



**6º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL**

6CFE01-516

Montes: Servicios y desarrollo rural
10-14 junio 2013
Vitoria-Gasteiz



Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Vitoria-Gasteiz, 10-14 junio de 2013
ISBN: 978-84-937964-9-5
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Sostenibilidad de la dehesa a través de la valorización energética de productos obtenidos mediante prácticas tradicionales

LÓPEZ SANTALLA, A.¹ y RUIZ DE DULANTO, N.²

¹ Tecnomá, Grupo Tysa. c/ Isla del Hierro 7, 28703 San Sebastián de los Reyes, Madrid. alsantalla@tecnoma.es

² Tecnomá Energía Sostenible, Grupo Tysa. c/ Isla del Hierro 7, 28703 San Sebastián de los Reyes, Madrid.

Resumen

De acuerdo con la Conferencia Ministerial sobre la protección de los bosques, la viabilidad económica es una condición indispensable para garantizar la Gestión Forestal Sostenible.

Uno de los paisajes más característicos de la Península Ibérica es la dehesa de quercíneas. Representa un equilibrio en la intervención del hombre sobre la naturaleza que, en condiciones óptimas, aporta gran variedad de recursos y servicios ecosistémicos, manteniendo estabilidad ecológica y generando gran biodiversidad.

Su conservación a largo plazo depende del mantenimiento de las actuaciones antrópicas que históricamente la han configurado. Sin embargo, la falta de rentabilidad económica de muchas prácticas tradicionales es un elemento crítico para que la gestión forestal responda a criterios de sostenibilidad. El abandono o mala aplicación de estas prácticas convierte a la dehesa en un sistema frágil en crisis de persistencia.

Un mecanismo para aumentar la rentabilidad consistiría en valorizar energéticamente los restos de poda (leñas) para su utilización en plantas de biomasa. Así, incentivando adecuadamente las explotaciones, a los propietarios no les resultaría gravoso realizar prácticas culturales necesarias para mantener la configuración del pastizal-arbolado.

El texto que se propone analiza la viabilidad socioeconómica de aprovechamientos tradicionales para la producción energética, a través de varios trabajos experimentales.

Palabras clave

Biomasa, conservación, gestión forestal sostenible.

1. Introducción

La Conferencia Ministerial sobre la protección de los bosques en Europa define por Gestión Forestal Sostenible la administración y uso de los bosques y tierras forestales de manera, y en un ritmo tal, que mantenga su biodiversidad, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y potencial para cumplir, ahora y en el futuro, las relevantes funciones ecológicas, económicas y sociales, sin causar daño a otros ecosistemas (HELSINKI, 1993).

La viabilidad económica es una condición indispensable para garantizar la gestión forestal sostenible de los bosques, de hecho los criterios paneuropeos que la definen incluyen uno relativo al mantenimiento de las funciones productivas y otro relacionado con el mantenimiento de otras funciones socioeconómicas de los bosques (MCPFE, 2003).

Uno de los paisajes forestales más característicos de la península Ibérica es la dehesa de quercíneas. Representa un equilibrio en la intervención del hombre sobre la naturaleza que, en condiciones óptimas de explotación, aporta gran variedad de recursos y servicios

ecosistémicos, manteniendo estabilidad ecológica y generando gran biodiversidad (DÍAZ Y PULIDO, 2009).

Las especies propias de la dehesa son regularmente aclaradas y podadas para favorecer el crecimiento del pasto, la producción de bellotas y la obtención de leñas. Sin embargo la escasa rentabilidad económica de estas prácticas favorece su abandono o un aumento de su periodicidad (VV.AA., 2008; PULIDO y PICARDO, 2010), convirtiéndose en un elemento crítico para la sostenibilidad de la dehesa. De hecho es una técnica cultural imprescindible para garantizar la conservación del arbolado adulto, incluso obligatoria según la Ley de la Dehesa 1/1986 de Extremadura.

Este trabajo analiza la viabilidad socioeconómica de obtener biomasa de podas y desbroces practicados en dehesas extremeñas. Su valorización para la producción energética en plantas de biomasa podría suponer un incentivo para su aprovechamiento, lo que garantizaría una gestión que contribuya a la conservación de la dehesa.

2. Objetivos

Realizar una evaluación de la biomasa forestal aprovechable de podas y desbroces en un área de Extremadura próxima a la Planta de biomasa de Miajadas (Cáceres).

Confirmar la aproximación de la evaluación realizada y conocer los rendimientos de biomasa puesta en planta (*as fired*) obtenida en dos emplazamientos experimentales.

3. Descripción del Área de Estudio

Abarca un espacio aproximado de 450.000 ha comprendido entre las poblaciones de Cáceres, Trujillo, Miajadas y Mérida, en las provincias de Cáceres y Badajoz. La mayor parte está formada por montes de titularidad privada. Las coordenadas de situación son:

Tabla 1. Coordenadas del ámbito de estudio

Latitud:	Longitud:
4.377.400 m (UTM)	190.304 m (UTM)
4.309.650 m (UTM)	265.406 m (UTM)

La zona queda dividida en su mitad por la Sierra de Montánchez, configurando amplias rampas en ambas vertientes y un domino de penillanuras de altitudes comprendidas entre 350 y 400 m. La geología de la sierra corresponde a fajas de cuarcitas y bandas más anchas de pizarras, rodeadas por depósitos miocenos con arcillas, margas y graveras.

La cubierta vegetal está dominada por encina (*Quercus ilex rotundifolia*) y alcornoque (*Quercus suber*). También hay algunos enclaves de vegetación subesclerófila de influencia atlántica donde domina el rebollo (*Quercus pyrenaica*) (RUIZ DE LA TORRE, 1992 y 1993).

La altitud y el clima son idóneos para el desarrollo de encinares adeshados. Aún siendo la especie más abundante, su presencia es escasa en los enclaves más húmedos (umbrías de las sierras) donde es desplazada por rebollo, o allí donde comparte dominios con el alcornoque, que le sustituye en amplias zonas próximas a la Sierra de San Pedro.

Del ámbito finalmente adoptado se seleccionaron los siguientes emplazamientos para realizar tratamientos experimentales de poda y desbroce:

Finca *Dehesa de Cantoherrado*, en La Nava de Santiago (Badajoz)

Coordenadas UTM: 4.322.984 m, 711.730 m.

Distancia a la Planta de biomasa: 80 Km

Superficie de aprovechamiento: 4,1 ha

Descripción: Cubierta vegetal de pies mayores de encina en densidad media, con ausencia de sotobosque y de pies menores. Pendiente despreciable.

Finca *Caballería del Mesto* en Villamesías (Cáceres)

Coordenadas UTM: 4.345.040 m, 249.816 m

Distancia a la Planta de biomasa: 18 Km

Superficie de aprovechamiento: 4,9 ha

Descripción: Dehesa joven de pies mayores de encina intercalados con pies menores, que en algunos lugares conforman una masa continua y cerrada. Pendiente despreciable.

4. Fuentes de información

Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3) (MMA, 2007). Se utilizaron el número de pies mayores ($>7,5$ cm \varnothing) y menores ($>1,30$ cm de altura; $2,5 < \varnothing < 7,5$ cm.) por especie y otras variables dasométricas por hectárea (área basimétrica, volumen con corteza, incremento anual del volumen con corteza y volumen de leñas) de las especies seleccionadas para el estudio (encina, alcornoque y rebollo) y referidos a la unidad *estrato* (agrupación de superficies forestales de características análogas en cuanto a especie dominante, densidad, estado de masa y rango de edad). Se seleccionaron 14 estratos en Cáceres y 10 en Badajoz, por ser los que presentan, como especies principales, alguna o varias de las tres seleccionadas.

Mapa Forestal de España 1:50.000 (MMA, 2001 y 2002) como fuente de información cartográfica complementaria.

5. Metodología

Para los cálculos de biomasa se recurrió a un método de estimación indirecta mediante la aplicación de las ecuaciones de MONTERO *et al.* (2005) que relacionan algunas variables obtenidas del IFN3 con la biomasa de las diferentes fracciones arbóreas: fuste; ramas <2 cm; 2 cm $<$ ramas < 7 cm; ramas > 7 cm; y hojas. Los resultados de estas ecuaciones se refieren a peso seco. Se realizaron los siguientes cálculos secuenciales:

- Biomasa (kg) de las fracciones arbóreas del árbol medio de cada especie en cada estrato. El árbol medio se caracterizó por su diámetro cuadrático medio.
- Biomasa total del árbol medio (kg), mediante la suma de las fracciones calculadas. La biomasa de podas se obtuvo por suma de las fracciones que componen la copa, mientras que la biomasa de desbroces incluyó también la fracción del fuste.
- Biomasa por estrato (kg/ha) de cada especie, obtenida del producto de la biomasa del árbol medio (kg) por el número de árboles por hectárea en cada estrato (pies/ha).

Estos cálculos se recogieron en mapas de Biomasa Potencial por especie en cada estrato, entendida como la biomasa que proporciona todo el material vegetal calculado (copa en pies mayores; copa y fuste en pies menores), así como en un mapa de Biomasa Total Potencial, que es la que aportan todas las especies presentes en cada estrato.

Considerando criterios técnicos, selvícolas y legales sobre la Biomasa Potencial se estableció el porcentaje de ésta que verdaderamente es utilizable, lo que se denominó Biomasa Aprovechable. Estos criterios se definieron a partir de consideraciones incluidas en la Ley de la Dehesa así como de recomendaciones propuestas por algunos autores en lo relativo a pesos y periodicidad de podas o regeneración de arbolado.

Según la Ley de la Dehesa el peso de las podas de producción de encina no debe superar la posibilidad productiva del árbol, mientras que en el alcornoque queda prohibido cortar más de la cuarta parte de la copa. Como normas racionales suscritas por varios autores pueden admitirse las propuestas por MONTROYA (1989), que recomienda no cortar más de un tercio del follaje inicial del árbol. Los valores de poda de formación recomendados para el alcornoque son del 20-25% del peso de la copa (MONTERO, 2003), aunque otros autores recomiendan podas de árboles adultos comprendidas entre 25-30% de la copa y podas fruteras inferiores a la cuarta parte de la copa (BELTRÁN *et al.*, 2004).

En cuanto a la periodicidad, la Ley de la Dehesa recomienda podar las encinas al menos una vez cada diez años y los alcornoques una vez cada ciclo productivo de corcho. SAN MIGUEL (1994) afirma que para ser rentables, deben realizarse a intervalos que permitan obtener la mayor cantidad de leña gruesa pero evitando que las ramas que se formen superen los 15 cm de diámetro; por ello recomienda intervalos comprendidos entre 15 y 25 años.

Como criterio de seguridad, para este trabajo se consideró que la Biomasa Aprovechable de podas es un 30% de la Biomasa Total Potencial calculada. El intervalo entre podas propuesto es de 15 años.

La Ley de la Dehesa no contiene recomendaciones sobre el desbroce, aunque sí regula las actividades selvícolas sobre el arbolado adulto. Así, por cada pie por hectárea que se entresaque será obligatorio guiar un número mínimo de renuevos equivalente al 15% del número de árboles adultos por hectárea, mientras que en zonas de escasa densidad (<30 árboles corpulentos/ha) no se señalarán pies a entresacar. Todos los autores afirman que la gestión de las dehesas debe incluir acciones para la regeneración del arbolado, recomendando acotados al pastoreo en superficies rotativas del 10-15% de las fincas (PULIDO Y PICARDO, 2010).

Como criterio de seguridad basado en las recomendaciones anteriores se consideró que la Biomasa Aprovechable de desbroce es despreciable en zonas de escasa densidad de arbolado adulto (<30 pies/ha), mientras que en zonas que superan esta densidad será el 85% de la Biomasa Total Potencial. El intervalo entre desbroces adoptado se hará coincidir con el definido para las podas, es decir 15 años.

La evaluación de Biomasa Aprovechable se limitó a terrenos de pendiente inferior a 45% y no sujetos a protección (Red Natura 2000 o Espacios Naturales Protegidos), por las posibles restricciones a la obtención de biomasa.

Finalmente se procedió a la ejecución de tratamientos de poda y desbroce experimentales en los dos emplazamientos seleccionados, aplicando los criterios anteriormente analizados. Para su obtención se realizaron las siguientes acciones:

- Podas y desbroces realizados con motosierra por dos peones especializados.
- Desembosque mediante autocargador Valmet 200 CV o camión volquete con grúa apoyado por tractor de neumáticos John Deere 115 CV con horca.
- Astillado con Doppstadt DH 608 Puma 490 CV de carga lateral alimentada por grúa.
- Transporte a planta mediante camión volquete y/o camión de piso móvil.

Se cuantificó la biomasa extraída mediante el pesado en Planta del contenido de cada camión. A fin de comparar estos valores con los cálculos teóricos realizados previamente, se analizó el porcentaje de humedad de las astillas en el momento de su pesado. Para ello se tomaron 4 muestras por camión de 0,5 kg para su análisis en laboratorio.

El cálculo de rendimientos se realizó mediante mediciones de tiempos tomadas durante las diferentes fases del aprovechamiento y transporte.

6. Resultados

La Tabla 2 resume las estimaciones de biomasa por hectárea de los estratos de cada provincia y para cada especie. En la Figura 1 se refleja la Biomasa Total Aprovechable de podas y desbroces por hectárea. Mayormente está comprendida entre 6 y 9 t/ha (verde claro), con algunos enclaves que llegan hasta 12 t/ha (verde oscuro) o incluso más.

Tabla 2. Resultados de biomasa Potencial y Aprovechable por estrato en las provincias de Cáceres y Badajoz

	ESTRATOS FORESTALES IFN3		BIOMASA PODAS (kg/ha)					BIOMASA DESBROCES (kg/ha)					
	Nº	Formación Dominante	<i>Q. ile</i>	<i>Q. sub</i>	<i>Q. pyr</i>	Potencial	Aprov. (30%)	<i>Q. ile</i>	<i>Q. sub</i>	<i>Q. pyr</i>	Potencial	Aprov. (85%)	
PROVINCIA DE CÁCERES	6	<i>Quercus pyrenaica</i>	11	21	55.502	55.534	16.660	28	0	4.909	4.938	4.173	
	7	<i>Quercus pyrenaica</i>	508	0	40.095	40.603	12.181	203	0	948	1.152	806	
	8	<i>Quercus pyrenaica</i>	183	16	20.161	20.360	6.108	0	0	484	484	411	
	9	<i>Quercus ilex</i>	19.725	226	47	19.999	6.000	6.390	0	0	6.390	5.432	
	10	<i>Quercus ilex</i>	15.401	201	397	16.000	4.800	2.458	0	15	2.474	2.089	
	11	<i>Quercus ilex</i>	10.579	113	928	11.621	3.486	2.118	0	0	2.118	1.800	
	12	<i>Quercus suber</i>	3.182	19.942	121	23.247	6.974	464	207	0	672	571	
	13	<i>Quercus suber</i>	1.194	9.322	0	10.516	3.155	288	66	0	355	56	
	14	Bosque adhesionado de <i>Quercus ilex</i>	24.079	371	0	24.450	7.335	811	0	0	811	689	
	15	Bosque adhesionado de <i>Quercus ilex</i>	23.184	392	123	23.699	7.109	268	0	0	268	228	
	16	Bosque adhesionado de <i>Quercus ilex</i> con <i>Q. suber</i>	10.341	11.568	111	22.022	6.606	557	8	35	600	480	
	17	Bosque adhesionado de <i>Quercus suber</i>	1.307	20.540	0	21.847	6.554	0	0	0	0	0	
	18	Bosque adhesionado de <i>Quercus pyrenaica</i> y otras sspp	4.404	743	11.786	16.934	5.080	308	0	375	6835	581	
	19	Bosque adhesionado de <i>Q. ilex</i> con arbolado ralo	14.821	322	1.231	16.375	4.912	149	0	00	149	127	
	PROVINCIA DE BADAJOZ	3	<i>Quercus ilex</i> y <i>Q. suber</i> ; <i>Q. ilex</i> con frondosas	1.308	85	0	1.393	418	2.888	0	0	2.936	2.454
		4	<i>Q. ilex</i> ; <i>Q. ilex</i> con frondosas	45.022	562	0	45.585	13.675	2.857	16	0	2.921	2.429
		5	<i>Q. ilex</i>	29.974	787	0	30.761	9.228	1.125	0	0	1.143	956
		6	<i>Q. ilex</i> ; <i>Q. ilex</i> con frondosas	12.406	63	0	12.470	3.741	951	0	0	967	808
		7	Bosque adhesionado bastante arbolado de <i>Q. ilex</i>	38.081	330	0	38.411	11.523	494	0	0	502	420
8		Bosque adhesionado poco arbolado de <i>Q. ilex</i>	24.872	156	0	25.028	7.508	445	0	0	452	378	
9		Bosque normal o adhesionado de <i>Q. suber</i> con <i>Q. ilex</i>	16.037	11.330	0	27.367	8.210	887	92	0	994	754	
10		Monte normal o adhesionado de <i>Q. suber</i>	2.160	23.103	0	25.264	7.579	27	60	0	88	51	
13	Matorral con arbolado ralo y disperso	2.403	436	0	2.840	852	801	0	0	814	681		
14	Bosque adhesionado de <i>Q. ilex</i> con arbolado ralo	18.055	764	0	18.819	5.645	45	0	0	46	0		

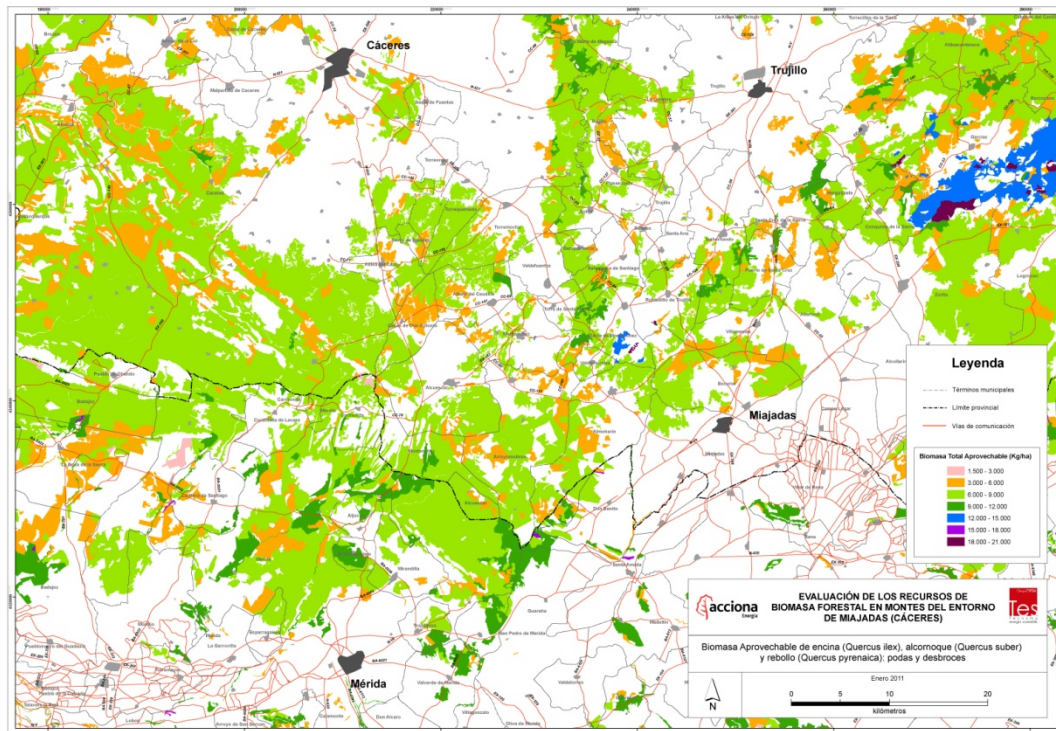


Figura 1. Evaluación de biomasa aprovechable procedente de podas y desbroces de encina, alcornoque y rebollo

Los aprovechamientos realizados se adecuaron a las características de cada emplazamiento. Así en La Nava de Santiago se realizaron podas de producción o para mejorar la estructura de copas. En Villamesías se practicaron podas de formación en ejemplares jóvenes y de producción en adultos; también se realizaron desbroces selectivos de pies menores para favorecer un espaciamiento adecuado. El material cortado se dejó varios días en el monte para su ramoneo por ganado vacuno. Los resultados obtenidos fueron los siguientes, con rendimientos según se recoge en la Tabla 3 y las Figuras 2 y 3:

Finca *Dehesa de Cantoherrado*, en La Nava de Santiago (Badajoz)

- Total biomasa extraída (en verde): 33,76 t
- % de Humedad media: 22,5 %
- Total biomasa extraída (en seco): 26,18 t
- Densidad de extracción (en seco): 6,38 t/ha (6.386 kg/ha)

Se corresponde con un estrato 14 del IFN3: Bosque adherado con arbolado ralo y disperso de *Quercus ilex*, Ocupación >70%- 30%<sp<70% y Fcc = 5-19%

Finca *Caballería del Mesto* en Villamesías (Cáceres)

- Total biomasa extraída (en verde): 42,2 t
- % de Humedad media: 24,5%
- Total biomasa extraída (en seco): 31,85 t
- Densidad de extracción (en seco): 6,49 t/ha (6.499 kg/ha)

Se corresponde con un estrato 15 del IFN3: Bosque adherado de *Quercus ilex*, Ocupación > 70% y Fcc = 20-40%

Las astillas generadas fueron de entre 50 mm y 100 mm y libres de impurezas.

Tabla 3. Resultados y rendimientos obtenidos en los emplazamiento de La Nava de Santiago y Villamesías.

Actuación	Coste	La Nava de Santiago				Villamesías				
PODA Y DESBROCE	€/día	Días	t/h	Parcial	€/t	Días	t/h	Parcial	€/t	
Peones especializados	240 €	3	1,88	720 €	21,33 €	3	2,34	720,00 €	17,06 €	
DESEMBOSQUE	€/hora	Horas	t/h	Parcial	€/t	Días	t/h	Parcial	€/t	
Autocargador	60 €	4	4,22	710 €	21,03 €	-	-	1.177,00 €	27,89 €	
Camión grúa	60 €	2,5	6,75			9	4,69			
Tractor	25 €	10	3,38			21	2,01			
Peón	7 €	10	3,38			16	2,64			
ASTILLADO	€/hora	Horas	t/h	Parcial	€/t	Días	t/h	Parcial	€/t	
Astilladora	190 €	4,5	7,50	1.125 €	33,32 €	4,5	9,38	1.125,00 €	26,66 €	
Grúa	60 €	4,5	7,50			4,5	9,38			
TRANSPORTE	€/día	Días	t/h	Parcial	€/t	Días	t/h	Parcial	€/t	
Camión volquete	500 €	1	33,76	500 €	14,81 €	1	42,20	500,00 €	11,85 €	
Total					90,49	Total				83,46

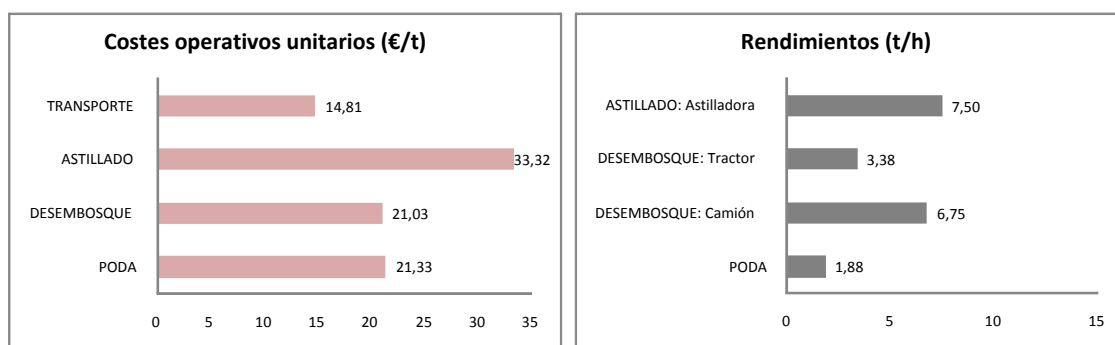


Figura 2. Costes unitarios y rendimientos de trabajo en La Nava de Santiago

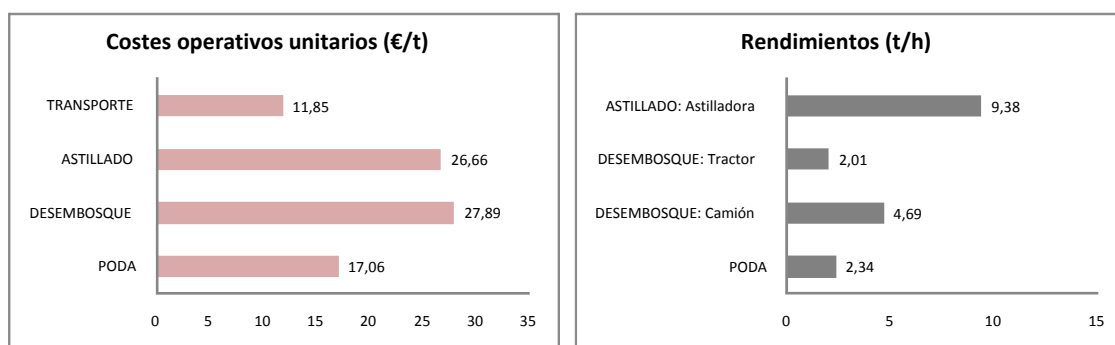


Figura 3. Costes unitarios y rendimientos de trabajo en Villamesías

7. Discusión

Las características de cada estrato determinan el reparto de Biomasa Aprovechable por hectárea. De modo general es mayor la biomasa aprovechable de podas, aunque en localizaciones con escasez de arbolado adulto es superior la procedente de desbroces. Los valores obtenidos en este trabajo son inferiores a los descritos por TOLOSANA (2009) en

experiencias realizadas sobre dehesas salmantinas, donde se obtuvieron pesos de entre 12 y 31,3 t/ha, si bien referidos a peso verde (30-40% de humedad).

Podas y desbroces no son mecanizables, siendo necesario contar con operarios especializados. Los costes de esta experiencia fueron más elevados que la tarifa media, al optarse por especialistas reconocidos para garantizar una buena ejecución en fincas que se brindaron gentilmente para la realización de las pruebas.

El desembosque se inició con autocargador aunque tuvo que ser sustituido por camión grúa apoyado por tractor y peón. Este sistema mejoró el rendimiento, aunque su incorporación a mitad de tajo impidió una adecuada planificación de la operación.

El rendimiento del desembosque en Villamesías fue anormalmente bajo, debido a un inadecuado emplazamiento de la astilladora (300 m de distancia) que incrementó los tiempos de transporte. También influyó la grapa montada sobre la grúa, que no era específica para la recogida de residuos forestales.

Los rendimientos de astillado (7,50 y 9,38 t/h) fueron muy inferiores a especificaciones de algunos fabricantes o datos contenidos en la bibliografía que apuntan cifras de hasta 32 t/h (TOLOSANA *et al.*, 2009). En gran medida fue debido a un índice de astillado reducido (<50%) por una alimentación poco eficaz de la astilladora, debido a las dimensiones y forma de las trozas (largas, angulosas y ahorquilladas). De hecho fue preciso facilitar la operación cortando previamente algunas ramas mediante motosierra.

El transporte a Planta se negoció a precio fijo y no por distancia o unidad de material transportado, motivo por el cual el coste fue el mismo en ambos casos si bien las cantidades y distancias fueron netamente distintas. Según datos contenidos en la bibliografía pueden obtenerse costes de hasta 7 €/t a 60 Km (TOLOSANA, *et al.*, 2009).

Los costes finales de suministro en planta incluyendo todas las operaciones fueron de 90,49 y 83,46 €/t para cada uno de los emplazamientos. Los ensayos realizados en dehesas salmantinas y descritos por TOLOSANA (2009) concluyeron costes finales, incluyendo transporte a 50 km, de entre 48.5 y 57.2 €/t de materia verde (humedad 30-40%), que referidos a materia seca reflejarían una reducción de aproximadamente un 12% sobre los obtenidos en este trabajo.

8. Conclusiones

Considerando la aplicación de criterios de gestión conservadores, más de la mitad de la superficie estudiada presentaría una Biomasa Total Aprovechable, entre podas y desbroces, de entre 6 y 9 t/ha, con algunos enclaves de la provincia de Badajoz que llegan hasta 12 t/ha.

La biomasa realmente aprovechada en las experiencias realizadas se aproxima bastante a las estimaciones calculadas de Biomasa Aprovechable (t/ha). En Villamesías se produce una desviación de +13 % mientras que en La Nava de Santiago la desviación es de -12 %.

Para optimizar el rendimiento del desembosque es importante coordinar las distintas operaciones y una adecuada planificación de los trabajos. Tras las podas el material debería

reunirse en cordones que facilitaran su recogida. La astilladora debería emplazarse a una distancia reducida que minimice tiempos muertos en los desplazamientos.

Un camión grúa es adecuado para este tipo de trabajos, si bien requiere el apoyo de un vehículo de mayor movilidad para el acopio y acordonado previo del material. La labor de acopio buscaría facilitar la recogida del material situado bajo las copas.

Las características del material obtenido dificultaron la alimentación de la astilladora, siendo más adecuada una trituradora de carga superior. Estas máquinas presentan menos limitaciones de alimentación y requieren menor mantenimiento. La elección final de la máquina dependerá del tamaño máximo de astilla aceptable en Planta.

El coste unitario del transporte puede verse reducido más aún si se tratara de aprovechamientos de mayores dimensiones.

En resumen, esta experiencia piloto de aprovechamiento integral de biomasa sugiere una adecuada planificación de los trabajos para reducir los costes *as fired* a precios de mercado competitivos. El imperativo legal de conservación de la dehesa garantizaría un abastecimiento permanente de materia prima, lo que pueda avalar la financiación necesaria para la puesta en marcha de nuevas Plantas.

Según las tarifas eléctricas existentes podría resultar un material rentable para las Plantas de biomasa, facilitando a los propietarios la realización periódica de estas prácticas y garantizando una gestión de la dehesa que responda a criterios de sostenibilidad.

9. Agradecimientos

A los propietarios que cedieron sus fincas para la realización de los aprovechamientos.

10. Bibliografía

BELTRÁN, R.; SANZ, F.J.; DÍAZ, A. y SÁNCHEZ, L.; 2004. Selvicultura en el alcornocal. Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal (IPROCOR). Junta de Extremadura.

VV.AA.; 2008. Plan español de Dehesas. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 370 pp. Madrid.

DÍAZ, M. y PULIDO, F.J.; 2009. 6310. Dehesas perennifolias de *Quercus* spp. En: V.V. A.A.; Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. MAGRAMA. 69 pp. Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; 2001 y 2002. Mapa Forestal de España MFE50, 1:50.000. Badajoz y Cáceres. Serie Técnica-Formato Digital. Organismo Autónomo de Parques Nacionales.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; 2007. Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2007. Extremadura: Badajoz y Cáceres.

MCPFE; 2003. Improved Pan-European indicators for sustainable forest management as adopted by the MCPFE Expert Level Meeting 7–8 October 2002, Vienna, Austria.

MONTERO, G.; RUIZ-PEINADO, R. y MUÑOZ, M.; 2005. Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. Monografías INIA: Forestales 13, 270 pp. Madrid.

MONTERO, G.; 2003. El alcornoque: Manual de reforestación y cultivo (2ª Edición). Mundi-Prensa. 101 pp. Madrid.

MONTOYA, M.; 1989. Encinas y encinares. Ed. Agroguías Mundi-Prensa. 131 pp. Madrid.

PULIDO, F. y PICARDO, A.; 2010. Libro Verde de la Dehesa. Debate hacia una Estrategia Ibérica de gestión. Junta de Castilla y León; SECF; SEEP; AEET; SEO. 48 pp.

RUIZ DE LA TORRE, J.; 1992. Mapa Forestal de España 1:200.000. Badajoz, Hoja 3-8. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

RUIZ DE LA TORRE, J.; 1993. Mapa Forestal de España 1:200.000. Cáceres, Hoja 3-7. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 179 pp. Madrid.

SAN MIGUEL, A.; 1994. La Dehesa española. Origen, tipología, características y gestión. Fundación del Conde del Valle de Salazar. 96 pp. Madrid.

TOLOSANA, E.; 2009. Manual Técnico para el aprovechamiento y elaboración de biomasa forestal. FUCOVASA y Mundi-Prensa. 47 pp. Madrid.

TOLOSANA, E.; LAINA, R.; MARTÍNEZ-FERRARI, R.; DONAIRE, D.; FLORES, S.; SÁNCHEZ-REDONDO, E.; VALDÉS, L.; NAVAS, A. y AMBROSIO, Y.; 2009. Manual de buenas prácticas para el aprovechamiento integral de biomasa en claras sobre repoblaciones de *Pinus sylvestris* L. y *Pinus pinaster* Ait. Cesefor. 81 pp.