145 (1-2), 121-128. (Descarga de resumen libre en : www.elsevier.com/locate/foreco)

SPITZNAGEL A., 2002. *Das Auerhuhn (Tetrao urogallus) im Fichtelgebirge. Bestandesschätzung, Gefährdung und Überlebenschancen nach historischen und rezenten Vorkommen*. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Informationen aus der Wissenschaft (35), 9 pp.

STORCH I., 1995. Habitat requirements of Cappercaillie. *Proceedings 6th. Intl. Symposium on Grouse*. Udine.

SUÁREZ S., GARCÍA P., 2004. Do disturbances in surrounding areas affect a core population of cantabrian cappercaillie *Tetrao urogallus cantabricus*. The case of the natural reserve of Muniellos (Asturias, NW Spain). *Ardeola* 51 (2), 395-409.

SUCHANT R., 2002. *Die Entwicklung eines mehrdimensionalen Habitatmodells für Auerhuhnareale (Tetrao urogallus L.) als Grundlage für die Integration von Diversität in die Waldbaupraxis*. Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung (16), 331 pp.

TRANQUE J., 2002. *Caracterización selvícola de las masas de españolas de Fagus sylvatica L.* Trabajo Fin de Carrera, E.T.S. de Ingenierías Agrarias – Sección Ingeniería de Montes, Universidad de Valladolid, Palencia.

VIGIL A., ÁLVAREZ A., 2005 Los ciervos invaden el hábitat del urogallo. *Quercus*, 232, 14 - 20.

[1] En zonas llanas sin problemas de conservación de suelos estos escenarios selvícolas pueden permitir la existencia de masas forestales aclaradas de especies de luz con una muy compleja biocenosis asociada. Ejemplo podrían ser los pinares de *Pinus pinea* de llanura.