

RODALIZACIÓN, DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS DE BIOMASA FORESTAL PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES.

Paula Martín Gómez¹

Miguel Ángel Ena Pérez²

Ana María Romero Esteban³

Resumen

El presente estudio evalúa y cuantifica la biomasa forestal disponible mediante un modelo de capacidad/vulnerabilidad aplicado a diversos tipos de masa forestal caracterizados por sus valores dasométricos, selvícolas y botánicos. Para su determinación se han considerado las diversas variables de capacidad y vulnerabilidad, generando una cartografía de prioridades y limitaciones de actuación. A partir de la información obtenida mediante este modelo, se ha zonificado el territorio y propuesto los tratamientos selvícolas más adecuados para asegurar la estabilidad, persistencia y desarrollo sostenible de las masas forestales, así como el máximo rendimiento en biomasa y la prevención de incendios forestales. De esta manera, se consigue la finalidad de buscar fuentes de energías limpias y el planteamiento de fórmulas eficaces para el uso eficiente de la energía que a su vez contribuyan a adecuar las masas forestales, mediante un selvicultura preventiva, a la preservación del medio ambiente y a un desarrollo sostenible.

Como conclusión, a través de las actuaciones propuestas, se puede obtener un total de 7.294.538,32 Tm de materia seca susceptible de ser empleada en los próximos años por la industria energética, contribuyendo a la mejora del estado de las masas forestales, la ordenación del combustible, y la reducción de la gravedad y severidad de los incendios.

¹ Asistencia técnica en el Servicio de Coordinación y Planificación Forestal de la Dirección General del Medio Natural del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón

² Jefe de la Sección de Ordenación y Mejora Forestal de la Dirección General del Medio Natural del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón

³ SODEMASA. Asistencia técnica en el Servicio de Coordinación y Planificación Forestal de la Dirección General del Medio Natural del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón

Introducción

Este estudio se realizó en desarrollo de la asistencia técnica “Rodalización, diagnóstico y evaluación de los recursos de biomasa forestal para la prevención de incendios forestales” promovida por el Servicio de Coordinación y Planificación Forestal de la Dirección General del Medio Natural del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.

La preocupación ante los temas ambientales está viéndose incrementada de forma relevante, especialmente por la contaminación ambiental (efecto invernadero) en los procesos de producción de energía con combustibles fósiles. En este sentido, España mantiene desde lustros un notorio crecimiento del consumo de energía y una excesiva dependencia energética exterior, cercana al 80 por ciento en los últimos años.

Por estas razones, es necesaria la búsqueda de fuentes de energía limpias y el planteamiento de fórmulas eficaces para el uso eficiente de la energía que aseguren un desarrollo sostenible y que preserven el medio ambiente.

Entre estas fuentes de energía se encuentra la biomasa, utilizada desde hace siglos por el ser humano, planteándose una utilización moderna de este recurso para conseguir la sustitución de otras fuentes de energía contaminantes como el carbón o el petróleo.

Sin embargo, el despegue de la actividad industrial en este campo no está cumpliendo las expectativas y su progresión es más lenta que la de otras fuentes de energías renovables como la eólica.

Paralelamente, se ha producido un incremento del fenómeno de los incendios forestales y una creciente sensibilidad de la opinión pública hacia dichos siniestros, que conduce a la adopción de medidas destinadas a la prevención de incendios, y concretamente a la ordenación del combustible.

El aunar los objetivos de prevención de incendios, la gestión forestal sostenible y la puesta en valor de un espacio, en la actualidad sometido a un proceso de abandono, determinaron la realización de este estudio.

En este sentido, se establecía como punto de partida la determinación del área de estudio, considerándose finalmente una superficie forestal de 136.378,36 hectáreas, que forman parte de las comarcas de Jacetania, Cinco Villas y Hoya de Huesca, ubicadas en el noroeste de la Comunidad Autónoma, caracterizadas por su elevada superficie forestal, su gran importancia ecológica, por estar constituidas por numerosos montes de utilidad pública, consorcios y convenios de repoblación, que en el caso de estos últimos, no han sido objeto de tratamiento desde su plantación y están por tanto en excesivas densidades, la cercanía a centros de transformación y lo reiterado y grave de los incendios.

Por ello se ha considerado conveniente la realización del presente trabajo y valorar de esta manera, la utilización de los recursos de estas zonas como biomasa para producción energética, ordenar el combustible y proponer las directrices de gestión necesarias para la futura supervivencia y desarrollo sostenible de estas masas.

Objetivos

El objetivo general que se planteaba en este trabajo era la evaluación de los recursos de biomasa forestal disponible que se pueden obtener de las masas forestales de las comarcas de la Jacetania, Cinco Villas y Hoya de Huesca.

A este objetivo se añadían e integraban, otros de carácter más específico:

- La ordenación del combustible forestal y la adecuación de los montes a los objetivos generales de prevención de incendios.
- El establecimiento de unos modelos de gestión forestal, que permitirán al gestor aunar la multiplicidad de funciones, servicios y productos que se obtienen de los mismos.
- La puesta en valor de la importante superficie forestal consorciada o conveniada, con la que cuentan estas comarcas.

Material y Métodos

Metodología

La metodología planteada para la determinación de la biomasa forestal disponible para su aprovechamiento energético en la zona noroeste de la Comunidad Autónoma de Aragón, esta basada en el análisis mediante herramientas de SIG (Sistema de Información Geográfica ArcGIS 8.3 y Spatial Analyst de ESRI) junto con un Modelo Digital de Terreno (MDT), que permiten el análisis de datos con una ubicación geográfica conocida (datos georeferenciados). Estas aplicaciones hacen uso de bases de datos (convencionales y espaciales), herramientas de diseño y de edición de mapas, funciones de análisis geométrico, estadístico y de imágenes permitiendo así la visualización de datos de componente geográfico, tablas y diagramas.

El procedimiento ha consistido en la superposición de múltiples capas con información cartográfica y alfanumérica, para posteriormente mediante procesos de cálculo, establecer teselas homogéneas en cuanto a diferentes patrones ecológicos, dasométricos y selvícolas y obtener finalmente la biomasa disponible y una cartografía asociada.

Fuentes de datos e información

Las fuentes de datos y de información empleadas fueron las siguientes:

1. Modelo Digital del Terreno del SIG Oleícola Español (1998). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Se consideró para el estudio de pendientes y orientaciones.

2. Ortofotomapas del SIG Oleícola Español (1997-1998). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

3. Mapa Forestal de Aragón (1998). Dirección General del Medio Natural. DGA. Escala 1:50.000.

4. Mapa Forestal Nacional (2006) Banco de Datos de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente. Escala 1:50.000.

5. Datos del tercer Inventario Forestal Nacional (2006) Banco de Datos de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente.

6. Coberturas digitales (2006). Dirección General del Medio Natural. Gobierno de Aragón. Se utilizaron las capas relativas a la Red Natura 2000, Espacios Naturales Protegidos, Áreas críticas del quebrantahuesos, Propiedad, límites administrativos y caminos forestales.

7. Modelos de combustibles (2001). Dirección General del Medio Natural. Gobierno de Aragón. Escala 1:50.000.

8. Mapa de estados erosivos (1980-1990) Ministerio de Medio Ambiente. Escala 1: 400.000.

Rodalización

La primera fase del estudio consistía en la rodalización o zonificación del área de estudio, determinando teselas homogéneas en cuanto a especie, grado de ocupación de las especies y estado de desarrollo de la especie principal (clases naturales de edad). Posteriormente, estos recintos fueron reclasificados según su exposición (solana o umbría), entendiéndose que las diferencias en cuanto a grado de cobertura, espesura y comportamiento del fuego exigían, una primera segregación de las teselas.

Se consideró en estos primeros trabajos de rodalización, la simplificación de las masas forestales, reduciéndolas a las formadas por *Pinus sylvestris*, *Pinus halepensis*, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, *Quercus faginea*, *Quercus ilex* y *Quercus pubescens* (*Q. humilis*), tanto en el caso de masa puras como sus mezclas y se excluyeron del estudio herbazales y matorrales por su escaso rendimiento energético, vegetación ripícola por su situación cercana a cursos de agua y necesaria conservación y masas de escasa representación en la zona, singulares o con valores sobresalientes y por ello, peculiares, como son las formadas principalmente por abetos (*Abies alba*), hayas (*Fagus sylvatica*), pino negro (*Pinus uncinata*) y sus mezclas, y pino piñonero (*Pinus pinea*).

En cuanto al campo ocupación de la especie principal, se ha establecido el límite en 70 por ciento para clasificar las masas como monoespecíficas (mayor o igual del 70 por ciento) o mixtas (menor del 70 por ciento).

La distribución de las diferentes formaciones vegetales que componen el territorio seleccionado para la formación de las teselas del estudio se muestra en el siguiente gráfico:

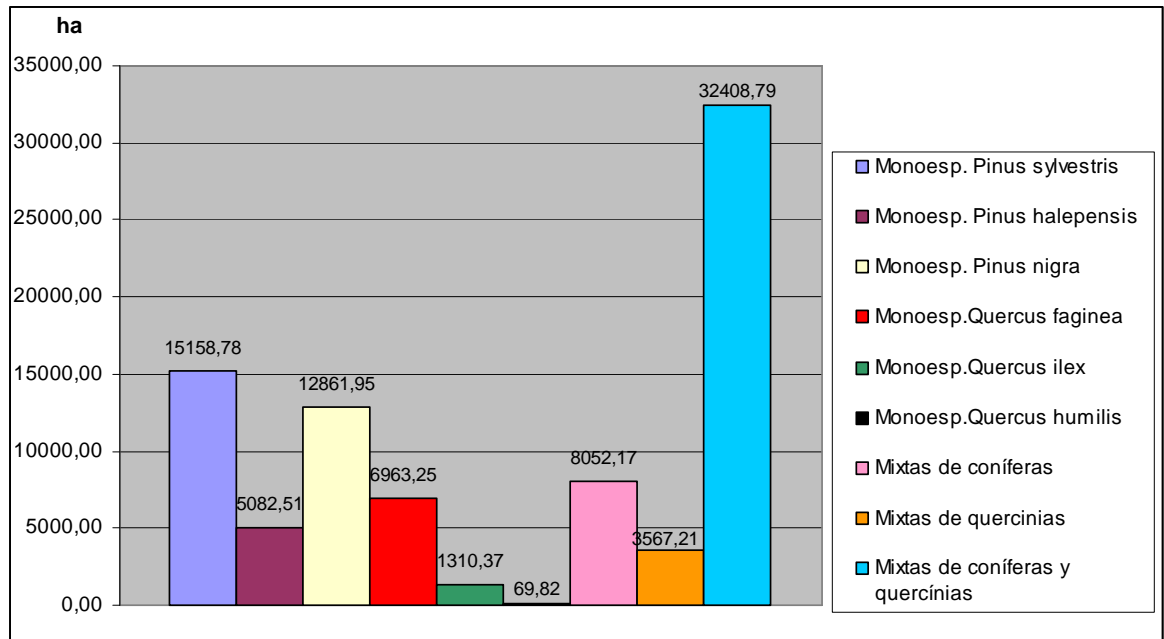


Gráfico 1. Distribución de las masas forestales estudiadas

La segunda parte de la fase de rodalización consistió en asociar a la cartográfica obtenida en la fase anterior, la derivada de la elaboración de los datos de las parcelas del Tercer Inventario Forestal para poder describir las teselas mediante las variables: número de pies, área basimétrica y volumen, que ayudará posteriormente a la deducción de la biomasa potencial a ser extraída y al planteamiento del tratamiento silvícola preventivo a realizar.

Para cada tesela (ya dividida entre solana y umbría) se calcularon los valores medios de número de pies, área basimétrica y volúmenes de las parcelas de inventario pertenecientes a cada una. Determinadas teselas carecían de parcelas de IFN, por lo que se optó por asignarles los valores medios de las variables de las teselas más similares a ellas. En este sentido, se han considerado diferentes criterios de similitud. En orden descendente de importancia, tenemos: en primer lugar la ocupación de la especie principal, seguida de la especie, del estado de desarrollo de la misma, la especie secundaria y la exposición.

Finalmente la zonificación y caracterización del territorio se completo con cartográfica temática, y más concretamente con:

- Mapa de modelos de combustible
- Mapa de orientaciones
- Mapa de pendientes
- Mapa de Red Natura 2000 y áreas críticas del quebrantahuesos
- Mapa de tasas de erosión

Modelos de capacidad y vulnerabilidad

Una vez caracterizado el territorio en función de las variables fisiográficas, ecológicas y dasométricas, el análisis de la biomasa disponible se

realizó mediante el método del diseño de modelos. Se plantearon dos enfoques diferentes, que conjuntamente permiten establecer el diagnóstico y la toma de decisiones. Por una parte, el modelo de capacidad que cuantifica la potencialidad del territorio para sostener las actividades de extracción de biomasa y prevención de incendios, y por otra el modelo de vulnerabilidad que define la susceptibilidad de los recursos para modificarse ante unos factores determinados.

Tras la determinación de los elementos o variables que eran relevantes en el estudio y su clasificación en uno de los modelos, a cada variable se le asignó un peso que caracterizaba su importancia respecto al resto. Además, se adjudicaron pesos a cada tipo en los que se dividía el propio elemento según afectara más o menos al desarrollo de la actividad.

Teniendo en cuenta que el principal objeto de estudio es la extracción de biomasa y la prevención de incendios, los modelos de capacidad y vulnerabilidad han sido elegidos de la siguiente manera:

➤ **Modelo de capacidad:** Se han tenido en cuenta las variables propiedad, vegetación, combustibilidad y orientación puesto que constituyen los factores que principalmente influirán en la potencialidad de la extracción de biomasa.

- La **propiedad** nos aporta información a cerca de la titularidad de la gestión, lo que excluirá a los montes particulares sin gestión directa por parte de la administración. Según este razonamiento se han asignado pesos a los diferentes tipos de propiedad:

TIPO DE MONTE	VALORACIÓN
Propios	3
Consorticios o convenios	3
De Utilidad Pública	1
Particulares	0
Enclavados	0

Tabla 1. Valoración según la titularidad del monte.

De esta forma se ha establecido un valor (0) a aquellos montes no gestionados por la Administración como son los montes particulares y los enclavados, en los que la Administración forestal únicamente realiza funciones de policía y que por lo tanto no se tendrán en cuenta en el presente estudio.

Toman un valor positivo y se introducen en el estudio los montes sobre los cuales la Administración Forestal tiene libertad de gestión y protección. Adquieren un valor menor (1) los Montes de Utilidad Pública, debido a que aunque la Administración es el gestor de estos montes, éstos pertenecen a las entidades locales (Ayuntamientos).

La mayor valoración (3) la adquieren los montes propios y consorcios o convenios con ayuntamientos o particulares, puesto a que estos montes pueden ser libremente gestionados y protegidos por la Administración Forestal. Además, en la mayor parte de los casos, requieren una actuación prioritaria y preferente.

- La vegetación nos indicará la cantidad y la calidad de la biomasa que se obtendrá de cada formación vegetal. Para la ponderación de la potencialidad de la

vegetación de área de estudio ha sido utilizado el Mapa Forestal Nacional (1:50000) debido a que es la base del tercer Inventario Forestal Nacional, cuyos datos se han empleado en el presente trabajo. Concretamente se ha valorado la capacidad de cada una de las teselas creadas para los cálculos de biomasa según los datos del IFN-3, quedando de la siguiente forma:

CATEGORIAS DE VEGETACIÓN	VALORACIÓN
Masas monoespecíficas de coníferas	3
Masas monoespecíficas de quercíneas	1
Masas mixtas de coníferas con otras coníferas	3
Masas mixtas de quercíneas con otras quercíneas	1
Masas mixtas de coníferas con quercíneas, con una conífera como especie principal	2
Masas mixtas de coníferas con quercíneas, con una quercínea como especie principal	2
Otras masas mixtas con una conífera como especie principal	2
Otras masas mixtas con una quercínea como especie principal	1

Tabla 2. Valoración según la vegetación.

Se ha adjudicado el mayor valor (3) a las formaciones que más importancia tienen de cara a la obtención de biomasa, absteniéndose de este grupo el género *Quercus* y sus mezclas o mosaicos que aunque con gran potencialidad para la extracción de biomasa, interesa proteger de una forma más estricta por su interés ecológico y paisajístico. De esta forma, adquieren valor (3) las masas monoespecíficas de alguna especie del género *Pinus* y las mixtas formadas únicamente por este mismo género.

Adquieren un valor (2) las masas mixtas de coníferas junto con quercíneas ya sea una u otra la especie principal, y el grupo formado por otras masas mixtas en las que la especie principal es una conífera. En este caso las coníferas dan una elevada potencialidad para la extracción de biomasa aunque ésta se ve restada por la presencia de otras especies diferentes cuya extracción interesa en menor grado.

El valor positivo más pequeño (1) ha sido establecido para masas monoespecíficas de alguna especie del género *Quercus* y mezclas de frondosas puras porque supone un gran interés su preservación. También se aplica en el caso del grupo formado por otras mezclas o mosaicos de quercíneas, ya que debido a la gran heterogeneidad que podría adoptar el grupo, otras superficies diferentes a las citadas anteriormente no tendrían demasiado interés desde el punto de vista de la obtención de biomasa.

- Para el estudio de la **combustibilidad** han sido empleados los modelos de combustibles de Rothermel.

En este caso se han asignado los valores mayores a las formaciones vegetales que presentan una mayor cantidad de combustible (materia seca)

disponible a ser quemado. De esta forma adquieren valores de (3) modelos de matorral y hojarasca bajo arbolado con cantidades de combustible mayores de 10 t/ha puesto que suponen lugares más susceptibles a la combustión y por ello de mayor interés prioritario a la hora de la actuación silvícola. Toman valor (2) los modelos de combustible de matorral u hojarasca bajo arbolado cuya cantidad de combustible no supera las 10t/ha y (1) los modelos de pastos más gruesos mientras que los pastos finos con una cantidad de materia seca menos de 2 t/ha puesto que no suponen ningún riesgo de combustión y por ello no son zonas prioritarias de actuación.

- La orientación también condiciona en cierta medida a la biomasa que se calcula que se va a obtener, siendo ésta mejor y en mayores cantidades en las exposiciones de umbría y por ello tomando un mayor valor de la jerarquía (1), mientras que será más escasa y peor en exposiciones de solana, tomando el valor (0). La orientación correspondiente a todos los vientos será la más favorable tomando valores de (3).

EXPOSICIÓN	VALORACIÓN
Solana	0
Umbría	1
Todos los Vientos	3

Tabla 3. Valoración según exposición.

Tras la asignación de pesos a cada variable también hay que tener en cuenta que no todas las variables tienen la misma importancia respecto al resto. Así, se han asignado pesos a las diferentes variables según su grado de influencia en el cálculo de biomasa respecto a un total de 10 puntos.

Las variables propiedad de los montes y vegetación son los factores de mayor importancia por lo que adquieren una puntuación de (4) respectivamente. La combustibilidad y la orientación cuya relevancia es menor toman valor (1) respectivamente, si bien la variable combustibilidad está recogida indirectamente en otras variables.

VARIABLES CAPACIDAD	VALORACIÓN
Propiedad de los montes	4
Vegetación	4
Combustibilidad	1
Orientación	1
TOTAL	10

Tabla 4. Valoración según la capacidad.

De esta manera se han ponderado las diferentes variables, cuyos resultados se han trasladado en formato cartográfico con el programa ArcView. Este cálculo se ha llevado a cabo mediante la superposición de coberturas de tipo ráster de cuadrículas de 20 por 20 m de cada una de los componentes de los modelos, obteniéndose finalmente una valoración total para cada combinación de posibilidades de las variables. Esta operación efectuada responde a la suma de las

multiplicaciones de las ponderaciones de las diferentes variables por los pesos de los tipos de cada variable.

Los valores globales calculados nos indican la potencialidad de cada zona para el desarrollo de la actividad propuesta. Estos valores, pueden interpretarse también desde el punto de vista de las necesidades de actuación y ser evaluados según criterios comparativos si la prioridad de realización de actividades es baja (menores de 13), media (13-18) o alta (mayores de 18).

➤ **Modelo de vulnerabilidad:** define la susceptibilidad de los recursos para modificarse ante unos factores determinados, por ello, estos factores implican valores negativos a la hora de realizar una conclusión final, frente a los positivos que supondrán los valores de capacidad.

De esta manera, los mayores valores de vulnerabilidad indican una mayor susceptibilidad del medio y peores condiciones para la actuación, siendo estos (0) cuando las variables no son influyentes y por tanto no restringen de ningún modo la realización de trabajos.

En el presente estudio se han considerado las siguientes variables:

- La **pendiente** es el factor más limitante para la obtención de biomasa en cuanto a la maquinaria potencial a ser utilizada para la corta, extracción y transporte de los productos. De esta forma, si la pendiente es mayor del 50 por ciento, ninguna maquina podrá ser empleada; por esta razón, se le ha asignado la mayor puntuación, (3). Igualmente desde el punto de vista de la extinción de incendios resulta un factor determinante.

Pendientes menores del 35 por ciento no son limitantes, pudiéndose plantear el uso de cualquier tipo de maquinaria, en este caso la variable adquiere un valor (0) para la vulnerabilidad.

Las pendientes comprendidas entre ambos valores antes indicados permiten la entrada de cierto tipo de maquinaria y han sido valoradas con (1).

PENDIENTE	VALORACIÓN
≤35 pct	0
(35-50) pct	1
>50 pct	3

Tabla 5. Valoración según el porcentaje de pendiente.

- También suponen factores limitantes las áreas protegidas que forman parte de **ENP** los (Espacios Naturales Protegidos), o aquellas incluidas en la “Red Natura 2000”, como son las **ZEPAs** (Zonas de Especial Protección para las Aves), y los **LICs** (Lugares de Importancia Comunitaria). En estas áreas, las actuaciones deben adoptar medidas especiales de protección.

Se ha valorado con (1) la presencia de ENP, ZEPAs o LICs en la zona, y con (0) la ausencia de alguna de las dos figuras de protección.

- Fauna y flora catalogada: El **Quebrantahuesos** (*Gypaetus barbatus*), especie en peligro de extinción, es la única especie catalogada existente en la zona que posee un régimen especial de Protección y Plan de Recuperación, por lo que es importante valorar su presencia con el fin de que su hábitat no sea dañado con la realización de

trabajos para la extracción de biomasa. Principalmente en estas áreas se deberán limitar lo periodos de actuación para que no coincidan con épocas de reproducción, incubación y otros periodos delicados para la preservación de la especie. Se han evaluado con (1) los territorios que coincidan con áreas críticas de esta especie y (0) en los lugares en los que esta consideración no sea necesaria por la ausencia de hábitats del ave en cuestión.

- Derivado de la pendiente, la **erosión** resulta un factor limitante para el desarrollo de actividades en la zona, así, en los lugares donde las tasas de erosión son elevadas, la posibilidad de realizar trabajos para la obtención de biomasa se verá reducida por el riesgo de erosión hídrica y pérdida de suelo que conlleva la eliminación de la cubierta arbórea. Según este razonamiento se han asignado puntuaciones a los siguientes estados erosivos:

ESTADOS EROSIVOS	VALORACIÓN
Zonas urbanas	0
Superficies de agua	0
≤12 Tm/ha·año	0
(12-25) Tm/ha·año	1
(25-50) Tm/ha·año	2
>50 Tm/ha·año	3

Tabla 6. Valoración según el estado erosivo.

Siguiendo el mismo procedimiento que para la valoración general elaborada en el modelo de capacidad; en primer lugar, se han establecido pesos para las diferentes variables que representen su importancia relativa respecto al resto, para después realizar un cálculo de mapas a través del programa informático ArcView y de esta forma obtener una valoración total de cada combinación de posibilidades que será evaluada en tres categorías de vulnerabilidad o susceptibilidad a la realización de trabajos de extracción de biomasa: baja, media o alta.

En este caso para facilitar el cálculo utilizando números enteros, la ponderación de las variables se ha realizado sobre un total de 12 puntos, adquiriendo cada una de ellas la siguiente valoración:

VARIABLES VULNERABILIDAD	VALORACIÓN
Pendiente	5
Zepas	1
Lics	2
Área crítica Quebrantahuesos	1
Estados erosivos	3
TOTAL	12

Tabla 7. Valoración según la vulnerabilidad.

Los valores globales nos indican la susceptibilidad de los recursos para modificarse ante unos factores determinados, y por tanto, las restricciones a las actuaciones.

Análisis y Discusión de Resultados

Una vez definido el modelo de capacidad-vulnerabilidad y cuantificadas las variables para cada tesela, se procedió al cálculo de las existencias en número de pies, Área basimétrica y volumen con corteza de cada tesela y en el conjunto de la superficie.

De aquí se concluye que para una superficie total incluida en las teselas de **85.474,86 ha**, se puede obtener un área basimétrica de **1.433.858,51 m²**, un volumen de **5.962.617,09 m³** y un número de pies de **70.920.932** aproximadamente.

Estas existencias no están sujetas a ningún criterio técnico que permita el aprovechamiento ordenado de los recursos, por ello, se proyectaron diferentes modelos selvícolas aplicables a cada tesela, con el triple objetivo, ya mencionado, de sostenibilidad, prevención de incendios, y máximo rendimiento en biomasa.

Sintetizando los tratamientos desarrollados, se pueden agrupar en 5 grandes grupos:

Ausencia de tratamientos.

Las teselas así catalogadas, responden a dos situaciones muy diferenciadas. Por un lado, la mayor parte de las teselas se caracterizan por una espesura deficiente, con una estructura de clases de edad donde domina el monte bravo o bajo latizal, y en las que no se considera oportuno realizar una intervención.

Por otro lado, mucho menos frecuente, existen algunas teselas con una masa en estado de fustal bajo, con espesura deficiente, y cuyo destino final, serán futuras cortas de regeneración.

Tratamientos de conversión a monte alto.

Este código responde a teselas que engloban masas de quercíneas caracterizadas por una espesura trabada, proveniente en la mayor parte de los casos, del abandono de los tratamientos de monte bajo. Aunque este tratamiento responde bien a los objetivos de biomasa que justifican este trabajo, el estado degenerativo de la cepas, la falta de reproducción por semillas, y el alto riesgo de incendios de estas formaciones, recomiendan tratamientos tendentes a la consecución del monte alto. Por estos motivos, se diseñaron tratamientos de resalveo de conversión, mediante la extracción del 50 por ciento de los chirpiales, eliminando aquellos que estén en peor estado vegetativo, y seleccionando aquellos brotes más vigorosos.

Tratamientos culturales sobre masas mixtas.

Dentro del área de estudio, resultan especialmente comunes las formaciones mixtas de coníferas y quercíneas, con espesuras trabadas. En ellas se proponen tratamientos culturales intensos, que afecten prioritariamente a la conífera, y que permitan alcanzar densidades óptimas. La prioridad de actuación sobre las coníferas, responde a la mayor facilidad de gestión de la espesura, que se puede alcanzar actuando sobre estas, siendo en un futuro, conveniente el tratamiento de los ejemplares de quercíneas. En segundo lugar, se aprecia también, especialmente en la

comarca de la Jacetania, un decaimiento generalizado de los pinares, que recomiendan su gestión.

Tratamientos culturales sobre masas monoespecíficas.

Este tratamiento consiste en la realización de claras por lo bajo, que afecten a los árboles del estrato dominado, y que permita el desarrollo óptimo de los pies mejores. Para ello, se ha considerado la reducción de la espesura mediante el estudio del número de pies y del área basimétrica.

En este grupo, se incluyen también un conjunto de masas que requieren tratamiento inmediato, y que se corresponden con las repoblaciones de *Pinus nigra*, en montes consorciados. Estas masas de cierta edad, no han sido objeto de tratamiento y presentan un gran número de pies, requiriendo de actuaciones fuertes basadas en criterios sistemáticos.

Tratamiento de cortas de regeneración.

Existe un pequeño número de teselas, que comparten como principal característica un diámetro y área basimétrica elevados, y un reducido número de pies mayores. Estas masas, debido a lo exiguo de su densidad no se someten a tratamiento, siendo necesario en un periodo próximo acometer los tratamientos encaminados a la regeneración de la masa.

Todos los valores anteriormente reseñados, han sido obtenidos del estudio, procesando los resultados del IFN-3, agrupando por teselas de similares características en cuanto a especie, orientación, clase natural de edad, valores dasométricos, ocupación y especie secundaria. Sobre esta base, se han determinado las actuaciones prioritarias y se han dado unas pautas para la gestión del territorio.

La falta de datos concretos sobre la producción de biomasa, ha conducido a la consideración de una serie de hipótesis simplificadoras, y concretamente, se entiende que estas masas en su mayoría carentes de tratamientos, no permiten un aprovechamiento autofinanciable de las mismas, y aun en dicho caso, no se obtienen unos productos cuyo destino no sea la trituración. Por todo ello se considera que la totalidad del volumen maderable debe ser objeto de su aprovechamiento para biomasa.

En este sentido, los valores de masa extraída deben incrementarse en el porcentaje, que para cada especie, corresponde a los residuos no utilizables y que son objeto de eliminación en los tratamientos clásicos.

Igualmente, se incorporó los resultados obtenidos en los modelos de capacidad y vulnerabilidad, para cada tesela.

A partir de las clases de capacidad y vulnerabilidad establecidas anteriormente han resultado nueve posibilidades de la combinación de estos dos factores. Para cada caso se ha adoptado una determinación concreta:

VULNERABILIDAD	CAPACIDAD	LIMITACIÓN
Baja	Baja	Ninguna
Baja	Media	Ninguna
Baja	Alta	Ninguna
Media	Baja	AB residual mínima de 90 pct

Media	Media	AB residual mínima de 85 pct
Media	Alta	AB residual mínima de 80 pct
Alta	Baja	No actuación
Alta	Media	No actuación
Alta	Alta	No actuación

Tabla 8. Limitaciones establecidas según la vulnerabilidad y capacidad.

Las zonas que presenten vulnerabilidades bajas no se han visto afectadas por ninguna restricción puesto que se considera que no existen limitaciones fisiográficas ni de protección de la naturaleza relevantes. Por el contrario, en los casos que este factor toma la determinación alta las actuaciones se verán absolutamente restringidas.

Para vulnerabilidades medias, se ha optado por disminuir el grado de actuación realizando claras más débiles de forma que se preserve un AB residual considerada mínima (80 por ciento). En este caso se ha valorado, además, la capacidad de la zona, lo cual nos indica el interés que supone la extracción de su biomasa. De esta forma, para una vulnerabilidad media con capacidad alta, situación en la que el aprovechamiento de los recursos existentes es de gran interés, se han establecido limitaciones mínimas; se propone extraer un máximo de un 20 por ciento del AB existente lo que supone un AB residual mínima del 80 por ciento. Cuando exista una capacidad media con vulnerabilidades medias se sitúa el nivel de restricción más alto (extracción del 15 por ciento del AB y un 85 por ciento de AB residual) ya que constituirán zonas con menor interés para la obtención de biomasa. Finalmente, para el mismo caso pero con capacidades bajas, el nivel de limitación será máximo puesto que extraer esta biomasa no será de interés e incluso podrá darse el caso de que las actuaciones ni siquiera sean rentables, es decir, que supongan un mayor coste de los beneficios que puedan obtenerse. Para esta situación se ha establecido un AB residual del 90 por ciento lo que significa un 10 por ciento de AB extraída.

Finalmente, una vez evaluado el peso de los tratamientos desde un punto de vista selvícola y preventivo se procesaron para transformarlos en valores de producción de biomasa, considerando tanto la existente en el fuste como la propia de ramas y hojas.

En este sentido, se utilizaron las tablas de valores modulares que para cada especie y comunidad autónoma relacionan el peso seco del árbol con el diámetro normal para cada fracción del mismo (fuste, ramas mayores de siete centímetros, ramas menores de dos centímetros, ramas intermedias, y hojas) mediante funciones de regresión y que se recogen en el texto “Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles” (MONTERO G., RUIZ-PEINADO R., MUÑOZ M. 2005).

Conclusiones

El análisis de la biomasa de estas comarcas aragonesas ha permitido sistematizar un modelo de capacidad-vulnerabilidad y unos modelos de gestión asociados, que permitirán en un futuro estudiar la biomasa disponible en todas las comarcas aragonesas.

Igualmente, se deduce que la extracción el exceso de biomasa existente en nuestras masas forestales, supone una importante medida preventiva, que obstaculizará la propagación de los posibles incendios.

Por último y en lo que respecta a los valores puramente cuantitativos, se concluye que **14.938.563 pies** podrían ser extraídos para el aprovechamiento de su biomasa por la industria energética en los próximos años, mediante una selvicultura preventiva, lo que implica la extracción de **7.294.538,32 Tm** de materia seca.

Referencias bibliográficas

Libro o monográfico

ESTEBAN L.S., PEREZ P., CIRIA P., CARRASCO J.E., 2004. **Evaluación de los recursos de biomasa forestal en la provincia de Soria. Análisis de alternativas para su aprovechamiento energético.** Colección Documental CIEMAT. 109 pp.

McCOY, J.; JOHNSTON, K.; 2001. **Performing analysis. Using ArcGIS Spatial** La extinción.6.3-17-97.

MONTERO G., RUIZ-PEINADO R., MUÑOZ M. 2005. **Producción de biomasa y fijación de CO2 por los bosques españoles.** Monográficas INIA: Serie Forestal nº 13.*Analyst*.119-188. ESRI. Redlands (USA)

VÉLEZ, R. y otros. 2000. **El comportamiento del fuego en los ecosistemas forestales,** Planificación de la defensa contra incendios forestales, La prevención y La extinción.6.3-17-97.