

Estudio de Tiempos y Rendimientos de Cosechadoras Forestales en una Serie de Aprovechamientos de Primera Clara en Masas de *Pinus radiata* y *Pinus sylvestris* en el Distrito Forestal VII de Galicia

Yolanda Ambrosio Torrijos⁽¹⁾, Pablo Rodríguez Pazos⁽²⁾, Santos G. Arenas Ruiz⁽³⁾, Juan Picos Martín⁽⁴⁾

(1) Univ. Politécnica de Madrid. EUIT Forestal. MADRID

(2) Universidad de Santiago de Compostela. ETSI Montes. LUGO.

(3) Universidad de Santiago de Compostela. ETSI Montes. LUGO.

(4) Universidad de Vigo. EUIT Forestal. PONTEVEDRA

Resumen. El presente estudio técnico ha tenido como finalidad la investigación de una serie de aprovechamientos consistentes en primeras claras realizadas con cosechadoras forestales, con el fin de determinar el rendimiento de este tipo de maquinaria en los montes situados en las montañas orientales de Galicia, bajo una serie de condiciones determinadas. El presente estudio se ha llevado a cabo a cabo, en los términos municipales que integran el Distrito VII de Galicia, y ha consistido en la investigación de tres aprovechamientos de primera clara en masas de pino artificiales.

La metodología seguida para la toma de tiempos de maquinaria de procesado y saca es la “Metodología para el estudio de rendimientos e impactos del aprovechamiento forestal en claras de masas artificiales”, en su revisión de octubre de 1997, Proyecto europeo AIR3-CT94-2097.

Se proponen en esta metodología, dos sistemas de seguimiento, el que se empleará en el presente estudio es el sistema del cronometraje multimomento. Este seguimiento se realiza durante toda la jornada de trabajo. La medición comenzará al principio de la jornada laboral, y durará hasta su término. Como base territorial, se deberá utilizar la estratificación previa al inventario (medir rendimientos en estratos o grupos de estratos que se considere significativamente distintos en cuanto a los factores que pueden influir en los rendimientos, (pendiente, escabrosidad, tecnología u organización y diferencias dasométrico-silvícolas).

El análisis de utilización del tiempo por las máquinas se ha realizado de acuerdo con los conceptos y criterios establecidos por IUFRO (1988, 1991, 1995), y por la Acción Concertada Europea AIR3-CT94-2097.

Se han obtenido estimaciones de rendimiento de cada tipo de operación, costes unitarios y factores de calidad en la ejecución del trabajo que se relacionan con los anteriores.

Introducción

Con este estudio se pretende obtener una información básica que nos pueda proporcionar una idea inicial sobre la viabilidad de este tipo de maquinaria, en este tipo de aprovechamientos, y en estratos de características similares a los estudiados.

En la actualidad se puede constatar que las masas de coníferas gallegas, y en general las masas de coníferas españolas, adolecen en su mayoría de un correcto tratamiento silvícola en lo que a la ejecución de las primeras claras respecta.

La gran cantidad de masas de pino artificiales existentes en nuestra Comunidad, procedentes de repoblaciones realizadas entre los años 40 y 70 del pasado siglo, adolecen en su mayoría de un régimen de claras, lo que provoca un riesgo importante para su estabilidad actual y producción futura.

Muy escasas son las masas que poseen un programa de este tipo de actuaciones, incluso dentro de los montes gestionados por la administración.

La ejecución de las primeras claras no suele realizarse porque en la mayoría de los casos no existe una oferta suficiente de este tipo de aprovechamientos a empresas especializadas debido a que hasta este momento no se había planteado su rentabilidad.

Esgrimiendo las principales razones por las cuales este tipo de tratamientos silvícolas no tienen tradición en nuestra comunidad podríamos considerar someramente las siguientes:

- Situación actual de las masas precaria desde el punto de vista silvícola.
- Falta de formación silvícola de los propietarios forestales.
- Distribución de la propiedad muy fragmentada, que impide la viabilidad de los aprovechamientos.
- Falta de datos y de estadísticas sobre este tipo de cortas de mejora que impide establecer una planificación basándose en experiencias anteriores.
- Déficit en lo que se ha denominado como transferencia tecnológica, que ha supuesto la no rentabilidad de estas actuaciones por no utilizar los medios adecuados.
- Sistema fiscal que no ha considerado este tipo de tratamientos de mejora en las masas y su coste a la hora de la tributación por los bienes forestales.
- Importantes daños a las masas forestales debido a los incendios, hecho que inhibe la posible inversión por parte del propietario en tratamientos de mejora.
- Falta de personal cualificado.

Esta última causa, la de falta de personal cualificado, se ha convertido en uno de los mayores problemas con los que se viene encontrando el sector forestal gallego en los últimos años, ello ha forzado a que una gran parte de los empresarios de la madera, especializados en repoblaciones y tratamientos silvícolas en Galicia hayan tenido que realizar la contratación de su personal fuera de nuestras fronteras, contratando mano de obra inmigrante procedente sobre todo de los denominados países de la Europa del Este o del Magreb.

El abandono del medio rural de la población activa en dirección de los grandes núcleos urbanos de población, y la dureza de los trabajos de índole forestal, pueden considerarse las principales razones por las que se ha llegado a esta situación.

Considerando todas estas circunstancias, parece lógico considerar que la investigación en lo que se refiere al uso de maquinaria forestal, que pueda sustituir o reducir el trabajo manual en los aprovechamientos forestales, es uno de los aspectos de más interés en estos momentos.

Del mismo modo, los grandes beneficios que para las masas de pino puede suponer la realización de claras incita también al estudio de la rentabilidad de estas actuaciones.

Los principales beneficios que recaen sobre las masas y a los que se ha hecho referencia con anterioridad, se pueden resumir a continuación:

- Saneamiento de las masas, mantenimiento del vigor y erradicación de agentes patógenos gracias a la selección de los mejores pies.
- Mejora genética de las masas debido a ese tipo de selección, aspecto muy importante si se considera la regeneración natural.
- Mejora en las características tecnológicas del arbolado, al ser retirados los pies mal conformados.

- Incremento del crecimiento en diámetro, que además se concentrará en los mejores pies.
- Obtención de rentas antes del final del turno por la venta de madera que provenga de claras.
- Disminución del riesgo de incendios por la retirada de combustible y de la continuidad de este.

Material y métodos

El estudio se realizó sobre tres masas de pino procedentes de repoblación, dos de *Pinus sylvestris*, L. y una de *Pinus radiata*, situadas en la provincia de Lugo y en el Distrito VII de Galicia, y donde se realizaba la primera clara.

Las características de las zonas objeto de estudio se exponen en la Tabla 1 que aparece a continuación:

Tabla 1 - Características de las zonas de estudio

Aprovechamiento (A)	Término Municipal	Especie	Edad años	Pte (%)
1	As Nogais	P.silvestre	46	<10
2	Baralla	P.radiata	20	25
3	A fonsagrada	P.silvestre	48	<10

Todos los montes objeto de aprovechamiento fueron adjudicados directamente a FINSA, que realizó la corta sólo del último monte y subcontrató a dos empresas de aprovechamientos los otros dos montes.

Todas las cortas se realizaron de forma totalmente mecanizada con el sistema de madera corta clasificada en monte para sierra (diámetro en punta delgada mayor de 15 cm) y para trituración el resto.

Las características de las máquinas estudiadas se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2 - Características de las cosechadoras utilizadas en la ejecución de las claras

A	Modelo	Potencia CV	AÑOS	Operario	Edad	Experiencia
1	VALMET 901	140	1	Fijo	37	3 meses
2	VALMET 840	170	0,6	Fijo con primas por productividad	23	6 meses
3	TECFORN M	130	18	Fijo	26	8 años

La metodología de estudio consistió en:

- 1.- La evaluación de las características dasométricas del monte y de la clara mediante el inventario de 4 parcelas de 40 x 40 m², en el que se hacía un conteo diamétrico de los pies de la masa antes y después de la corta. Se seleccionan 4 árboles muestra en la esquina de cada parcela y se mide en ellos la altura, el diámetro y el espesor de corteza.
- 2.- Se realiza un estudio de tiempos mediante cronometraje discontinuo en el que se registra cada minuto la operación elemental que realizan las máquinas, contabilizando de forma continua el número de pies elaborados y el número de pilas extraídas por el autocargador. Este cronometraje se realiza durante al menos 3 días completos para el medio de elaboración y otros 3 para el medio de saca. Posteriormente se determina el rendimiento y el coste a partir de estos datos.

3.- Se realiza una evaluación de la calidad de la corta:

Los criterios para evaluar la calidad de la ejecución de la corta realizada por la cosechadora se exponen en la Tabla 3.

Tabla 3 - Criterios para evaluar la calidad de ejecución de la corta con cosechadora

CRITERIO	ASPECTO QUE EVALUA	Factores a evaluar
Criterio primero	La correcta disposición de los restos de corta.	Volumen de restos de corta que no se sitúan en el centro de las calles
Criterio segundo	La adecuación de la selección de los pies a extraer.	Selección de fustes acorde al pliego de condiciones
Criterio tercero	La altura de los tocones después de la corta.	Altura máxima media de los tocones
Criterio cuarto	Los daños al arbolado que permanece en monte.	Porcentaje de heridas en los árboles que quedan en pie
Criterio quinto	La conformación y disposición de las pilas.	Grado de dispersión de las trozas en la pila Ángulo máximo que formen entre si los ejes longitudinales de las trozas que forma la pila Alienación de trestas de las trozas de la pila

Para ello, en cada explotación, se asigna una puntuación a cada criterio enunciado en el cuadro anterior. La puntuación establecida para todos los criterios será la siguiente:

Tabla 4 - Puntuación asignada a cada criterio

Puntuación	Calidad de ejecución de los trabajos
1	MALA
2	REGULAR
3	BUENA
4	MUY BUENA

Dentro de los factores a evaluar la puntuación se determina acorde a la Tabla 5.

Tabla 5 - Valores de los factores considerados para evaluar la calidad de ejecución de la corta

<u>Factor a evaluar</u>	<u>Cuadro de puntuaciones</u>	<u>Puntuación</u>
Disposición de restos de corta en la calle	Mas de un 15% de los restos de corta no se disponen en el centro de la calle	1
	Entre un 10 y un 15% de los restos de corta no se disponen en el centro de la calle	2
	Entre un 5 y un 10% de los restos de corta no se disponen en el centro de la calle	3
	Menos del 5% de los restos de corta no se disponen en el centro de la calle	4
Selección de pies adecuados	Cortas que no se ajustan a los pliegos de condiciones establecidos.	1
	Cortas que se ajustan mal a los pliegos de condiciones establecidos.	2
	Cortas que se ajustan regularmente a los pliegos de condiciones establecidos.	3
	Cortas que se ajustan perfectamente a los pliegos de condiciones establecidos.	4
Altura máxima media de los tocones	Altura máxima media de los tocones superior a 25 cm.	1
	Altura máxima media de los tocones situada entre 20 y 25 cm.	2
	Altura máxima media de los tocones situada entre 15 y 20 cm.	3
	Altura máxima media de los tocones inferior a 15 cm.	4

Tabla 5 – Cont.

<u>Factor a evaluar</u>	<u>Cuadro de puntuaciones</u>	<u>Puntuación</u>
Heridas al arbolado residual	Más del 20% de los árboles presentan heridas a la altura del cambium.	1
	Entre el 10% y el 20% de los árboles presentan heridas a la altura del cambium.	2
	Entre el 5% y el 10% de los árboles presentan heridas a la altura del cambium.	3
	Menos del 5% de los árboles presentan heridas a la altura del cambium.	4
Formación de pilas	Más del 50% de las trozas de la pila se encuentran dispersas, el ángulo máximo de los ejes longitudinales de las trozas que forman la pila rebasa los 45° y la diferencia de alineación de las testas de las trozas supera los 40 centímetros.	1
	Entre el 30% y el 50% de las trozas de la pila se encuentran dispersas, el ángulo máximo de los ejes longitudinales de las trozas que forman la pila se encuentra entre los 30° y los 45° y la diferencia de alineación de las testas de las trozas se encuentra entre los 30 y los 40 centímetros.	2
	Entre el 10% y el 30% de las trozas de la pila se encuentran dispersas, el ángulo máximo de los ejes longitudinales de las trozas que forman la pila se encuentra entre los 15° y los 30° y la diferencia de alineación de las testas de las trozas se encuentra entre los 20 y los 30 centímetros.	3
	Menos del 10% de las trozas de la pila se encuentran dispersas, el ángulo máximo de los ejes longitudinales de las trozas que forman la pila no rebasa los 15° y la diferencia de alineación de las testas de las trozas no supera los 20 centímetros.	4

Resultados

Los resultados de la caracterización dasométrica del monte son los que aparecen en la Tabla 6.

Tabla 6 - Caracterización dasométrica de los montes objeto de estudio

Aprovechamiento	Hm (m)	No (pies/ha)	Next (pies/ha)	Next (%)	ABext (%)	Vext (m ³ /ha)	Vext (%)	Vu (m ³)
1	16,2	957	374	39,1	34,2	101,2	33,5	0,27
2	17	1604	938	58,5	50,92	102,3	4 9,5	0,11
3	13,5	1265	516	40,8	27,6	58,2	25,5	0,11

Los rendimientos obtenidos de la cosechadora y la calidad en la ejecución de la corta se recogen en la Tabla 7.

Tabla 7 - Rendimientos de las operaciones manuales y mecanizadas y costes de la elaboración mecanizada

Aprov.	Rendimiento cosechadora (m ³ /htrabajo)	Rendimiento en la elaboración manual* (m ³ /htrabajo)	Coste unitario de la elaboración mecanizada
1	6,05	---	4,86
2	8,60	2,05	3,42
3	7,22	2,71	4,07

Coste horario de la cosechadora = 29,42 euro/h

* Estimado a partir de las ecuaciones de tiempo de elaboración manual de madera corta de Ambrosio, Y. 2003.

La clasificación final del aprovechamiento desde el punto de vista de su calidad de ejecución en lo que a los trabajos con cosechadoras forestales respecta aparece recogida en la Tabla 8.

Tabla 8 - Resultados de calidad en la ejecución de las claras en los tres aprovechamientos.

<i>APROVECHAMIENTO</i>	<i>CRITERIO</i>	<i>PUNTUACIÓN</i>
1º	PRIMERO	3
1º	SEGUNDO	3
1º	TERCERO	2
1º	CUARTO	2
1º	QUINTO	3
1º	SEXTO	2
1º	CLASIFICACIÓN FINAL	<u>Entre regular y buena.</u>
<i>APROVECHAMIENTO</i>	<i>CRITERIO</i>	<i>PUNTUACIÓN</i>
2º	PRIMERO	2
2º	SEGUNDO	1
2º	TERCERO	2
2º	CUARTO	1
2º	QUINTO	1
2º	SEXTO	3
2º	CLASIFICACIÓN FINAL	<u>Entre mala y regular.</u>
<i>APROVECHAMIENTO</i>	<i>CRITERIO</i>	<i>PUNTUACIÓN</i>
3º	PRIMERO	3
3º	SEGUNDO	4
3º	TERCERO	3
3º	CUARTO	4
3º	QUINTO	3
3º	SEXTO	4
3º	CLASIFICACIÓN FINAL	<u>Entre buena y muy buena</u>

Conclusiones

Las conclusiones que se deducen de los resultados obtenidos en este estudio son las siguientes:

- Los rendimientos de la cosechadora en este tipo de cortas son entre 2,7 y 4,2 veces mayores que en cortas manuales
- Los costes de elaboración con cosechadora son adecuados para no hipotecar la rentabilidad de una corta de este tipo.
- Las primas por productividad parecen haber tenido repercusión en el rendimiento del segundo aprovechamiento (con peor volumen unitario y peores condiciones fisiográficas).
- La mala calidad en el trabajo del segundo aprovechamiento puede estar relacionada con las peores condiciones fisiográficas y con el pago de primas por productividad.

Bibliografía

- AMBROSIO, Y. 2003. *Modelos de tiempos, rendimientos y costes de las operaciones semi-mecanizadas de aprovechamientos de claras de masas de Pinus sylvestris L.* Tesis doctoral. No publicada.
- BJOHERDEN, R.,1995. *Forest Work Study. Nomenclature.* IUFRO WP 3.04.02. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Operational Efficiency. Garpenberg, Suecia.
- CTBA, 1997: *Informe Final de la Acción Concertada Europea AIR3-CT94-2097*, "Harmonisation of ongoing European research in the field of harvesting operations and optimisation of harvesting methods regarding environmental and economic constraints". 10 pp + 128 pp. Anexos.
- FAO, 1992. "Cost Control in forest harvesting and road construction". *FAO Forestry Paper* nº99. 106 pp.
- MADRIGAL A., 1998. Problemática de la ordenación de masas artificiales en España. En Actas de la reunión "Ordenación de masas procedentes de repoblación". *Cuadernos de la S.E.C.F.* (6), pp. 13-20.
- ARENAS, S.G. Y ROJO A. (1999) Cortas de mejora en repoblaciones de *Pinus Sylvestris L.* de la comarca Montaña de Lugo. En *Jornadas sobre cortas de mejora de las masas: silvicultura, aprovechamientos y comercialización de los productos.* Fundación Conde del Valle Salazar. 61-70.
- TOLOSANA E; AMBROSIO Y.; VIGNOTE S.; 2.002 Rendimientos, costes y efectos ambientales de las claras mecanizadas sobre repoblaciones de *Pinus sylvestris l.* en España. Investigación Agraria. *Sistemas y recursos forestales.* Vol 11(1)
- Vignote, S.; Tolosana, E.; Ambrosio, Y.; Bedón, V.; González, I.; Sardomil, E.; Vivar, A.; Blanco, A.; Pajares, J.; Martínez, P.; Rojo, A.; Torre, M.; y Montero, G. (2001 a). *Manual de gestión forestal sostenible de las primeras claras sobre repoblaciones de coníferas.* AITIM. Madrid. 29 p.
- Vignote, S.; Tolosana, E.; Ambrosio, Y.; Bedón, V.; González, I.; Sardomil, E.; Vivar, A.; Blanco, A.; Pajares, J.; Martínez, P.; Rojo, A.; Torre, M.; y Montero, G. (2001b). *Manual para la ejecución del aprovechamiento maderero en primeras claras sobre repoblaciones de coníferas.* AITIM. Madrid. 52 p.