

Análisis de ciclo de vida de la obtención de astilla a partir de biomasa residual de cortas de choperas: estudio de caso en el Valle del Genil (Granada)

Eduardo Tolosana Esteban.

Rubén Laina Relaño, Sara Josefa Herrero Rodríguez

E.T.S.I. de Montes, Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid. eduardo.tolosana@upm.es



POLITÉCNICA

Objetivo

Objetivo principal: estudiar el rendimiento económico y ambiental de la producción combinada de madera y biomasa para uso energético en una plantación convencional irrigada en el valle del Genil.

Objetivo complementario: comparación con un estudio anterior sobre un cultivo energético de chopo a turno corto en la misma zona (SAN MIGUEL *et al.*, 2015)



Metodología

Estudio económico (producción, rendimiento y costes)

Plantación de *Populus X euroamericana* de 714 pies/ha, con turno de 10 años, situada en la vega del Genil (Granada), con irrigación. Producción de 17,6 y 3,6 t secas de madera y de ramas y puntas · (ha·año)⁻¹, rendimientos y costes en aprovechamiento integrado de madera y biomasa estudiados en TOLOSANA *et al.*, 2011

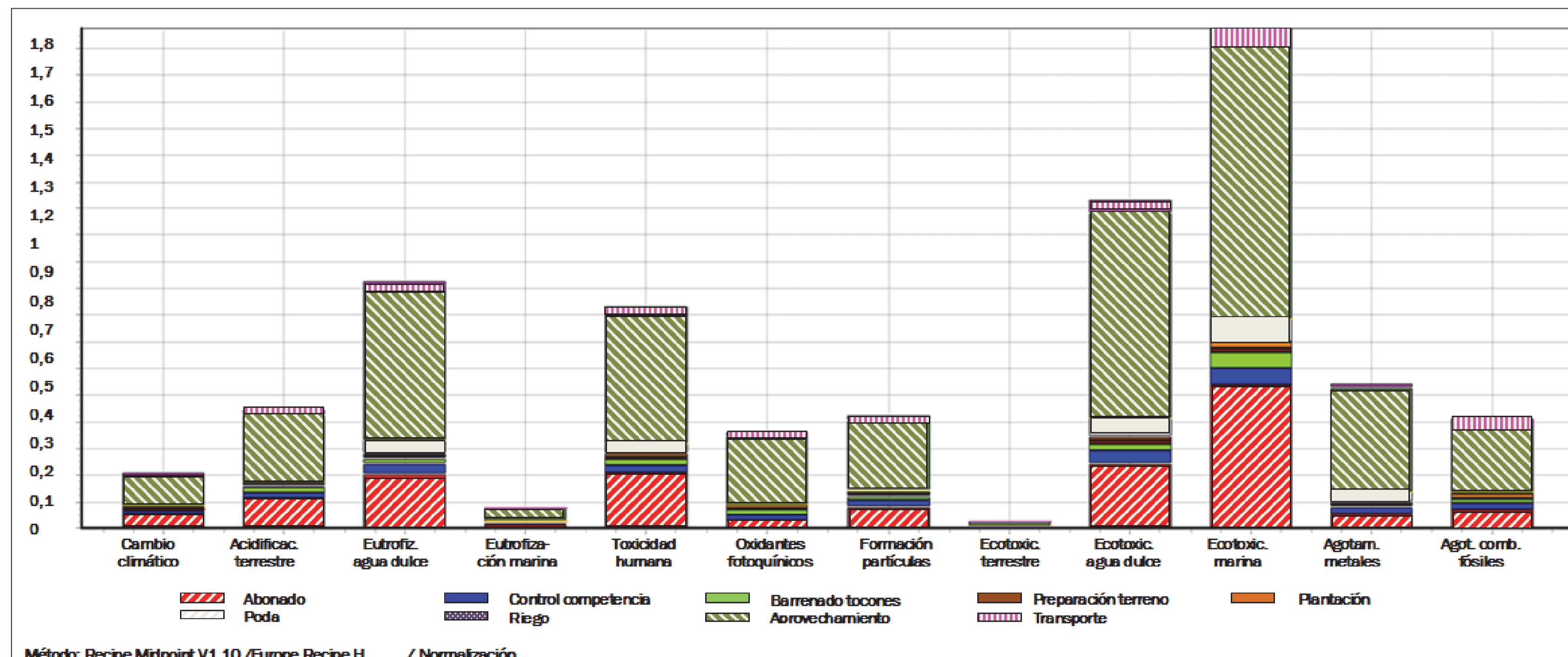
Costes calculados por hectárea. Costes unitarios de operación (por t) derivados de los costes horarios estimados con métodos estándar y de las productividades publicadas en el estudio citado. El resto de los costes de operaciones de cultivo se recopilaron en 2014 de empresas y asociaciones de productores. Los costes de transporte se calcularon usando un simulador en línea (GOBIERNO VASCO, 2014), Otros costes se recopilaron de fuentes industriales locales y del Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente (MAGRAMA)

Análisis de ciclo de vida

ACV acorde con la Norma ISO 14040-14044:2006, considerando las fases: Preparación del suelo y acondicionamiento, Cultivo, Aprovechamiento y transporte, Eliminación de tocones.

Metodología ReCiPe 2009 Europe H (Midpoint) v1.09 para los impactos ambientales agregados. El programa SimaPro v8.0 se usó para construir los modelos y hacer los cálculos. Unidad funcional, para la comparación de usos del suelo: 1.0 ha. También se usa la t seca de astillas para comparar el impacto ambiental de la biomasa residual de esta plantación de aprovechamiento integrado con la del cultivo energético. Los datos de consumos de la maquinaria se obtuvieron localmente. Los datos no disponibles y de fabricación de bienes de equipo proceden de la base de datos ECOINVENT v 3.0.

Resultados



Comparación ambiental de astillas de la plantación con aprovechamiento combinado con madera con astillas de cultivo energético

	Por tonelada seca de astilla	Plantación aprovechamiento integrado	Cultivo energético	Ratio
Cambio climático	kg CO ₂ eq	10,9	24,0	2,2
Acidificación terrestre	kg SO ₂ eq	0,07	0,35	5,0
Eutrofización de aguas dulces	kg P eq	0,002	0,006	3,0
Eutrofización marina	kg N eq	0,004	0,081	20,3
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	2,4	4,7	2,0
Oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,10	0,14	1,4
Formación de partículas	kg PM10 eq	0,029	0,076	2,6
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,001	0,004	4,0
Ecotoxicidad de aguas dulces	kg 1,4-DB eq	0,06	0,16	2,7
Ecotoxicidad marina	kg 1,4-DB eq	0,076	0,091	1,2
Agotamiento de recursos hídricos	m ³	44,2	178,9	4,0
Agotamiento de metales	kg Fe eq	1,79	1,39	0,8
Agotamiento de combustibles fósiles	kg petróleo eq	2,97	8,47	2,9

Productividad operacional, costes y valores agregados por operación en la plantación (aprovechamiento integrado).

Operación /Material	Año	Horas de máquina / ha	Coste/Ingreso (€/ha)	Valor actualizado agregado (€/ha)
Renta del suelo	1-10	—	-756,97	-9.521,09
Arado	1	2,0	-79,4	-123,18
Gradeo	1	1,5	-70,93	-110,04
Señalamiento	1	1,0	-33,5	-51,97
Plantones (plantación)	1	—	-714	-
Plantación	1	11,9	-593,62	-2.028,55
Riegos	1-10	—	-297,11	-3.737,02
Abonado NPK	2-5	1,6	-208,61	-1.147,55
Control mecánico competencia	2-5	16,0	-161,76	-889,83
Poda (1ª)	2	45,9	-287,16	-
Poda (2ª)	3	45,9	-312,67	-
Poda (3ª)	4	45,9	-338,19	-1.781,63
Poda (4ª)	5	45,9	-363,71	-
Aprovechamiento y astillado	10	Motosierra 13,7 Procesadora 6,7 Cargadora (apilado) 8,3 Tractor-astilladora 8,3 Tractor con remolque 2,7	-2.008,37	-2.008,37
Carga y transporte de madera	10	—	-1.237,27	-1.237,27
Transporte de astilla	10	—	-469,00	-469,00
Eliminación de tocones	10	10,5	-463,74	-463,74
Valor actualizado total costes				23.569,24
Costes indirectos (5%)				1.178,46
Venta de madera	10		24.173,47	24.173,47
Venta de astilla	10		3.285,00	3.285,00
TOTAL VAN (€/ha ⁻¹)				2.710,77
VAN anualizado (€/ha ⁻¹ ·año ⁻¹)				271,18

El VAN de la inversión es positivo, mientras que el TIR es ligeramente superior al tipo de descuento asumido del 5,0 %, de modo que la rentabilidad estimada es baja.

Comparación económica entre las dos alternativas de cultivo de chopo para uso combinado madera/astilla o sólo como cultivo energético para producción de astilla.

Operación/Concepto de coste	Costes / Ingresos (€/ha ⁻¹)	
	Aprovechamiento integrado	Cultivo energético
Arrendamiento terreno	-756,97	-756,97
Subsuelado	-	-110
Arado	-79,4	-40
Gradeo	-70,93	-
Señalamiento	-33,5	-
Plantación	-1.307,62	-650
Riego	-297,11	-297,11
Abonado NPK	-208,61	-217
Control mecánico de competencia	-161,76	-40
Herbicida Post-emergencia	-	-42
Herbicida Pre-emergencia	-	-51
Podas	-1.301,73	0
Aprovechamiento	-2.008,37	-6.024,55
Transporte de astilla	-469	-2.375,37
Carga y transporte de madera en rollo	-1.237,27	0
Eliminación de tocones/ restauración del terreno	-463,74	-450
Venta de madera	24.173,5	0
Venta de astillas	3.285	18.098,6
VAN anualizado NPV (€/ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	271	-719
TIR (%)	7,3%	<< 0 %



Conclusiones

- En la plantación analizada el abonado superficial muestra una gran influencia en las categorías de impacto ambiental, aunque no resulta relevante en el balance económico. El riego supone una notable influencia tanto en el desempeño ambiental como en el balance económico.
- La fase de aprovechamiento combinado de madera y astilla es la más relevante, tanto por sus impactos ambientales como por su balance económico. Los esfuerzos de optimización de los procesos deberían dirigirse de forma prioritaria al aprovechamiento, cuyo grado de mecanización en el caso estudiado es bajo en comparación con otras plantaciones.
- En la zona estudiada, las plantaciones convencionales de chopo para aprovechamiento integrado de madera y astilla muestran menos impactos ambientales y mejores resultados económicos que los cultivos energéticos de turno corto de la misma especie.

