

Silvicultura de rotación corta: un complemento de la silvicultura «convencional»

L. Christersson y K. Verma

Las plantaciones sostenibles de alta densidad de especies arbóreas de crecimiento rápido brindan oportunidades tanto a los países desarrollados como a los países en desarrollo.

La falta de madera, en particular la destinada a las industrias forestales en los países desarrollados y a combustible en los países en desarrollo, es habitual en muchas partes. Un mayor recurso a la silvicultura de rotación corta en tierras agrícolas y en suelos forestales fértiles podría ser una forma de proporcionar recursos suficientes a las industrias forestales y combustible suficiente a la población del mundo en desarrollo conservando al mismo tiempo los bosques naturales (Christersson, 2005).

En el presente artículo se entiende por silvicultura de rotación corta la práctica silvícola con arreglo a la cual las plantaciones sostenibles de alta densidad de especies arbóreas de crecimiento rápido producen biomasa leñosa en tierras agrícolas o en tierras forestales fértiles pero degradadas. Los árboles son cultivados como especies únicas o como parte de un sistema de monte bajo, con un período de rotación inferior a 30 años y una producción anual de madera de 10 toneladas de materia seca o 25 m³ por hectárea, como mínimo. Esta práctica debería permitir un aprovechamiento ecológico y económicamente óptimo de los recursos naturales mediante la aplicación de conocimientos biológicos y físicos tanto teóricos como prácticos (Landsberg *et al.*, 1997). La biomasa producida se utiliza en la construcción, la fabricación de pasta y papel, la producción de forraje y la generación de energía. La madera procedente de la silvicultura de rotación corta puede sustituir a la extraída de bosques tropicales y de zonas forestales protegidas y contribuir de ese modo a la conservación de valiosos bosques naturales para las generaciones futuras.

En la denominada silvicultura «con-

vencional» del hemisferio norte no se aprovecha plenamente el potencial de crecimiento de las especies arbóreas por diversas razones, como las dificultades económicas y ecológicas para crear condiciones óptimas de agua y nutrientes, la competencia de las plantas herbáceas y otras especies arbóreas y los daños bióticos y abióticos. La silvicultura de rotación excluye el mayor número posible de factores restrictivos. Con frecuencia se recurre al riego y la fertilización, pero de una manera ecológica y económicamente racional. Se procede a la escarda de las plantaciones y a la eliminación de las especies arbóreas competidoras. Se plantan especies, procedencias y clones que hacen un uso eficiente del agua o son muy resistentes a heladas, insectos, hongos y bacterias. El cercado impide que los animales ramoneen. Las plantaciones son objeto de explotación cuando la tasa anual de crecimiento deja de ser superior al incremento anual medio.

En el presente artículo se resumen las observaciones formuladas en una sesión sobre «Producción maderera en la agrosilvicultura y en los sistemas forestales de rotación corta: sinergias para el desarrollo» del XXII Congreso Mundial de la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO), celebrado en Brisbane (Australia) en agosto de 2005. En él se describen casos en los que se suprimió el mayor número posible de factores restrictivos para conseguir la máxima tasa de crecimiento de los árboles, demostrando la capacidad potencial de esta práctica. Se citan ejemplos relativos a plantaciones de álamos en los Estados Unidos, el Canadá y la India, de sauces en Suecia, de bambú en China y Etiopía y de eucaliptos en Australia y el Brasil. Ejemplos tomados

Lars Christersson pertenece al Departamento de Silvicultura de Rotación Corta, Facultad de Silvicultura de la Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas, Uppsala (Suecia).
Kartar Verma trabaja en la Facultad de Silvicultura de la Universidad Dr Y.S. Parmar de Horticultura y Silvicultura, Nauni, Solan, Himachal Pradesh (India).



En Australia, la silvicultura de rotación corta se utiliza para rebajar el elevado nivel de la capa freática salina, que impide el cultivo de todo tipo de vegetación

de otros países muestran las grandes oportunidades que existen para practicar la silvicultura de rotación corta.

EJEMPLOS DE PAÍSES DESARROLLADOS

Plantaciones de álamos híbridos en América del Norte

En el Canadá y los Estados Unidos se ha aprovechado el notable potencial de crecimiento de *Populus trichocarpa* y *Populus deltoides* cultivando hasta cierto punto ejemplares puros de estas especies, pero sobre todo híbridos de ambas (Dickmann *et al.*, 2001). También se han introducido híbridos de otras especies de álamos procedentes de Europa y el Japón (Steenackers, 1990). En el Canadá y los Estados Unidos, la mayor parte de las plantaciones comerciales de álamos empezaron a establecerse en el decenio de 1980. El espaciamiento varía de 2 × 2 a 3 × 3 m y el período de rotación de seis a siete años. La mayoría de las plantaciones están ubicadas en las provincias de Alberta y la Columbia Británica en el Canadá y en el valle del Misisipí y el estado de Washington en los Estados Unidos. La producción anual está comprendida entre 10 y 15 toneladas por hectárea (Stanton *et al.*, 2002). Incluso en la región semidesértica cercana al río Columbia, las plantaciones de álamos híbridos regadas y fertilizadas tienen una producción anual de 15 a 20 toneladas por hectárea (Heilman y Stettler, 1985). Al principio, los álamos se utilizaban para fabricar papel y pasta, pero en algunas plantaciones con rotaciones más largas y espaciamiento

más amplio (acompañados a veces de aclareo), algunas empresas los utilizan actualmente para obtener madera y para fabricar tabiques, cajas de fruta y muebles.

Plantaciones de eucaliptos de regadío en Australia

En la tierra de origen de este género, las plantaciones de especies de eucaliptos de regadío han mostrado un auténtico potencial de crecimiento. Según se informa, en experimentos realizados en plantaciones de especies de eucaliptos cuidadosamente seleccionadas por su rápido crecimiento, regadas con aguas residuales urbanas e industriales, se ha obtenido una producción anual superior a 40 toneladas de materia seca por hectárea en la región sudoriental de Australia (Baker, Duncan y Stackpole, 2005).

En muchas partes de esa región, la capa freática salina se ha elevado como consecuencia de la sustitución de los bosques por cultivos agrícolas. Se han plantado en tierras agrícolas fajas de especies de eucaliptos cuidadosamente seleccionadas, profundamente enraizadas, resistentes a la salinidad y de rápido crecimiento, con un espaciamiento de 6 a 10 m en filas con una separación de 50 a 100 m, con el fin de rebajar la capa freática lo suficiente para poder practicar con éxito la agricultura (Wildy *et al.*, 2000). La producción total de biomasa aérea, incluidas las hojas, de unas 10 toneladas anuales por hectárea, se utiliza para producir carbón vegetal, aceite de eucalipto y energía.

Silvicultura con fines de producción de energía en Suecia

A raíz de las crisis del petróleo de 1973 y 1979, se desarrolló en Suecia la silvicultura con fines de producción de energía, basada en plantaciones de rotación corta de especies e híbridos de *Salix* cuidadosamente seleccionados en sistemas de monte bajo para obtener biomasa destinada a la producción de energía (Sirén *et al.*, 1983). Entre los factores que permitieron introducir con éxito este tipo de silvicultura de rotación corta para sustituir a los combustibles fósiles cabe citar la existencia de sistemas de calefacción bien desarrollados en casi todas las ciudades y aldeas y el uso ya generalizado de la dendroenergía en Suecia (hasta el 20 por ciento de la energía total). Otros factores importantes fueron la producción agrícola excedentaria, que dejó tierras disponibles para las plantaciones forestales, el alto costo del petróleo y el gas importados y la preocupación por el efecto invernadero de las emisiones de CO₂ ocasionadas por los combustibles fósiles.

En este tipo de silvicultura, se plantan dobles filas de estacas de *Salix* de 20 cm en tierras agrícolas, en el marco de un sistema de monte bajo en el que se llevan a cabo repetidas extracciones después de un período de dos a cuatro años (Verwijst, 2001). En Suecia existen actualmente 16 000 hectáreas de plantaciones destinadas a la producción de energía, pero teniendo en cuenta los excedentes agrícolas y el objetivo del Gobierno de que Suecia deje de depender del petróleo importado, la producción potencial podría estimarse entre 500 000 y 1 millón de hectáreas.

Las plantaciones unicaules de especies introducidas de *Populus trichocarpa* y *P. deltoides* y de híbridos de estas especies han permitido también obtener una gran



Plantación de *Salix viminalis* para producir energía en Suecia, con brotes de un año en raíces de cuatro años

producción de biomasa leñosa (Karacic, Verwijst y Weih, 2003; Christersson, 2006). Sólo se han plantado unos pocos centenares de hectáreas, pero los resultados han sido tan impresionantes que muchos agricultores están mostrando interés en aumentar las plantaciones. La madera se utilizará para fabricar papel y para producir energía.

La utilización de los bosques de rotación corta como filtros de vegetación de productos residuales cuenta con un amplio apoyo en Suecia (Perttu y Obarska-Pempkowiak, 1998; Dimitriou y Aronsson, 2004). Las aguas residuales y los fangos cloacales, que contienen grandes cantidades de nitrógeno y fósforo, se utilizan para fertilizar y regar plantaciones de sauces y álamos. Los productos residuales pueden contener también metales pesados contaminantes, que algunos clones de sauce son capaces de absorber. Cuando se quema la madera de este tipo de plantaciones, es posible extraer los metales pesados tanto de las cenizas volátiles como de las que quedan en el fondo. Sin embargo, este proceso no resulta rentable todavía, por lo que en la actualidad la mayor parte de las cenizas se deposita en los vertederos de desechos urbanos.

Plantaciones de chopos temblones en Finlandia

En el sur de Finlandia, la producción de chopos temblones híbridos (*Populus tremula* × *Populus tremuloides*), cultivados para fabricar tableros de partículas, podría ascender a 20 m³ anuales por hectárea. En el marco de algunos

experimentos encaminados a obtener biomasa para la producción de energía a partir de *Salix* spp. de rotación corta, que se vienen realizando desde hace tanto tiempo como en Suecia, se ha logrado una producción anual de casi 1 kg por m² en pequeñas parcelas de turberas encaladas y fertilizadas plantadas de *Salix phylicifolia* en el extremo norte del país (latitud 64°N) (Pohjonen, 1991).

EJEMPLOS DE PAÍSES EN DESARROLLO

Plantaciones de eucaliptos en el Brasil

En la región brasileña de Aracruz, plantaciones de híbridos de *Eucalyptus* spp. de rotación corta han producido de 300 a 350 m³ por hectárea en siete años. Según se ha informado, en los mejores suelos de esta región, sin riego, se ha obtenido una producción anual de 60 a 90 m³ por hectárea. A pesar de unas precipitaciones anuales de 1 300 a 1 400 mm, se ha comprobado que el riego con efluentes de comunidades e industrias puede duplicar la producción. La mayor parte del suelo de las plantaciones de Aracruz es laterítico; todas las plantaciones forestales se encalan con dolomita y carbonato cálcico y se fertilizan, especialmente con fósforo y nitrógeno. Se han registrado algunas infestaciones de hormigas y orugas. Para reducir el riesgo de plagas y enfermedades, las empresas tratan de mantener una base genética amplia en los programas de mejoramiento (Lorentzen, 2001).

Plantaciones de bambú en China

En el mundo existen unas 1 500 especies de bambú (todas ellas de la familia

de las gramíneas), y cerca del 40 por ciento de estas especies se encuentran en China (Ohrnberger, 1999). Muchas crecen tan deprisa que su cultivo puede ser considerado un tipo de silvicultura de rotación corta.

El bambú se cultiva en China desde hace miles de años, con fines muy diversos. *Bambusa chungii*, por ejemplo, se planta en la China tropical; la producción aérea anual puede llegar a 30 o incluso 40 toneladas de materia seca por hectárea con diferentes rotaciones (Scurlock, Dayton y Hames, 2000). Se utilizan de forma sistemática fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Los fertilizantes orgánicos utilizados habitualmente son el compost, los excrementos humanos y el estiércol de granja, que se aplican a razón de 1,5 a 4 toneladas anuales por hectárea, enterrados en canales de 5 a 10 cm de profundidad entre las plantas de bambú (MOST, INBAR e INFORTRACE, 2002).

Plantación de eucaliptos de siete años en el Brasil, lista para ser explotada; la investigación está orientada a reducir el período de rotación de cinco a seis años



Producción maderera, agrosilvicultura y mejora de terrenos en la India

Como resultado de las restricciones impuestas por el Gobierno indio a la corta en los bosques naturales, las plantaciones forestales de rotación corta de especies de crecimiento rápido se están convirtiendo en una fuente importante de materias primas para las industrias madereras de la India. Estas actividades se intensificaron desde que, ya en 1961, el Gobierno indio reconoció la brecha existente entre la oferta y la demanda de todos los tipos de madera. En un estudio sobre las plantaciones industriales establecidas en la India en el marco de diversos planes, Chaturvedi (1998) puso de relieve la necesidad de plantar especies de rotación corta, como, *Eucalyptus*, *Casuarina* y *Populus*, para satisfacer la demanda creciente de materias primas para las industrias madereras. A raíz de las plantaciones comerciales realizadas recientemente en el centro y el sur de la India, el cultivo de la teca (*Tectona grandis*) de rotación corta ha suscitado un renovado interés. Las investigaciones se centran en la producción de duramen y en la resistencia de la madera de teca procedente de plantaciones cuya gestión requiere un volumen de insumos relativamente bajo. En regiones tropicales húmedas del nordeste de la India se ha cultivado con éxito *Gmelina arborea* de rotación corta para producir pasta y madera.

En esas mismas regiones se puede extraer *Acacia auriculiformis* cuatro años después de su plantación, con un excelente rendimiento de biomasa. Casi el 50 por ciento de la biomasa se destina a la fabricación de pasta, mientras que el 50 por ciento restante se utiliza como forraje.

También se utilizan con frecuencia el álamo y la teca en la agrosilvicultura,

especialmente en el marco de sistemas agrosilvícolas, silvopastorales y silvo-medicinales. La silvicultura de rotación corta se practica mucho más en tierras privadas y no forestales que en tierras forestales, el 95 por ciento de las cuales está bajo control del Gobierno. Los responsables de la planificación y la formulación de políticas están alentando la plantación de cultivos madereros industriales de crecimiento rápido en explotaciones agrícolas y tierras no forestales para usos ecológicos, así como para el suministro de leña y pequeños rollizos que no puedan extraerse de los bosques naturales.

Los agricultores de las estribaciones del Himalaya noroccidental y central suelen plantar *Populus deltoides* con rotaciones de ocho a 12 años. La rotación de *P. deltoides* de regadío en las tierras agrícolas de las llanuras aluviales de Punjab, Haryana y partes de Uttar Pradesh tiene una duración de cuatro a ocho años. Un solo álamo con una rotación de seis a nueve años en las llanuras y de 15 a 25 años en las zonas de montaña produce 0,5 m³ de madera como promedio. Se considera que las plantaciones mixtas de alta densidad y rotación corta, en particular de algunas especies arbóreas de rápido crecimiento fijadoras de nitrógeno, son idóneas para la mejora de terrenos y la obtención de biomasa destinada a la producción de combustible y forraje. Entre los ejemplos se incluyen la combinación de *Leucaena leucocephala* con híbridos de *Melia azedarach* y *Eucalyptus* spp.

en las zonas montañosas subtropicales y de *Robinia pseudoacacia* con *Acacia mollissima* y *Morus* spp. en las zonas montañosas medias subtempladas del Himalaya noroccidental. Las especies de *Prosopis juliflora* y *Acacia nilotica* (con rotaciones de 9 a 14 años) son idóneas para la producción de combustible y la mejora de terrenos en las llanuras del norte y el noroeste del país.

Repoblación forestal de bosques tropicales húmedos en Filipinas

La mayoría de los bosques tropicales húmedos de Filipinas han sido objeto de una corta rasa o de una corta selectiva para extraer los árboles más grandes. Se han establecido plantaciones forestales de rotación corta, principalmente de *Gmelina arborea* y algunas especies de *Acacia*, en algunas islas (Diaz y Tandug, 1999) y se ha introducido la silvicultura de rotación corta en un tipo de sistema agroforestal de tierras bajas (Saplaco, 1999). Algunas empresas extranjeras, entre ellas algunas de Nueva Zelandia, han reconocido la idoneidad de las condiciones climáticas e hidrológicas para la silvicultura de rotación corta y están replantando zonas donde se había llevado a cabo una corta rasa, por ejemplo en la isla de Mindanao.

Zonas para la futura silvicultura de rotación corta en Chile

El sur de Chile, donde en los últimos 50 años se deforestó una superficie de unos 4 millones de hectáreas en la zona de Aisén, en torno a la ciudad de Coihaique,

Sistema agroforestal de *Populus deltoides* y maíz en Punjab (India)



L. CHRISTERSSON

a fin de dejar espacio para la cría de bovinos cuya carne se exportaba a Europa y los Estados Unidos, es un buen ejemplo de capacidad potencial para la práctica de la silvicultura de rotación corta, cuyas perspectivas de éxito son excelentes tras el fracaso de las actividades ganaderas. Estas tierras estaban anteriormente cubiertas de extensos bosques de muchas especies arbóreas diferentes, entre ellas hayas meridionales (especies *Nothofagus* y *Podocarpus*) y frondosas perennifolias (por ejemplo, especies *Eucryphia* y *Laurelia*). Las precipitaciones anuales (de 300 mm en las proximidades de la frontera argentina, pero superiores a 2 000 mm hacia la costa) y la temperatura son favorables para el buen éxito de las plantaciones forestales.

Opciones en Etiopía

Cerca de Addis Abeba se han plantado unas 12 000 hectáreas de *Eucalyptus globulus* (E. Olsson, comunicación personal). La producción anual ha variado entre 13 y 46 m³ por hectárea, habiéndose alcanzado el máximo incremento anual medio para los rodales de monte bajo y de árboles unicaules después de 14 años y de 18 a 19 años, respectivamente (Pukkala y Pohjonen, 1990). Sin embargo, hay grandes posibilidades de seguir estableciendo plantaciones en todo el país, porque hay enormes extensiones de tierras disponibles y el clima es favorable para la arboricultura. En algunas zonas donde se han talado grandes superficies de bosques de edad madura, las precipitaciones anuales llegan a 2 000 mm. Si bien la escasez de nutrientes representa un problema, éste puede resolverse en cierta medida introduciendo filtros de vegetación como los que se describieron anteriormente en la sección relativa a Suecia. El bambú y especies arbóreas de crecimiento rápido como *Eucalyptus*, *Cordia*, *Cupressus*, *Shinus* y *Gmelina* y álamos híbridos podrían ser utilizados para filtrar las aguas residuales y los fangos cloacales empleados en el riego y la fertilización. Esas plantaciones serían especialmente necesarias en los alrededores de Addis Abeba.

Etopía cuenta con cientos de miles de hectáreas cubiertas de rodales de bambú (tanto de tierras altas, *Yushane alpine*, como de tierras bajas, *Oxytenanthera abyssinica*) en zonas muy remotas con

una alta tasa de desempleo. Podrían desarrollarse métodos silvícolas para esas zonas (Kassahun, 2001). Se han realizado investigaciones en este sentido durante varios años mediante un programa de colaboración entre la Facultad Wondo Genet de Silvicultura de Etiopía y la Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas.

La madera y el bambú obtenidos mediante la silvicultura de rotación corta pueden ser utilizados para producir leña, material de construcción, papel, tableros de partículas y muchos otros productos. Ésta es otra cuestión que están investigando la Facultad Wondo Genet y la Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas.

CONCLUSIÓN

La silvicultura de rotación corta permite producir grandes cantidades de biomasa para generar energía y fabricar papel mediante la utilización de especies arbóreas de crecimiento rápido. El potencial de crecimiento de una especie arbórea se materializa creando condiciones óptimas de agua y nutrientes, eliminando la competencia de las plantas herbáceas y de otras especies arbóreas y evitando los daños bióticos y abióticos.

Pueden utilizarse para este tipo de plantaciones tierras de cultivo que ya no se utilicen con fines agrícolas debido a una producción excedentaria, tierras forestales de zonas tropicales y templadas en las que se haya llevado a cabo una corta rasa y tierras degradadas, especialmente en muchos países en desarrollo. Los métodos aplicados deberán ser aceptables desde el punto de vista ecológico, económico y estético. La producción de la silvicultura de rotación corta facilita la protección de bosques naturales valiosos al satisfacer las necesidades de recursos madereros.

El establecimiento de filtros de vegetación, basados en la utilización del nitrógeno y el fósforo presentes en las aguas residuales y cloacales con fines de riego y fertilización, en la silvicultura de rotación corta puede revestir especial interés para los países en desarrollo donde resulta excesivamente costoso instalar depuradoras técnicamente avanzadas. Los filtros de vegetación contribuyen también a evitar la eutrofización (contaminación con nutrientes) de los ríos y lagos cercanos. ♦



Bibliografía

- Baker, T., Duncan, M. y Stackpole, D.** 2005. Growth and silvicultural management of irrigated plantations. En S. Nambiar e I. Ferguson, eds. *New forests: wood production and environmental services*, pp. 113-134. Collingwood, Australia, Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth (CSIRO).
- Chaturvedi, A.N.** 1998. Plantations as a source of industrial raw material for wood-based industry. En K. Damodaran, B.S. Aswathanarayana, T.R.N. Prasad, K. Hyamasundar y S. Padmanabhan, eds. *Proceedings of national seminar on processing and utilization of plantation timber and bamboo*, Bangalore, India, 23 y 24 de julio de 1998, pp. 13-19. Bangalore, Indian Plywood Industries Research and Training Institute (IPIRTI).
- Christersson, L.** 2005. Plant physiological aspects of woody biomass production for energy purposes. En K.S. Verma, D.K. Khurana y L. Christersson, eds. *Short rotation forestry for industrial and rural development*. Nauni, Solan, Himachal Pradesh, India, Indian Society of Tree Scientists.
- Christersson, L.** 2006. Biomass production of intensively grown poplars in the southernmost part of Sweden: observation of characters, traits and growth potential. *Biomass and Bioenergy*. (En prensa.)
- Diaz, C. y Tandug, L.** 1999. Development and management of short-rotation forestry in the Philippines. En *Proceedings of a joint meeting at the University of the Philippines, Los Baños College*, Laguna, Filipinas, 3-7 de marzo de 1999.
- Dickmann, D., Isebrands, J., Eckenwalder, J. y Richardson, J.** 2001. *Poplar culture in North America*. Ottawa, Canadá, National Research Council of Canada Press.
- Dimitriou, J. y Aronsson, P.** 2004. Nitrogen leaching from short-rotation willow coppice after intensive irrigation with wastewater. *Biomass and Bioenergy*, 26: 433-441.
- Heilman, P.E. y Stettler, R.F.** 1985. Genetic variation and productivity of *Populus trichocarpa* and its hybrids. Parte II. Biomass production in a 4-year plantation. *Canadian Journal of Forest Research*, 15: 384-388.
- Karacic, A., Verwijst, T. y Weih, M.** 2003.

- Above-ground woody biomass production of short-rotation of *Populus* plantations on agricultural land in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 18(5): 427-437.
- Kassahun, E.** 2001. The potential of bamboo as an interceptor and converter of solar energy into essential goods and services: focus on Ethiopia. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 8: 346-355.
- Landsberg, J., Prince, S., Jarvis, P., McMurtrie, R., Luxmoore, R. y Medlyn, B.** 1997. Energy conversion and use in forestry: an analysis of forest production in terms of radiation utilization efficiency. En H.L. Gholz, K. Nakane y H. Shimoda, eds. *The use of remote sensing in the modeling of forest productivity*. Londres, Reino Unido, Kluwer Academic Publishers.
- Lorentzen, E.S.** 2001. *Aracruz Celulose annual report*. São Paulo, Brasil, Aracruz Celulose S.A. Puede consultarse en: www.aracruz.com.br
- Ministerio de Ciencia y Tecnología de China (MOST), Red Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR) y Centro Internacional de Capacitación Agroforestal (INFORTRACE).** 2002. *Report on International Training Workshop on Tropical Bamboo and Rattan Cultivation, Processing Technologies for Rural Small Enterprises*, Guangdong, Hainan, China, 12-26 de octubre de 2002. Puede consultarse en: www.inbar.int/news/reports/2002report.pdf
- Ohrnberger, O.** 1999. *The bamboos of the world*. Amsterdam, Países Bajos, Elsevier.
- Perttu, K. y Obarska-Pempkowiak, H., eds.** 1998. *Sewage treatment by means of pine, willow, reed and grass vegetation filters*. Proceedings of a joint Polish-Swedish workshop in Starbienino, Poland, 25-28 May 1997. Department of Short Rotation Forestry, Report No. 61. Uppsala, Suecia, SLU.
- Pohjonen, V.** 1991. Selection of species and clones for biomass willow forestry in Finland. *Acta Forestalia Fennica*, 221: 1-58.
- Pukkala, T. y Pohjonen, V.** 1990. Yield models for *Eucalyptus globulus* fuelwood plantations in Ethiopia. *Biomass*, 21: 129-143.
- Saplaco, S.** 1999. Lowland agroforestry system (LAS): potential for farmer-based short rotation forestry. En *Proceedings of a joint meeting at the University of the Philippines, Los Baños College, Laguna, Filipinas*, 3-7 de marzo de 1999.
- Scurlock, J., Dayton, D. y Hames, B.** 2000. Bamboo: an overlooked biomass resource. *Biomass and Bioenergy*, 19: 229-244.
- Sirén, G., Perttu, K., Eckersten, H., Linder, S., Christersson, L. y Sennerby-Forsse, L.** 1983. *The Energy Forestry Project*. NE:1983:11. Estocolmo, Suecia, Junta de Energía de Suecia. (Resmen en inglés.)
- Stanton, B., Eaton, J., Johnson, J., Rice, D., Schuette, B. y Moser, B.** 2002. Hybrid poplar in the Pacific Northwest: the effects of market-driven management. *Journal of Forestry*, 100(4): 28-33.
- Steenackers, V.** 1990. *40 years of poplar research in Geraardsbergen*. Geraardsbergen, Bélgica, Station voor Populiereenteelt.
- Verwijst, T.** 2001. Willows: an underestimated resource for environment and society. *Forestry Chronicle*, 77(2): 281-285.
- Wildy, D., Bartle, J., Pate, J. y Arthur, D.** 2000. Sapling and coppice biomass production by alley-farmed 'oil mallee' *Eucalyptus* species in the Western Australian wheatbelt. *Australian Forestry*, 63(2): 147-157. ♦