



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-223

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Determinación de niveles objetivo de árboles muertos en pie y en suelo para compaginar la mejora de la diversidad biológica con el aprovechamiento de madera en masas gestionadas en las formaciones de marojal (*Quercus pyrenaica*) del Parque Natural de Izki (Álava)

OLIVAR, J.¹, SABÍN, P.¹, QUINTANA, L.A.², LASALA, D.¹, TRASSIERRA, A.¹

¹ Agresta S. Coop. C/ Duque de Fernán Núñez 2, 1º. 28012, Madrid.

² Servicio de Montes de la Diputación Foral de Álava. Plaza de la Provincia 4, 1º. 01001, Vitoria-Gasteiz.

Resumen

La importancia de la madera muerta en los ecosistemas forestales es innegable. En los últimos años la madera muerta se ha convertido en uno de los indicadores más importantes de biodiversidad y sostenibilidad en bosques manejados, ya que es uno de los nueve indicadores de biodiversidad pan-Europeos para un manejo forestal sostenible. Sin embargo, los estudios sobre niveles recomendados de madera muerta se centran en bosques templados y boreales. El objeto del presente estudio es la identificación de los niveles adecuados de madera muerta en pie y en el suelo en marojales gestionados con un objetivo múltiple de conservación de la biodiversidad y aprovechamiento sostenible de sus recursos en el Parque Natural de Izki (Álava). Se analizó la información del Inventario Forestal nacional a través del procesado de sus parcelas para identificar los patrones de madera muerta existentes en cada uno de ellos. Se consideraron los diferentes tipos de masas (abiertas, latizales, maduras e irregulares), tipos de madera muerta (en pie y en suelo), tamaños (clases diamétricas) y fases de decaimiento. Se proponen niveles de madera muerta objetivo basándose en las recomendaciones existentes a nivel europeo.

Palabras clave

Madera muerta, manejo forestal sostenible, Inventario Forestal Nacional, fases de descomposición.

1. Introducción

En los últimos años la madera muerta se ha convertido en uno de los indicadores más importantes de biodiversidad y sostenibilidad en bosques manejados, ya que es uno de los nueve indicadores de biodiversidad pan-Europeos para la Gestión Forestal Sostenible que fueron adoptados en la Conferencia Ministerial para la Protección de los Bosques en Europa (MCPFE) de 1998 (Lisboa) y mejorados en 2003 (Viena) (HAHN & CHRISTENSEN, 2004).

La madera muerta desempeña un papel muy importante en los ecosistemas forestales, ya que forma parte de numerosos procesos biogeoquímicos y ecológicos. Es hábitat para numerosos organismos, constituyendo una fuente de alimento y refugio para invertebrados, aves y mamíferos (HARMON et al., 1986, ESSEEN et al., 1992, SIITONEN et al., 2000). La cantidad de madera muerta depende de distintos factores, como el tipo de bosque, la edad y las características dasométricas de la masa, las condiciones del lugar (pendiente, exposición), las condiciones climáticas, el régimen de perturbaciones, el estado de desarrollo (GÓMEZ et al., 2009), y la gestión forestal realizada (LINDER et al., 1997; SIITONEN et al., 2000). Las labores culturales que se llevan a cabo en una masa repercuten tanto en la cantidad de árboles muertos en pie o caídos en el suelo, como en el nivel de descomposición que presentan. En los bosques gestionados, la presencia y cantidad de los diferentes tipos de madera muerta depende de las prácticas selvícolas que se realizan en ellos (GREEN & PETERKEN, 1997). Según la literatura, las masas gestionadas tienen una cantidad mucho menor de madera muerta que las masas no gestionadas (MOUNTFORD, 2002), debido a que, de forma tradicional, se han eliminado los árboles muertos o “secos” por riesgo de plagas, enfermedades o incendios. Así, durante siglos, en las masas gestionadas la única madera muerta existente eran los

restos de corta, el destaje de copas o los tocones existentes tras las intervenciones. Sin embargo, en la actualidad, se está caminando hacia una gestión más integral de los ecosistemas forestales, valorando la función ecológica de la madera muerta en los bosques y su relación con el mantenimiento de la biodiversidad, aumentando el interés por mantener unos niveles adecuados tanto en cantidad como en calidad de madera muerta, distribuida en distintas fases de descomposición.

Tan importante es que haya mucha madera muerta como que ésta sea diversa. De cara al mantenimiento de la biodiversidad se intenta que exista una distribución homogénea del volumen de madera muerta perteneciente a distintos estados de descomposición (GÓMEZ et al., 2009). En este estudio se examinará la cantidad de madera muerta que hay en la masa (en m^3/ha) desglosándola en función de: especie, disposición (en pie o en el suelo), tamaño (por clases diamétricas).

Muchos estudios han mostrado una clara correlación entre la cantidad y la diversidad de madera muerta (MÜLLER & BÜTLER, 2010). Sin embargo, no existe un criterio común ni en la clasificación de la madera muerta ni en la metodología de muestreo, lo que dificulta enormemente las comparaciones entre países y la búsqueda de valores objetivo recomendados. De una manera general, la madera muerta que se presenta en los ecosistemas forestales se puede caracterizar en función de su tamaño (longitud y diámetro), su posición (en el suelo o en pie) y su nivel de descomposición.

A pesar de la importancia que tiene la madera muerta en los bosques, como se ha comentado anteriormente, no existen rangos de valores estadísticamente validados que puedan servir a los gestores forestales (MÜLLER & BÜTLER, 2010). Tras una revisión bibliográfica de los métodos empleados en estudios previos, la evaluación de la cantidad adecuada de madera muerta para cada tipo de bosque se realiza fundamentalmente de dos maneras:

- Métodos estadísticos basados en la cuantificación del volumen, fase de descomposición, especie, tamaño mediante transectos o parcelas de muestreo (ANDERSEN et al., 2008).

- Valoración de expertos en la materia.

En 1990, HUNTER propuso que la cantidad óptima de madera muerta para la sostenibilidad de la gestión forestal debe variar entre 5 y 10 árboles muertos en pie por hectárea. Este valor se tomó como referencia a nivel mundial. Posteriormente, en 2010, MÜLLER & BÜTLER publicaron un estudio en el que analizaban los valores de madera muerta adecuados para cada tipo de bosque europeo. De manera general, propusieron un rango de valores de madera muerta en los bosques europeos de 10-150 m^3/ha , con el óptimo en torno a 30 m^3/ha incluso en bosques manejados.

Si en vez del tipo de bosque nos centramos en su fauna, existen varias recomendaciones. Sin embargo, estos valores son puramente indicativos, ya que cada especie tiene unos nichos ecológicos muy concretos. De manera general, hay estudios que concluyen que una cantidad de madera muerta en torno a los 40 m^3/ha es la adecuada para la conservación de diversas comunidades saproxílicas en bosques caducifolios europeos (HAASE et al., 1998; KIRBY et al., 1998; MARTIKAINEN et al., 2000). También existen estudios específicos sobre los umbrales de madera muerta necesarios para algunas especies individuales de fauna o para la riqueza de especies de un grupo taxonómico (MÜLLER & BÜTLER, 2010).

En la Tabla 1 se exponen las recomendaciones generales sobre la cantidad adecuada de madera muerta existentes en algunos países:

Tabla 1. Recomendaciones generales en determinados países

Región	Recomendación	Referencia
Estados Unidos	5-10 árboles gruesos/ha	HUNTER, 1990
Canadá	10 árboles gruesos/ha (d>40cm y h>6m)	BUNNELL et al., 1982
Alemania	20 m ³ /ha	KROIHER & OEHMICHEN, 2010
Suecia	10 árboles gruesos/ha	SAMUELSSON et al., 1994
Gran Bretaña	5 m ³ /ha (d>15cm)	HODGE & PETERKEN, 1998
Francia	3-5 % en Volumen	VALEIX, 2007
Suiza	20 m ³ /ha para la meseta y el sur de los Alpes 25 m ³ /ha en los Alpes y pre-Alpes	LACHAT et al., 2014

También hay que tener en cuenta que el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) insta a los gobiernos, propietarios e industrias forestales europeos a incrementar los niveles de madera muerta en los bosques boreales y templados hasta 20-30 m³/ha o un 3-8% del volumen total como medida para conservar la biodiversidad antes de 2030.

Para contribuir al mantenimiento de la biodiversidad en la Unión Europea (objetivo establecido en la Red Natura 2000), el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MMARM) estableció en 2009 las “Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España”, donde se incluyó la madera muerta como indicador relevante para evaluar el estado de conservación del bosque.

Tanto en la Asociación para la Certificación Española Forestal (PEFC) como en el estándar español de gestión forestal para la certificación del Consejo de Administración Forestal (FSC) actualmente en vigor hay varias menciones a la madera muerta (ESTÁNDARES ESPAÑOLES DE GESTIÓN FORESTAL PARA LA CERTIFICACIÓN FSC FSC-STD-ESP-01-2006 ESPAÑA. V2-0. ES., UNE 162.002:2013).

La inquietud respecto a los niveles de madera muerta viene recogida en el objetivo operativo 1.2 del Plan Rector de Uso y Función (PRUG) de Izkí: Aumentar la estratificación, diversidad específica, presencia de madera muerta y otros valores estructurales y funcionales en los marojales y hayedos de la ZEC/ZEPA Izkí, donde se establece como medida “elaborar un estudio que permita orientar los valores de madera muerta objetivo, de acuerdo a los tipos de hábitats, estado de desarrollo de las masas arboladas, usos y requerimientos de las especies típicas, entre otros”.

Además, estudios sobre especies concretas como el pino mediano establecen, dentro de las actuaciones a ejecutar en las zonas de actuación de las parcelas de tratamiento, dejar en el suelo parte de los restos de cortas y podas dispersos por las zonas de actuación hasta un máximo de restos de maderas muertas acumulables en el suelo del orden de 10 m³/ha, principalmente los de mayor grosor (CIUDAD y ROBLES et al., 2013).

2. Objetivos

El objetivo del presente estudio es identificar los niveles adecuados de madera muerta en pie y en el suelo en marojales gestionados con un objetivo múltiple de conservación de la biodiversidad y aprovechamiento sostenible de sus recursos de acuerdo a los tipos de hábitats y el estado de desarrollo de las masas arboladas.

3. Metodología

Para elaborar el estudio, se contó con la información proporcionada por el inventario forestal nacional (IFN4). Como primer paso se identificaron las parcelas pertenecientes al área de estudio, tanto las que pertenecen al Parque Natural de Izki como las que pertenecen a marojales dentro del Parque. Se encontraron 20 parcelas que cumplieran los criterios para ser caracterizadas como rebollares (más de un 20% en volumen de *Q.pyrenaica*) y pertenecieran al área del Parque Natural de Izki. Una vez seleccionadas las parcelas se analizó su información para identificar la cantidad de madera muerta existente en cada una de ellas. Una vez seleccionadas y se agruparon en función del tipo de masa y de su estado de desarrollo. La caracterización de los tipos de masa se realizó siguiendo los siguientes criterios:

- Masas abiertas: AB < 10 m²/ha
- Masas maduras: AB > 10 m²/ha, AB CD 3y4 >50% y Dg >22,5 cm
- Masas irregulares: AB > 10 m²/ha, AB CD 3y4 >15% y AB CD 2,3y4 >40%
- Latizales: AB > 10 m²/ha, resto de situaciones

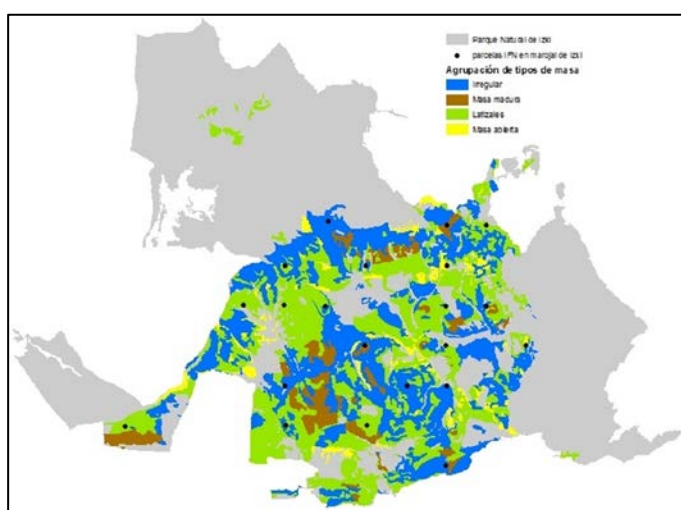


Figura1. Caracterización de los tipos de masa existentes en el Parque Natural de Izki.

El uso de la “madera muerta total” como indicador limita su valor ecológico, ya que no tiene en cuenta aspectos como la especie, el tamaño, la posición o el nivel de descomposición de la madera muerta. Por este motivo, en el presente estudio se trató de definir un nivel objetivo de madera muerta en función del tipo de bosque y su estado de desarrollo, teniendo además en cuenta el tamaño y la posición más adecuada en cada caso. En cuanto al tamaño, se establecieron tres clases diamétricas

Tabla 3. Clases diamétricas consideradas.

Clase diamétrica	Características
CD1	7,5cm<dn<17,5cm
CD2	17,5cm<dn<35cm
CD3	dn>35cm

Para la definición de estas clases diamétricas se combinaron los criterios de cubicación estandarizados en Europa con los requerimientos del pico mediano (*Dendrocopus medius* L.) en Izki descritos en el documento de directrices y actuaciones de gestión del Parque Natural de Izki, donde se establece que el pico mediano requiere pies decadentes o muertos mayores de 18 cm de diámetro

para nidificar y pies mayores de 36 cm de diámetro para asegurar ocupación de territorios y abundancia mínima de parejas. De esta manera se podrá analizar posteriormente el grado de compatibilidad de cada zona con los requerimientos del pico mediano.

4. Resultados

Analizando los datos de niveles de madera muerta de las parcelas del IFN4 pertenecientes a cada tipo de masa se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 4) (las masas abiertas no se vieron representadas por ninguna parcela del IFN4):

Tabla 4. Cantidades de madera muerta en el marojal del Parque Natural de Izki.

Tipos de masa	MM_Pie (m ³ /ha)	MM_Suelo (m ³ /ha)	MM_Total (m ³ /ha)	%MM_Pie	%MM_Suelo	%MM_Total
Latizales	0,7	2,7	3,4	0,4	1,7	2,2
Masas Maduras	3,4	4,6	8,0	1,4	1,9	3,4
Masas Irregulares	1,9	2,1	4,0	1,0	1,1	2,1
Marojal	1,5	2,6	4,1	0,8	1,5	2,3

El conjunto del marojal de Izki presenta unos niveles de madera muerta medios de 4,1 m³/ha, de los cuales 1,5 m³/ha son en pie. Las masas maduras son las que contienen una mayor cantidad de madera muerta total (8 m³/ha) frente a los 3,4 m³/ha y los 4 m³/ha de los latizales y las masas irregulares, respectivamente. La madera muerta en suelo supone una gran parte de la madera muerta total en los latizales, mientras que en las masas maduras e irregulares la proporción frente a la madera muerta en pie está más nivelada. A continuación se analizará cada tipo de masa teniendo en cuenta las clases diamétricas definidas anteriormente, así como la cantidad de madera muerta en suelo perteneciente a los tocones.

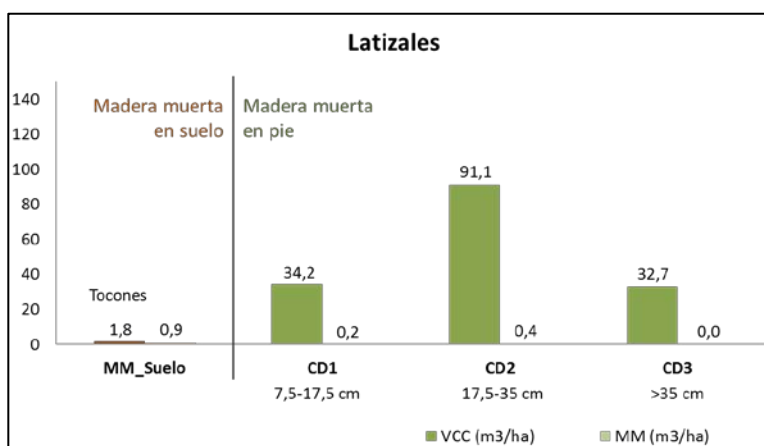


Figura 2. Niveles de madera en los latizales del marojal del Parque Natural de Izki.

En la figura 2 se observa que la madera muerta en suelo de los latizales representa 2,7 m³/ha, prácticamente un 80% del total de madera muerta.

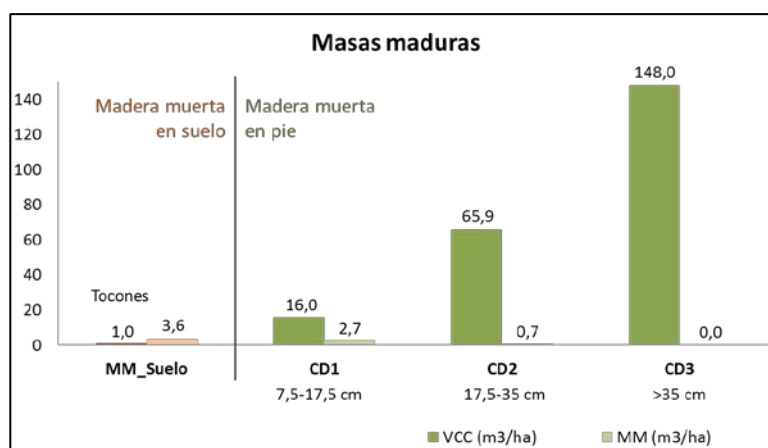


Figura 3. Niveles de madera en las masas maduras del marojal del Parque Natural de Izki.

En las masas maduras (Figura 3) se aprecia un mayor balance entre la madera muerta en pie (3,4 m³/ha) y la madera muerta en suelo (4,6 m³/ha), de los cuales 3,6 m³/ha pertenecen a los tocones. No existe madera muerta de la CD3 y solamente 0,7 m³/ha pertenecen a la CD2.

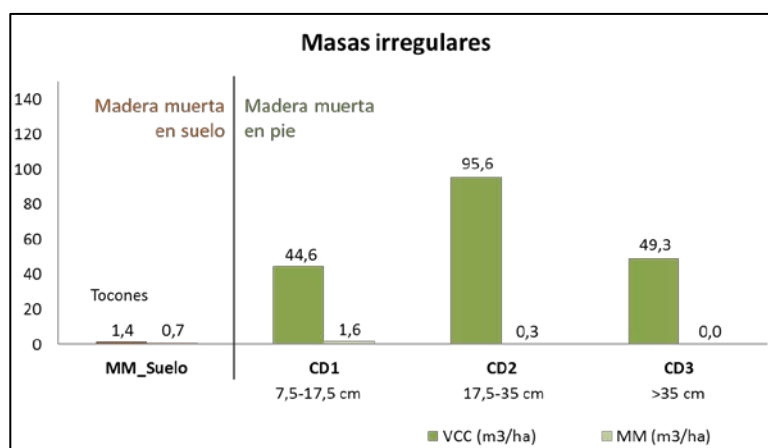


Figura 4. Niveles de madera en las masas irregulares del marojal del Parque Natural de Izki.

Las masas irregulares del marojal de Izki (Figura 4) presentan unos niveles de madera muerta en suelo de 2,1 m³/ha frente a los 1,9 m³/ha en pie, de los cuales un 85% pertenece a la CD1.

Teniendo en cuenta que resultados obtenidos se encuentran muy por debajo de las recomendaciones existentes tanto a nivel nacional como europeo descritas anteriormente, se considera adecuado como un primer paso el aumento del nivel de madera muerta total en el marojal de Izki al 5% (8,8 m³/ha) para evaluar sus efectos sobre la biodiversidad y la compatibilidad con la gestión. Una vez asentado ese nivel de madera muerta, se estudiará la posibilidad de un nuevo aumento para acercarse a las recomendaciones nacionales y europeas.

El aumento del nivel de madera muerta al 5% (8,8 m³/ha) supondría los siguientes niveles de madera muerta para cada tipo de masa (manteniendo las proporciones existentes actualmente) en valores totales y en porcentaje (Tabla 5).

Tabla 5. Cantidades de madera muerta recomendada en el marojal del Parque Natural de Izki.

Tipos de masa	MM_Pie (m ³ /ha)	MM_Suelo (m ³ /ha)	MM_Total (m ³ /ha)	%MM_Pie	%MM_Suelo	%MM_Total
Latizales	1,5	5,8	7,3	0,9	3,8	4,7
Masas Maduras	7,4	10,0	17,4	3,1	4,2	7,3
Masas Irregulares	4,1	4,5	8,7	2,2	2,4	4,6
Marojal	3,2	5,7	8,8	1,8	3,2	5

Teniendo en cuenta los niveles recomendados se ha calculado el área basimétrica que supondrían para cada tipo de masa. Con el fin de definir unos criterios prácticos para su determinación, se han establecido unos niveles objetivo similares que fueran más fácilmente identificables mediante un muestreo relascópico (Tabla 6).

Tabla 6. Área basimétrica de madera muerta recomendada en el marojal del Parque Natural de Izki.

Tipos de masa	AB (m ² /ha)	AB Recomendada (m ² /ha)
Latizales	0,3	0,5
Masas Maduras	1,3	1,5
Masas Irregulares	0,7	1
Marojal	0,6	0,8

Los niveles de área basimétrica recomendados para cada tipo de masa supondrían un área basimétrica de 0,8 m²/ha para el conjunto del marojal del Parque Natural de Izki. Debe tenerse en cuenta que, con el fin de cumplir con los requerimientos del pico mediano (*Dendrocopos medius* L.) en Izki de 26-53 pies/ha > 18cm de diámetro normal decadentes o muertos, equivalente a 0,7-1,3 m²/ha en AB para nidificar (LASALA et al. 2014), y el Plan Rector de Uso y Función (PRUG) de Izki, que establece como medida “Fomentar el desarrollo de ejemplares de rebollo, haya o chopo óptimos para la nidificación y alimentación del pico mediano: ejemplares sanos con diámetros mayores o iguales a 36 cm, así como pies decadentes o muertos, y con huecos, mayores o iguales a 18 cm” dentro del objetivo operativo 1.5: Mejorar o mantener las poblaciones y distribución de las especies de fauna consideradas de interés de conservación en los hábitats boscosos, deberá mantenerse dentro del área basimétrica recomendada, una proporción de al menos un 50% de árboles pertenecientes a las clases diamétricas 2 y 3. Además, se establece como objetivo que al menos 1, 2 y 4 árboles deberán pertenecer a la clase diamétrica 3 en los latizales, masas mixtas y masas maduras, respectivamente.

Teniendo en cuenta esta nueva recomendación y manteniendo las proporciones de madera muerta en pie y en suelo existentes actualmente, los niveles de madera muerta para cada tipo de masa en valores totales y en porcentaje (Tabla 7) serían los siguientes:

Tabla 7. Cantidades de madera muerta recomendada en el marojal del Parque Natural de Izki.

Tipos de masa	MM_Pie (m ³ /ha)	MM_Suelo (m ³ /ha)	MM_Total (m ³ /ha)	%MM_Pie	%MM_Suelo	%MM_Total
Latizales	2,8	11,2	14,1	1,8	7,3	9,1
Masas Maduras	8,5	11,5	20,0	3,6	4,8	8,4
Masas Irregulares	5,7	6,2	11,9	3,0	3,3	6,3
Marojal	4,3	7,7	12,1	2,5	4,4	6,8

5. Discusión

La cantidad de madera muerta ha disminuido significativamente en Europa desde mediados del siglo XIX debido a una explotación forestal intensiva y a la quema de los restos de madera. De manera general, los niveles de madera muerta en la mayoría de países europeos son bajos si los comparamos con los que existirían en condiciones naturales. Sin embargo, desde el año 2000 se observa un aumento progresivo de la cantidad de madera muerta debido a un cambio en las prácticas forestales, enfocándolas cada vez más hacia un manejo sostenible.

Los valores medios de madera muerta en España recogidos en el IFN3 e IFN4 son 8 y 10 m³/ha respectivamente. Estos valores están en consonancia con los recogidos en otros países europeos (FOREST EUROPE, 2011; FOREST EUROPE, 2015). La media europea ha ido aumentando ligeramente desde los 11 m³/ha en 2000 a 11,5 m³/ha en 2005 y 12 m³/ha en 2010, variando desde los 8 m³/ha de media en el norte de Europa a los 20 m³/ha en el centro y oeste. A nivel de país, los valores se encuentran en un rango entre los 5-15 m³/ha para la mayoría de países, siendo países como Albania, Chipre o Serbia los que presentan valores más bajos (por debajo de los 2 m³/ha) y países como Letonia o Francia los que presentan los valores más elevados (por encima de los 20 m³/ha). Eslovaquia presenta los valores más elevados con un total de 40,6 m³/ha.

La provincia de Álava presenta un valor medio de 8,1 m³/ha, similar a países como Suecia o Hungría. De acuerdo con el Referente Técnico Regional-País Vasco. V5 (2009), en la provincia de Álava, los hayedos son el tipo de masa que presenta mayor cantidad de madera muerta, llegando a niveles medios de 10 m³/ha. En cuanto a los tipos de madera muerta, los árboles gruesos (d>7,5cm) tanto en pie como en suelo son los que mayor porcentaje de madera muerta ocupan con respecto al total con al menos un 40%, llegando a un 70% en algunos tipos de masas como los pinares de pino silvestre. Los niveles de descomposición más frecuentes fueron el 3 y el 4, representando un 70% del total, de lo que se deduce que el nivel de descomposición de la madera muerta en la provincia de Álava es intermedio-alto.

El Parque Natural de Izki posee una extensión de 9.081 ha. Este espacio protegido cuenta con 3.850 ha de marojal que suponen un 43% de la superficie total del parque. Se estima que en el marojal existen 2,3 millones de árboles que representan un total de 624.000 m³ de madera. El valor medio de madera muerta para el Parque Natural de Izki es 4,2 m³/ha, y para la zona de marojal 4,1 m³/ha, valores que se encuentran en el tercio inferior de los países Europeos, aunque por encima de la media de países como Portugal o Reino Unido.

La propuesta de alcanzar los 12,1 m³/ha (6,8 %) de madera muerta total como media del marojal del Parque Natural de Izki supondría alcanzar la media europea (12 m³/ha) y situarían al marojal por encima de la media del País Vasco (5,3 %). Estudios previos en reservas forestales europeas (HAHN & CHRISTENSEN, 2004) en los que se analizaron los niveles de madera muerta en distintos tipos de bosque, se observaron unos valores de madera muerta del 15% con respecto al total en bosques mixtos de frondosas (una media de 561 m³/ha totales y 84 m³/ha de madera muerta). Estos valores pueden tomarse como referencia de la cantidad de madera muerta generada en este tipo de bosques de manera natural.

Otros estudios realizados en robledales mixtos en Estados Unidos (KIRBY et al. 1998), donde existen reservas con un mayor número de años sin manejo, contabilizaron unos volúmenes de madera muerta en suelo en un rango entre 46 y 94 m³/ha. Sin embargo, no se conoce el volumen total de madera, por lo que su uso como referencia es limitado.

Por otro lado, ha de tenerse en cuenta que la presencia de hayas muertas o moribundas con un diámetro normal mayor de 50 cm (trasmochos o no) en situaciones de escaso arbolado y por tanto elevada insolación constituye el hábitat potencial de *Rosalia alpina*, coleóptero de gran importancia

en el Parque Nacional de Izki. Estas zonas se considerarán sectores de “reserva” o “microrreserva” de hábitat para *Rosalia alpina*.

6. Conclusiones

Dada la importancia de la madera muerta como indicador de biodiversidad en los ecosistemas forestales, la realización de este tipo de estudios supone un avance no solo para estimar los niveles actuales de madera muerta y su distribución tanto en posición como en tamaño, sino para establecer los niveles considerados adecuados para cada tipo de masa, teniendo en cuenta no sólo su composición específica sino su fase de desarrollo. El establecimiento de niveles objetivo de madera muerta en área basimétrica supone una ventaja para la gestión, ya que son fácilmente identificables mediante un muestreo relascópico. Hasta ahora, este tipo de estudios se ha centrado en bosques templados y boreales, por lo que deben ser ampliados a otros tipos de masas de manera que se faciliten las comparaciones y recomendaciones en la zona mediterránea.

7. Agradecimientos

Proyecto financiado por el Servicio de Montes de la Diputación Foral de Álava. Los autores agradecen al Inventario Forestal Nacional (MAPAMA), al Inventario Forestal CAE 2011 y a Iciar Alberdi (INIA-CIFOR) por los datos proporcionados.

8. Bibliografía

ANDERSEN, T.; CARSTENSEN, J.; HERNANDEZ-GARCIA, E.; DUARTE, C.M.; 2008. Ecological thresholds and regime shifts: approaches to identification. *Trends Ecol Evol* 24 49–57.

BUNNELL, F.L.; DAUST, D.K.; KLENNER, W.; KREMSATER, L.L.; MCCANN, R.K.; 1992. Managing for Biodiversity in Forested Ecosystems. Report to the forest sector of the old-growth strategy. Land management report. British Columbia Ministry of Forests.

CIUDAD, C.; ROBLES, H.; 2013; Inventario y caracterización ecológica de la población de pico mediano en la ZEPA de Izki (Álava). Diputación Foral de Álava.

ESSEEN, P.A.; EHNSTRÖM, B.; ERICSON, L.; SJÖBERG, K.; 1992. Boreal forests, the focal habitats of Fennoscandia. In: Hansson L. (eds) Ecological principles of nature conservation. Applied in temperate and boreal environments. Elsevier Applied Science. 252-325. Londres.

ESTÁNDARES ESPAÑOLES DE GESTIÓN FORESTAL PARA LA CERTIFICACIÓN FSC FSC-STD-ESP-01-2006 ESPAÑA (V2-0). ES; 1996 Forest Stewardship Council, A.C.

FOREST EUROPE; 2011. State of Europe's Forests.

FOREST EUROPE; 2015. State of Europe's Forests.

GÓMEZ, N.; HERRERO, C.; BRAVO F; 2009. Cuantificación de la madera muerta en los hayedos del Monte Aralar (Navarra). 5º Congreso Forestal Español, Ávila.

GREEN, P.; PETERKEN, G.F.; 1997. Variation in the amount of dead wood in the woodlands of the Lower Wye Valley, UK in relation to the intensity of management. *For. Ecol. Manage.* 98 (3) 229-238.

HAASE, V.; TOPP, W.; ZACH, P.; 1998. Eichen-Totholz im Wirtschaftswald als Lebensraum für xylobionte Insekten. *Zeitschr Ökol Naturschutz* 7 137–153.

HAHN, K.; CHRISTENSEN, M.; 2004. Dead Wood in European Forest Reserves – A Reference for Forest Management. In: Marchetti M. (ed.) *Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to Operationality*. EFI Proceedings 51.

HARMON, M.E.; FRANKLIN, J.F.; SWANSON, F.J.; SOLLINS, P.; 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Adv. Ecol. Res* 15 133-302.

HODGE, S.J.; PETERKEN, G.F.; 1998. Deadwood in British forests: priorities and a strategy. *Forestry* 71 (2).

HUNTER, M.L.; 1990. *Wildlife, forest, and forestry. Principles of managing forests for biological diversity*. Prentice Hall. New Jersey.

KIRBY, K.J.; REID, C.M.; THOMAS, R.C.; GOLDSMITH, F.B.; 1998. Preliminary estimates of fallen dead wood and standing dead trees in managed and unmanaged forests in Britain. *J Appl Ecol* 35 148–155.

KROIHER, F.; OEHMICHEN, K.; 2010. Das Potenzial der Totholzakkumulation im deutschen Wald. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. J. for. suisse* 161 (5) 171–180.

LACHAT, T.; BRANG, P.; BOLLIGER, M.; BOLLMANN, K.; BRÄNDLI, U.B.; BÜTLER, R.; HERRMANN, S.; SCHNEIDER, O.; WERMELINGER, B.; 2014. Bois mort en forêt. Formation, importance et conservation 52.

LINDER, P.; ELFVING, B.; ZACKRISSON, O.; 1997. Stand structure and successional trends in virgin boreal forest reserves in Sweden. *For. Ecol. Manage.* 98 17-33.

MARTIKAINEN, P.; SIITONEN, J.; PUNTTILA, P.; KAILA, L.; RAUH, J.; 2000. Species richness of Coleoptera in mature managed and old-growth boreal forests in southern Finland. *Biol. Conserv.* 94 199-209.

MOUNTFORD, E.P.; 2002. Fallen dead wood levels in the near-natural beech forest at Tillaie reserve, Fontainebleau, France. *Forestry* 75 203-208.

MÜLLER, J.; BÜTLER, R.; 2010. A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *Eur. J. Forest Res* 129 981–992.

SAMUELSSON, J.; GUSTAFSSON, L.; INGELOG, T.; 1994. *Dying and Dead Trees: A Review of Their Importance for Biodiversity*. Swedish Threatened Species Unit. 109pp. Uppsala.

SIITONEN, J.; MARTIKAINEN, P.; PUNTTILA, P.; RAUH, J.; 2000. Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Finland. *For. Ecol. Manage.* 128 211-225.

VALEIX, J.; 2007. Biodiversité et gestion forestière. Rendez-vous techniques N°16. Office National des Forêts. Fontainebleau.

VV.AA.; 2009. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.