

Posibilidades del aprovechamiento mecanizado de piña.

Pablo Martínez Zurimendi, Rosario Sierra de Grado.

Universidad de Valladolid. ETSIA. Dpto. Prod. Veg. y Recursos Forestales. mzurimen@pvs.uva.es

La recolección mecanizada de pino piñonero lleva empleándose en Italia más de treinta años. Se lleva a cabo en el 60-70% de las 20 000 ha de pinares de ese país. Hay muy poca diferencia entre la recolección manual y mecanizada en cuanto a producción de piñas y piñones, crecimiento de madera y estabilidad de las plantas (Peruzzi *et al.*, 1989a, 1989b, Bonari 1980). Conforme pasan los años las plantas vibradas con asiduidad se desarrollan menos en altura y crecen más en diámetro que las plantas que se cosechan a mano. La pérdida de flores es más alta con la cosecha mecánica, y se recogen menos piñas por planta, pero su peso es mayor así que no hay diferencias significativas en cuanto a la producción de piñón. La recolección mecánica es generalmente admitida en toda Italia, excepto en algunos parques naturales donde se limita la aplicación de vibraciones, debido a la decisión política de respetar los prejuicios contra las máquinas.

La recolección mecanizada de piñón es usual desde hace años en Portugal (Pinheiro *et al.*, 2003) y desde el 2000 en España y concretamente en Castilla y León (Martínez –Zurimendi, 2003). Los motivos de su introducción son la escasez de piñeros que lleven a cabo la recolección, los elevados salarios que cobran y las condiciones de seguridad inaceptables en que desarrollan su trabajo.

Organización del trabajo y rendimientos

La organización del aprovechamiento mecanizado es sencilla, la máquina se mueve trabajando en bandas de terreno de 20 a 30 m de anchura (de Torre, 2001), batiendo toda la superficie del rodal en el que está trabajando, o florea buscando los árboles más cargados de piña (Rubio 2002). Va dirigida por un guía, que le indica el árbol a vibrar (los árboles que se ven sin piñas no se vibran), le dirige en las maniobras comprometidas y le dice si debe insistir en la vibración del árbol o parar.

Tras la máquina va un grupo de recolectores, que recogen la piña del suelo, y la llevan en cuévanos o cestos hasta vehículos con caja, pala o remolque para el traslado de la piña.

El tiempo de trabajo productivo (TTP) por jornada es del 78%, (de Torre, 2002) aunque se espera que descienda hasta el 69% según envejezca la máquina.-.El tiempo de trabajo productivo por árbol, para un maquinista profesional, es 30,26 segundos. De los cuales se dedican al vibrado 5,67 s, y 24,49 s se dedican a labores complementarias (desplazamiento, posicionado,...).

De todas las tareas que forman el ciclo productivo, únicamente el desplazamiento tiene una relación directa con el tipo de masa en la que se está trabajando (densidad de pies, obstáculos al movimiento, pendiente).

El rendimiento medio medido en los montes estudiados es de 793,44 kg de piñas apeadas (esta cantidad depende de la cosecha de ese año) y 121,14 árboles vibrados por 1 hora de trabajo productivo. Con un coeficiente de variación del 16%, que indica que la máquina es muy constante en su trabajo, al menos en los montes estudiados.

El rendimiento del apeo mecanizado es entre 8 y 15 veces superior al apeo manual respecto del número de árboles aprovechados. Y entre 5 y 6 veces

mayor respecto de la cantidad de piña obtenida, esta diferencia es debida a que el apeo tradicional es mucho más selectivo, aprovechan árboles más cargados de piña.

Los rendimientos se refieren a la máquina SICOM-200, actualmente prohibida en los montes públicos de la provincia de Valladolid. Se caracteriza, por exceso de peso, gran cantidad de daños directos, y por tener una alta eficacia de vibrado. Del 86% en árboles de gran porte y copa amplia (apea el 86% de la piña de los árboles), y del 94% en árboles de menor porte y copa (Pérez-Domingo, 2001). Esta gran eficacia no se corresponde con lo observado en otras máquinas, en lo referente a los árboles de porte grande.

El coste del apeo en los montes estudiados en la campaña 2000-2001, ha sido de 0,05 euros/kg de piña apeada en el método mecánico y de 0,16 euros/kg de piña apeada con el método tradicional

Se obtiene una relación del 80% entre desplazamientos y densidad de la masa en pinos por ha (de Torre, 2001). La expresión de dicha relación es la siguiente:

$$\text{Desplazamiento (s/árbol)} = 1 / (0,0132056 + 0,00048698 \times \text{Densidad})$$

Lo cual nos da idea del tiempo requerido por ciclo pues los desplazamientos ocupan entre un 40 y un 50% del Tiempo de Trabajo Productivo.

Daños a los pies

Los daños a los pies han sido más numerosos en los aprovechamientos manuales que en los mecánicos, en ensayos realizados en la campaña 2001-02 (Figura 2) Esto se debe a dos factores, primero a que los pies aprovechados manualmente estaban muy cargados de piña, y los piñeros trabajaron mucho tiempo sobre ellos produciendo más daños de los usuales (Rubio, 2002). Y segundo, la fuerza de vibración de la máquina usada en los ensayos de la campaña 2001-2002 es pequeña y eso ha minorado los daños de la vibración. En ambos casos la media de los daños totales estuvo por debajo de 1 daño por pie, límite impuesto por la administración forestal (Figura 3). Existe relación entre el número de daños que sufre un árbol y su tamaño. Los daños realizados por las máquinas más pesadas y potentes son muy superiores (Martínez Zurimendi et al., 2003).

En los cuatro tipos de máquinas estudiados en la provincia de Valladolid en seguimiento de trabajo real, fuera de las condiciones controladas de un ensayo, se ha encontrado que los daños no son admisibles, porque superan la unidad por árbol. Sin embargo, entre ellas hay diferencias considerables: en la Volvo y el John Deere (Figura 7), los daños rozan la unidad, y por tanto, están en el límite de lo aceptable, mientras que el Zetor y la Manitou se alejan bastante, pero en estos dos casos, lo que más se tira son ramillas y guías atacadas, y menor proporción de guías sanas. Las chotas y perinolas (Figura 1, Figura 8)) caen en poca cantidad porque los brotes terminales se rompen por el último crecimiento, que no tiene ni chotas ni perindolas.

La marca que deja la pinza en la corteza es un daño evitable, y los árboles que han quedado marcados ha sido porque el maquinista apretó demasiado el fuste con la pinza.

Analizando la copa de los árboles desde una plataforma elevadora (Rubio, 2002), se descubrió que parte de las guías rotas por la vibración quedaban prendidas de la copa, de modo que no eran evaluables desde el

suelo. Se estima que pueden ser entre un cuarto y un tercio del total, al no recogerse datos precisos.

No se observan guías rotas en el centro de las copas de los pinos aprovechados a mano, a pesar que las guías rotas contadas en suelo hayan sido muy numerosas. Las guías rotas en el aprovechamiento manual generalmente dañan poco al desarrollo vertical del pino (no afectan a las guías centrales).

La vibración influye más sobre las guías del centro de la copa, las encargadas del crecimiento longitudinal del árbol. Estos daños a las guías centrales tienen distinta implicación, según el árbol tenga o no dominancia apical y esté o no coronado en altura.

Las guías rotas en árboles con dominancia apical son ligeramente superiores en número, que las guías rotas al conjunto de los pinos. Esto es debido a que tienen una estructura más “axial” que hace que la vibración que reciban las guías sea más fuerte o directa.

El número de pies con dominancia apical y guía principal rota es de un 3 %, la importancia de estos daños a medio y largo plazo dependerá de cómo se repartan los daños en la masa en las sucesivas campañas, y de la frecuencia de aprovechamiento mecanizado que sufran estos pinos(Figura 4).

Daños a los pies menores y a la vegetación acompañante.

Los daños a la vegetación acompañante son similares a los que produce cualquier otra máquina pesada que trabaje en el monte. Son menores cuando la máquina es articulada

Los pies menores, son respetados por los piñeros de forma celosa, como símbolo de la continuidad de su trabajo, mientras que los daños a resalvos de quercíneas de tamaño similar se produjeron de forma habitual. Esta destrucción de pies resalvados afecta negativamente a la estructura que se busca en los montes..

Los daños edáficos de los aprovechamientos con máquinas de más de 4 t por eje son importantes y permanecen visibles mucho tiempo. El suelo calizo recibe mucho daño si se encuentra húmedo, pero el daño es muy ligero si esta seco. En el sustrato arenoso las huellas siempre quedan más marcadas, aumentando los daños si está muy seco o muy húmedo. El análisis de los daños generados por todas las máquinas que trabajaron en la provincia en la temporada 2001-02 reveló una relación entre el peso de la máquina y la profundidad de las rodadas, como era previsible (Torres, 2002)

Parece haber una relación lógica entre el número de pies a vibrar por superficie y el área pisada por la máquina. Los daños edáficos del aprovechamiento mecanizado son bastante superiores a los producidos por el aprovechamiento manual(Figuras 5 y 6).

Efectos de la vibración durante heladas

Comparando los impactos de vibración con helada y sin helada se ha determinado que en la vibración con helada ha habido mayor número de daños, siendo significativamente diferentes el número de guías sanas, ramillas y perindolas caídas.

No ha sido posible encontrar un ajuste de la nube de puntos que relacionan el número de daños con la temperatura, sin embargo, sí se han encontrado diferencias entre la temperatura a la cual un árbol sufrió daño y a la que no, siendo vibrado con temperaturas inferiores a cero grados centígrados,

siendo menor la temperatura en el caso de árboles que sufrieron algún tipo de daño.

Previsiones de la utilización de máquinas vibradoras en los montes de la provincia de Valladolid y de las zonas en que se debe limitar su aprovechamiento.

Mediante la aplicación del programa BASIFOR se analizaron las masas de *Pinus pinea* L., de la Meseta Norte, para determinar la superficie que presenta condiciones adecuadas para la recolección mecanizada, y establecer una clasificación de las causas que provocan la restricción de esta (Escalera, 2005; Zurimendi *et al.*, 2006). Se analizaron las condiciones orográficas y los daños que podrían ocasionarse por la maquinaria en la masa forestal, incluyendo los efectos en las especies acompañantes de especial interés ecológico y en el regenerado, además de la influencia del matorral en el proceso. Se determinó que el 62 % de la superficie estudiada presenta condiciones aptas para aplicar el método mecanizado, sin otras restricciones que el correcto uso de las máquinas. El 38 % restante quedará excluido de la mecanización del apeo de piña. Las causas de la restricción serán:

- condiciones orográficas incompatibles con la mecanización 4,5 %;
- presencia excesiva de matorral de elevadas dimensiones 1,1 %;
- protección de especies acompañantes de especial interés ecológico 23 %;
- protección de regenerado de piñonero en las masas en que se busca la regeneración natural del mismo 9,5 %.

La presencia de regenerado de piñonero excluirá el aprovechamiento mecanizado en aquellos tramos en que se busca la regeneración natural durante ese periodo de regeneración.

Efectos sobre el vigor de los árboles

Se analizaron (Álvarez, 2002) los efectos producidos por el vibrado mecánico en tres montes de Valladolid, midiendo el tamaño de los brotes y la presencia de plagas en la cima de la copa de los árboles. Se compararon crecimientos, presencia de plagas de debilidad y porcentaje de defoliación, en árboles de parcelas apeadas a mano y en árboles de parcelas apeadas mecánicamente. El crecimiento medio de los brotes en parcelas apeadas manualmente fue 19,31% superior que en las apeadas con máquina. *Rhyacionia buoliana* estuvo presente en las parcelas jóvenes y nunca en las de arbolado adulto, independientemente de que hubieran sido vibradas o no. *Tomicus piniperda* se detectó muy escasa, sólo en las parcelas de apeo mecanizado. *Thaumetopoea pityocampa* afectó mayor porcentaje de pies en las parcelas de apeo manual. Los porcentajes de defoliación fueron bajos en todas las parcelas, vibradas o no.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Illera, J.(2002) *Estudio de los efectos del vibrado del pino piñonero (Pinus pinea L.) para la recaudación de piña y en el vigor de los árboles: densidad de copa, crecimiento de guías y parásitos de debilidad*. E.T.S.II.AA. de Palencia.
- Bonari, E., Bagliacca, M., Cionei, D., Senesi, G. (1980). Recogida de piñones con máquinas vibradoras. *Grupo periodístico Edagriolo*. In. *Máquinas y motores agrícolas*. Año XXXVIII-nº 12.

- Escalera Polanco, F.(2005) *Aplicación de los resultados del II Inventario Forestal Nacional para la caracterización Silvícola de las masas de pino piñonero de la Región de procedencia Meseta Norte, evaluando las posibilidades del aprovechamiento mecanizado de piña*. E.T.S.II.AA. de Palencia.
- Herrero Cabrejas, J. (2000). *Estudio y análisis de tiempos en la recogida de piña en la provincia de Valladolid*. E.T.S.II.AA. de Palencia.
- Martínez-Zurimendi, P.; González Herrero, F.; Pérez Domingo, F.; Rubio Torres, P.; Gordo Alonso, J.; Finat Gómez, L.; San Martín Fernández, R.; Sierra De Grado, R. (2003): Apeo mecanizado de piña de pino piñonero (*Pinus pinea* L.). Impacto sobre el arbolado y sobre las cosechas futuras. En *1^{er} Congreso de Agroingeniería*. Publicado en los abstracts del congreso, pp177, 178. y en formato CD la comunicación completa Pp. 456-460. 24/9/2003. Córdoba.
- Martínez-Zurimendi, P.; Escalera Polanco, F. A.; Domínguez Domínguez, M.; Sierra de Grado, R. (2006) Evaluación de las posibilidades del aprovechamiento mecanizado de piña en la Meseta norte mediante la aplicación de los resultados del II Inventario Forestal Nacional. *Congreso Forestal: desarrollo forestal y desarrollo rural*. 9 al 11 de octubre de 2006. Burgos.
- Pérez Domingo, F. de la Torre Barrio, B.; Sanz Fernández, L. García-Jiménez Reder, C.; Gordo Alonso, J.; Finat Gómez, L.; Martínez zurimendi, P.; Sierra de Grado, R. Pando Fernández, V.; San Martín González, R.; González Herrero, F.; Cárcel Cárcel, L. M.; 2001). *Seguimiento del ensayo de recogida de mecanizada de piña de Pinus pinea L. en tres montes del catálogo de U.P. de la provincia de Valladolid*. Servicio territorial de medio ambiente de la Junta de Castilla y León de Valladolid, E.T.S.II.AA. de Palencia. Informe interno.
- Peruzzi, A.; Mazzoncini, M.; Ciomei, D. Seesi, G. (1989A). Meccanizzazione delle operazioni di raccolta degli strobili di pino domestico (*Pinus pinea* L.). Nota 1- Macchine e attrezzature, cantieri e organizzaaazione del lavoro. *Ingegneria Agraria*. Anno XX-nº 3.
- Peruzzi, A.; Mazzoncini, M.; Ciomei, D. Seesi, G. (1989B). Meccanizzazione delle operazioni di raccolta degli strobili di pino domestico (*Pinus pinea* L.). Nota 2- Risultati produttivi e primi valutazioni degli effetti delle vibrazioni sulle piante. *Ingegneria Agraria*. Anno XX-nº 4.
- Pinheiro, A. C., Peça, J. O., Gonçalves, A. C., Ribeiro, N.A., Vacas De Carvalho, M. A., Gomes, J. A., Saraiva Dias,S. Barriguinha, A. F., Reynolds De Souza, D. 2003. The use of an multi-directional trunk shaker in the mechanical harvesting of pine cones. *XXII IUFRO World congress Forest* p138 .
- Rubio Torres, P. (2002). *Estudio de los daños provocados en el apeo mecanizado de Pinus pinea L. En tres pinares de la provincia de Valladolid*. E.T.S.II.AA. DE Palencia.
- Sanz Fernández, L. (2001). *Estudio del impacto ocasionado por el aprovechamiento mecanizado de piña en distintos montes de la provincia de Valladolid*. E.T.S.II.AA. de Palencia.

Torre Barrio (De La), B. (2001). *Estudio y análisis de tiempos en la recogida mecanizada de piñas*. E.T.S.II.AA. de Palencia.

Torres González, M. J. (2002) *Efectos de la maquinaria empleada en la recolección mecanizada de piña y efectos de la vibración durante heladas en dieciséis montes de la provincia de Valladolid (campaña 2001/2002)*. E.T.S.II.AA. de Palencia.



Figura 1. Ramilla derribada en comparación con piña madura: presenta chota (extremo del ramillo) y perinola (cerca de la base)



Figura 2. Máquina utilizada en la campaña 2002

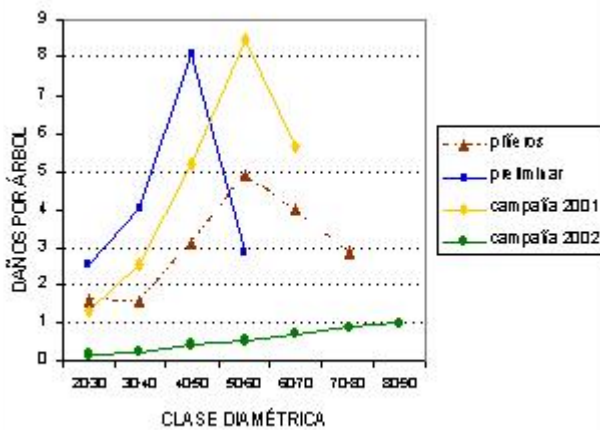


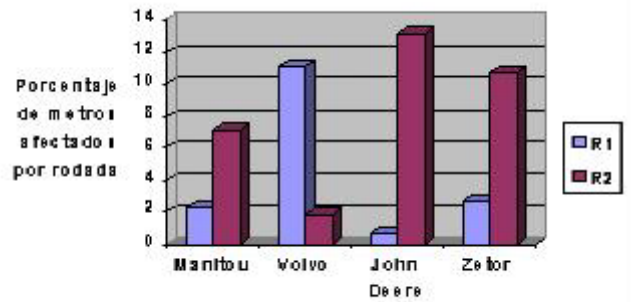
Figura 3. Daños medios por árbol en el aprovechamiento manual y en los ensayos de de aprovechamiento mecanizado.



Figura 4.- Presencia o ausencia de guías rotas en la copa del árbol.



Figura 5.- Roderas causadas por la máquina el primer año



R1: Rodada de profundidad inferior a dos centímetros. R2: Rodada de profundidad entre dos y ocho centímetros

Figura 6.- Rodadas provocadas por cada máquina. .



Figura 7.- Tractor agrícola preparado para accionar la pinza vibradora montada sobre la pala, y con una bomba hidráulica en la parte posterior.

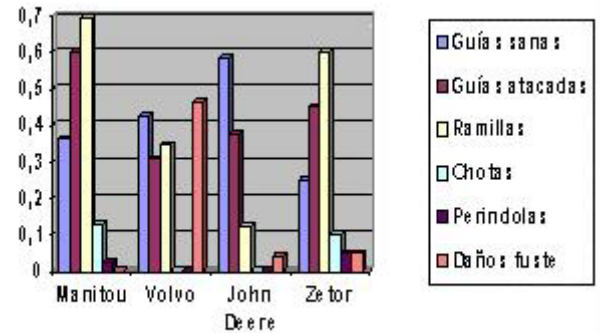


Figura 8.- Daños ocasionados a los árboles en diferentes montes