

RESIDUOS FORESTALES PRODUCIDOS POR EL MANEJO DEL REBROTE EN PLANTACIONES DE *Eucalyptus dunnii*

Rebottaro, Silvia; Cabrelli, Daniel y Sparnochia, Lucía³

RESUMEN

Diferentes especies del género *Eucalyptus* permiten crear recursos importantes debido a su alta productividad y sus ciclos productivos de corta duración, no obstante, desde una perspectiva ambiental, son sistemas productivos cuestionados por algunos bajo el argumento de baja sustentabilidad en el largo plazo.

La mayoría de las especies comerciales de *Eucalyptus* tienen buena capacidad para rebrotar de cepa, lo que representa una ventaja económica, permitiendo iniciar un nuevo ciclo productivo sin necesidad de volver a plantar. Además, el rebrote permite una rápida cobertura del sitio en una etapa sensible por su impacto, pero obliga a un control de la densidad que genera residuos forestales, sin embargo estos residuos cumplen una función protectora del suelo.

Si bien en los últimos años se ha comenzado a cuantificar los residuos de cosecha, la conducción del rebrote aún no ha sido considerada como una práctica capaz de minimizar los algunos impactos negativos que pueda tener la actividad forestal. En este marco, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la cantidad y composición de los residuos originados por el manejo del rebrote en plantaciones de *Eucalyptus dunnii*. La metodología consistió en un muestreo de brotes, a los cuales se les aplicó un análisis destructivo, con el fin de establecer las relaciones entre los distintos componentes de la planta (tallo, corteza, ramas, hojas). Los brotes fueron medidos y procesados a campo para la obtención del peso fresco de cada componente. Una submuestra fue llevada al laboratorio para la obtención del peso seco. Conociendo las relaciones establecidas mediante el análisis destructivo de los brotes, y conociendo la estructura poblacional antes y después del manejo del rebrote, fue posible estimar por diferencia la biomasa de los residuos dejados en el terreno, discriminando por componente. Se analizó un rango de densidad antes del manejo de 5000 a 20000 brotes por hectárea y tres escenarios post-manejo: dejando 1 tallo, 2 tallos y 3 tallos por cepa (800 a 3000 tallos por hectárea).

Los resultados mostraron que el manejo del rebrote originó hasta 25 t/ha de residuos en plantaciones de *E. dunnii*. Los diferentes componentes estuvieron representados a través de las siguientes proporciones: un 32 % de tallo principal sin corteza, 9 % de corteza, 28% de ramas y 31% de hojas.

Se concluye que el manejo del rebrote produjo una proporción elevada de residuos de alta calidad (hojas y ramas pequeñas), siendo esto coherente con la morfológica de los individuos jóvenes. Los resultados muestran la importancia de los residuos forestales generados por el manejo del rebrote, y brinda información básica sobre la cual discutir la sustentabilidad de estos sistemas, como así también herramientas para el manejo forestal sustentable.

Palabras clave: *Eucalyptus dunnii*, conducción del rebrote, residuos forestales.

³Cátedra de Dasonomía, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Argentina. rebottar@agro.uba.ar

SUMMARY

Different *Eucalyptus* genus species can represent important forest resources due to its high productivity and short turn productive cycles, however, from an environmental perspective, these resources have some detractors under the argument of a low sustainability in the long term.

Most of the *Eucalyptus* commercial species have good capacity to coppice from the stump, which represents an economic advantage, obtaining a new productive cycle without a new plantation. The coppice allows a fast soil cover after the original forest harvest, but it is necessary a reduction of the multiple stems and this clearing or density control generates forest residues over the soil surface.

Although during the last years different studies have been developed to quantify the residues produced by the commercial harvest, the residues from the coppice conduction have not yet been considered like a practice to diminish the negative impact of the forest activity in the harvesting stage. In this context, the present work had as objective to evaluate the amount and composition of the residues originated by the management of the coppice in *E. dunnii* plantations. The method consisted in a sampling of plants, to which a destructive analysis was applied with the purpose of establishing relations between the different components of the plant (stem, branches and leaves). The plants were measured in the field obtaining the fresh weight of each component. A subsample was dried and weighted in laboratory. After established the relations and knowing the population structure by classes of diameter before and after the coppice management, it was possible to obtain residues biomass left on the field, discriminating by component.

The results showed that the coppice management originated residues up to 25 t/ha. These values corresponded to populations with before management densities between 5,000 and 20,000 stems by hectare and for three post-management densities leaving 1, 2 and 3 stems by stump (800 to 3000 stems by hectare). The different components were represented through the following proportions: 32% stem without bark, 9% bark. 28% branches and 31% leaves.

The results indicated that the coppice management produced a high good quality residues proportion (leaves and small branches), being this coherent with the morphologic type of the young individuals. The results show the importance of the residues generated by the coppice management, offer basic information to discuss about the system sustainability and also tools for sustainable forest management.

Key words: *Eucalyptus dunnii*, coppice management, forest residues.

INTRODUCCION

Las proyecciones a nivel mundial y regional indican que la demanda de madera continuará aumentando, tanto desde los sectores industriales tradicionales (celulosa, papel, embalajes), como para su utilización con fines energéticos. Aunque esta seguirá siendo la función principal de las plantaciones, logrando así disminuir la presión sobre los bosques nativos, la valorización de otros componentes del sistema brindará herramientas para una producción de madera orientada hacia la aplicación de buenas prácticas. Según la FAO, el concepto de Buenas Prácticas implica "la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos alimentarios y no alimentarios inocuos y saludables, a la vez que produzcan la viabilidad económica y la estabilidad social (Infosylva, 2012)

El género *Eucalyptus* es un recurso genético de alta productividad potencial que la silvicultura intensiva ha permitido poner de manifiesto, acortando así los ciclos de producción. Desde una perspectiva económica, el Cono Sur presenta una gran ventaja competitiva, ya que son muchas las especies del género que pueden plantarse con éxito. Desde una perspectiva ambiental, se argumenta que estos sistemas pueden presentar una baja sustentabilidad, ya que se basan en cosechas sucesivas a través de ciclos de corta duración.

Las rotaciones cortas están asociadas con altas concentraciones de nutrientes en los tejidos de las plantas y con un alto potencial de pérdidas por unidad de superficie y de tiempo (Ericsson, 1994). Las pérdidas pueden deberse a la remoción por parte de la madera cosechada y al manejo pre y post plantación (Schönau, 1984; Nambiar, 1995).

La pérdida potencial puede ser importante, dependiendo de la especie, el método de cosecha, el tratamiento de los residuos y las características del sitio (Bormann *et al.*, 1968; Likens *et al.*, 1970; Wei *et al.*, 2000; Young, 1968.). Si se elimina toda la vegetación y se mantiene el área desnuda por algún tiempo, las pérdidas de nutrientes pueden ser significativas (Bormann *et al.*, 1968; Likens *et al.*, 1970), y la situación puede ser crítica para suelos de baja fertilidad (Da Silva *et al.*, 1983).

La mayoría de las especies comerciales de *Eucalyptus* tienen buena capacidad para rebrotar desde la cepa cortada. Esta característica representa una ventaja económica, ya que permite iniciar nuevos ciclos productivos sin necesidad de volver a plantar.

Desde una perspectiva ambiental, el rebrote permite una rápida cobertura del sitio en una etapa sensible en que el suelo queda descubierto después de la cosecha, no obstante los fines comerciales de las plantaciones obligan a realizar un control de la densidad inicial de los rebrotes, reduciendo su cantidad.

Esta intervención silvícola podría ser negativa inicialmente desde el punto de vista de la reducción de la cobertura, sin embargo los residuos que genera cumplen una función como protector físico del suelo y como mejorador químico, transfiriendo nutrientes al suelo, que estarán disponibles para las plantas residuales. Además, el vigoroso crecimiento de los rebrotes remanentes cubrirá nuevamente el suelo en forma rápida.

En los últimos años se han comenzado a cuantificar los residuos dejados sobre el terreno por efecto de la cosecha comercial (Foelkel, 2007), pero la conducción del rebrote aún no ha sido considerada como una práctica capaz de minimizar los impactos negativos de la producción, tanto por su protección física como por su función en el reciclaje de nutrientes.

En el marco descrito, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la cantidad y composición de los residuos originados por el manejo del rebrote en plantaciones de *Eucalyptus dunnii*.

MATERIAL Y MÉTODO

Características del Sitio Experimental

El trabajo de campo se llevó a cabo en un establecimiento forestal ubicado en el municipio de Luján (34° 34' LS, 59° 06' LW), provincia de Buenos Aires, Argentina. El paisaje de la zona está compuesto por lomas alargadas y planicies suavemente onduladas. La vegetación natural (pastizal) ha sido alterada por la actividad humana. El clima es templado subhúmedo con temperatura media anual de 16,6°C y precipitación media anual de 900 mm, concentrada en otoño y primavera. Los suelos son argiudoles, de textura superficial franco-limosa a franco-arcillo-limosa, y horizonte B textural con barnices y estructura en prismas moderados.

Rodales Evaluados

El trabajo se realizó en plantaciones *E. dunnii* destinadas a la producción de pulpa, establecidas a densidades iniciales de 2,5 x 2,5 m, 2,5 x 3,5 m y 3 x 3 m, utilizando material genético mejorado de origen australiano. Luego de la etapa de establecimiento las densidades definitivas estuvieron entre 1080 a 1450 pl/ha.

El índice de sitio promedio para el material genético utilizado por la empresa es de 23 metros de altura a los 10 años de edad. El primer ciclo productivo tiene una duración de 10 a 13 años, con rendimientos de 250 a 320 t/ha de madera comercial.

La modalidad de la empresa es acondicionar los residuos de la cosecha en hileras cada 5 a 7 líneas de plantación y no quemar el material para minimizar el impacto de la actividad forestal.

Después de la cosecha se registró un valor promedio de cepas rebrotadas del 80%, lo que en términos absolutos representó iniciar el segundo ciclo de producción con un rango de densidad de 800 a 1300 cepas activas por hectárea, según el lote.

Metodologías para Evaluación de los Residuos

La conducción del rebrote implica que todo el material cortado se transforma en residuos, por lo tanto el procedimiento utilizado para evaluar los residuos dejados sobre el terreno como producto del manejo del rebrote consistió en calcular la diferencia entre la cantidad de biomasa antes y después del manejo, mediante la siguiente ecuación:

$$RR = \text{BioA} - \text{BioD} \quad (1)$$

Donde: RR = residuos generados por el manejo del rebrote.
BioA = biomasa en pie antes del manejo.
BioD = biomasa en pie después del manejo.

El cálculo de los residuos utilizando la ecuación (1) se basó en el conocer la estructura poblacional antes y después de la práctica.

Por lo tanto, la metodología requiere de dos tipos de muestreos. Uno es el utilizado en un típico relevamiento cuyo objetivo es conocer la estructura por clases de diámetro de los brotes de cada población. El otro muestreo se realizó con el fin de obtener las relaciones alométricas entre distintas partes de la planta, mediante un análisis destructivo de los brotes muestreados.

Los brotes seleccionados cubrieron el rango de tamaño presente en las poblaciones evaluadas. Sobre la base fisiológica que la tasa de transpiración es proporcional al área foliar y que la tasa de provisión de agua es proporcional al área de tejido conductor (Shinozaki *et al.*, 1964a,

1964b), se ajustaron ecuaciones para estimar las diferentes relaciones de biomasa y tamaño del brote.

El diámetro a la base de cada brote, utilizado para el análisis destructivo, fue medido con calibre digital. El brote fue procesado separando las ramas del tallo principal y obteniendo a campo el peso fresco. Una submuestra de ramas fue utilizada para medir diámetro y procesar en laboratorio para obtener el peso seco del componente foliar y leñoso. El tallo principal fue llevado al laboratorio, y procesado para obtener el peso seco del leño y de la corteza.

Se calcularon los valores promedio y la variabilidad de las características poblacionales evaluadas. Se estudiaron las relaciones entre tamaño de rama, biomasa de hojas y biomasa de leño, en ramas primarias y secundarias.

El análisis destructivo de los brotes permitió el cálculo de la participación relativa de cada componente de la planta en el peso total (hojas, ramas, tallo principal y corteza).

Finalmente, conociendo la estructura poblacional (frecuencia de clase de diámetro) de los rebrotes antes del manejo y definida la estructura post-manejo, es posible calcular la biomasa de residuos que quedan sobre el terreno luego del manejo del rebrote.

El procedimiento permite hacer una estimación de los residuos en gabinete, aún antes que el manejo del rebrote se lleve a cabo en el campo. Es decir, es posible hacer una estimación de los residuos para diferentes escenarios de densidad de tallos antes y después del manejo.

Para el presente trabajo se consideraron cuatro tipos de estructuras poblacionales antes del manejo (5000, 10000, 15000 y 20000 brotes/ha) y tres densidades post-manejo (1, 2 y 3 tallos por cepa), lo que representó entre 800 a 3000 brotes/ha.

RESULTADOS

La estimación de los residuos para el presente trabajo fue realizada sobre la base de poblaciones que, antes del manejo del rebrote, tenían características ubicadas dentro de los rangos presentados en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1
POBLACIONES SOBRE LAS CUALES SE ESTIMARON LOS RESIDUOS

Características	Mínimo	Máximo	Promedio
Cepas rebrotadas (N°/ha)	648	1092	951
Brotes por cepa (N°)	8	19	11
Diámetro (cm)	1,8	6,5	3,5
Altura (m)	1,3	3,8	2,8

En la Figura N° 1 se observa la estructura poblacional antes del manejo, en términos de clases de diámetro de los brotes, para una de las plantaciones utilizadas en el presente estudio.

Se puede observar la típica distribución de frecuencia en poblaciones con alta densidad inicial y alta variabilidad de tamaño, como consecuencia principalmente de un proceso de competencia temprana a nivel intra-cepa.

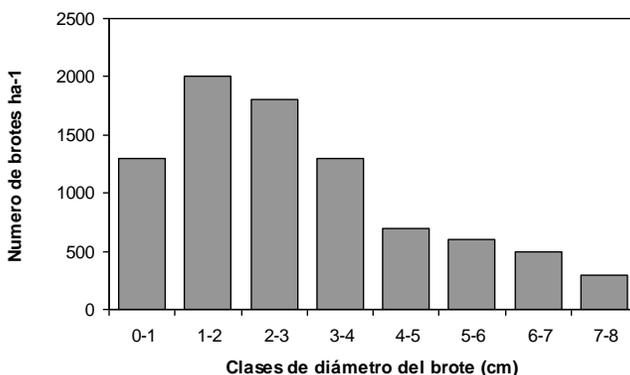


Figura N° 1
ESTRUCTURA POBLACIONAL DE BROTES ANTES DEL MANEJO
PARA UNA DE LAS POBLACIONES ANALIZADAS EN EL ESTUDIO

La caracterización del diámetro y la altura de los brotes utilizados en el presente estudio indica que la muestra cubrió el rango de tamaños presentes en las poblaciones evaluadas (Cuadro N° 2).

Cuadro N° 2
CARACTERÍSTICAS DE LOS BROTES UTILIZADOS EN EL ESTUDIO

Variable	Mínimo	Máximo	Promedio	CV (%)
Diámetro (cm)	1,82	6,10	4,08	37
Altura (m)	1,52	4,26	2,78	31

CV: Coeficiente de variación.

En los Cuadros N° 3 y N° 4 se observan las variables analizadas para ramas primarias y secundarias. Los resultados indicaron que las ramas primarias presentaron una mayor variabilidad de tamaño y que tuvieron una menor proporción de biomasa de hojas, resultando la relación significativamente inferior respecto a las secundarias.

Cuadro N° 3
DÍAMETRO DE RAMAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS

Ramas	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Promedio (mm)	CV (%)
Primarias	4	15	7,67	46
Secundarias	2,8	4,8	3,71	16

CV: Coeficiente de variación.

Cuadro N° 4
PESO SECO PROMEDIO POR RAMA Y RELACIÓN ENTRE COMPONENTES

Ramas	Hojas (g)	Leño (g)	Relación Hojas-Leño	CV Hojas-Leño (%)
Primarias	16,08	15,02	1,46	34
Secundarias	3,85	1,85	2,24	25

CV: Coeficiente de variación.

En el Cuadro N° 5 se observa la participación relativa de cada componente de la planta analizado. En tal sentido, la proporción de cada componente estuvo asociada con el tamaño del brote. Por ejemplo, el brote más pequeño fue el que presentó mayor participación de hojas y menor de tallo, mientras lo contrario ocurrió con el brote de mayor tamaño. Esto indica la importancia de caracterizar las relaciones en función del estado de desarrollo del brote, debido al impacto que el mismo tiene sobre la cantidad de cada componente.

Cuadro N° 5
PARTICIPACIÓN RELATIVA DE LAS DIFERENTES PARTES DE LA PLANTA

Componente	Mínimo	Máximo	Promedio
	(%)		
Tallo	18,72	41,54	32,04
Corteza	5,28	11,72	9,04
Hojas	24,16	39,27	30,47
Ramas	22,58	36,73	28,45

Los resultados indican que la cantidad de residuos potenciales presenta una gran variabilidad, como consecuencia de la gran variación de combinaciones de densidad de plantas antes y después del manejo.

En el Cuadro N° 6 se presentan los resultados de la estimación de los residuos, para cuatro escenarios de densidad antes y después del manejo del rebrote.

Cuadro N° 6
CANTIDAD DE RESIDUOS PARA DIFERENTES SITUACIONES DE DENSIDAD ANTES Y DESPUÉS DEL MANEJO DEL REBROTE

Antes de Manejo (Brotos/ha)	Después de Manejo (Brotos/ha)			
	800	1500	2000	3000
	(kg/ha)			
5000	5.460	4.550	3.900	2.600
10000	11.960	11.050	10.400	9.100
15000	18.460	17.550	16.900	15.600
20000	24.960	24.050	23.400	22.100

Considerando la distribución de frecuencia de las poblaciones antes del manejo del rebrote (Figura N° 1), es de esperar que esa práctica produzca mucho residuo proveniente de una alta proporción de tallos pequeños, mientras que los tallos de mayor tamaño son los que quedarán en pie luego de la conducción del rebrote. Sobre esta base, el cálculo de la cantidad de cada tipo de residuo se debería realizar ponderando en una población, tanto la proporción de tallos dentro de cada clase, como la proporción de cada parte de la planta para las distintas clases de tamaño.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En los últimos años se han comenzado a valorizar los residuos forestales reconociendo su importancia ecológica sobre la diversidad (Harmon *et al.*, 1986; Spies y Franklin, 1988; Angelstam *et al.*, 2003; Heilmann-Clausen y Christensen, 2004), la productividad (Janisch y Harmon, 2002; Spears *et al.*, 2003; Laiho y Prescott, 2004) y el flujo de energía y carbono (Cohen *et al.*, 1996). En este camino, se han comenzado a realizar evaluaciones de los residuos generados por la cosecha final o por raleos comerciales (Fernandez *et al.*, 2000; Foelkel, 2007; Rebottaro *et al.* 2008; Rebottaro *et al.*; 2010).

Poca atención se le ha dado sin embargo a la cuantificación de los residuos producidos por el control temprano de la densidad, sobre todo cuando dicha práctica tiene características de precomercial en cuanto al producto leñoso que es cortado. Adicionalmente, mucha bibliografía se ha enfocado en otras especies, como *Eucalyptus grandis*, y existen pocos estudios con *E. dunnii*, una especie que comúnmente es utilizada para la producción de pulpa.

Los sistemas donde se utiliza el rebrote como método de iniciación del ciclo se encuentran asociados a una alta producción de volumen en poco tiempo, teniendo como principal objetivo la obtención de madera para trituración.

El manejo del rebrote puede ser considerado como un raleo precomercial, equivalente al control de la densidad que resulta necesario aplicar en poblaciones muy densas, como las encontradas en procesos exitosos de regeneración natural. Debido a la alta densidad de tallos, el manejo del rebrote puede generar una gran cantidad de residuos que quedan sobre el terreno, disminuyendo el posible impacto negativo de la actividad.

La conducción del rebrote es una práctica de manejo que genera residuos de alta calidad nutricional. Las proporciones encontradas para los diferentes componentes son coherentes con la morfología de las plantas durante los primeros estados de desarrollo. Los resultados mostraron que los brotes jóvenes tuvieron una alta proporción de hojas, pero que hubo cierta variabilidad aparentemente asociada al tamaño del brote.

Adicionalmente, las diferencias encontradas según el orden de rama, indican la importancia de los cambios relativos entre diferentes partes de la planta, a medida que cambia el tamaño de la misma. En este sentido, se recomienda continuar con las evaluaciones profundizando el estudio de las relaciones entre tamaño y biomasa, tanto para las ramas como para el tallo.

La proporción de corteza encontrada en el presente trabajo fue similar a la reportada por Santana *et al.* (2000). Adicionalmente, debe considerarse que aunque la corteza representa una baja proporción de la biomasa, es un componente con alto contenido de nutrientes (Goya *et al.* 1997; Santana *et al.*, 2000).

En estados tempranos de desarrollo del cultivo forestal hay una mayor proporción de componentes con alta concentración de nutrientes, principalmente de nitrógeno y fósforo. En plantaciones jóvenes de *Eucalyptus*, la concentración de nitrógeno en las hojas puede estar en promedio alrededor 1,8%, y la de fósforo alrededor de 0,08%. Tomando en cuenta estas concentraciones y los valores de residuos encontrados en el presente trabajo, la cantidad de

nutrientes en las hojas que quedan en el suelo puede representar hasta 130 Kg de N/ha y hasta 8 Kg de P/ha.

Cuando en una rotación se efectúa la cosecha al final una proporción de nutrientes son exportados del sistema, aún en aquellos casos donde solo se retire el tallo comercial, y lo que ocurre con el resto de los nutrientes dependerá principalmente del tratamiento de los residuos. (Bellote *et al.*, 1980). En el caso de la conducción del rebrote todo el material queda en el terreno.

Adicionalmente, a diferencia de las cosechas comerciales donde los residuos quedan agrupados en hilera en algunos sectores del campo, los residuos por el manejo del rebrote quedan dispersos en el suelo de forma más o menos homogénea. Esto brinda una mayor protección física al suelo y una mayor uniformidad en el reciclaje de nutrientes. Otra característica es que estos residuos no se queman, lo que representa una buena práctica al no generar cambios drásticos en el suelo y permitir una descomposición gradual de los mismos.

En consecuencia, desde una perspectiva ambiental el manejo del rebrote debe valorizarse en torno a varios aspectos:

-Los residuos producidos representan una importante cantidad de biomasa, ya que en términos relativos esta es mayor que aquella que queda en pie.

-Los residuos no son quemados, lo que representa una ventaja ambiental.

-Los residuos quedan distribuidos sobre el terreno de manera más o menos homogénea, brindando mayor protección física al suelo.

-Los residuos presentan una alta proporción de hojas y tejidos leñosos jóvenes, lo que implica una alta concentración de nutrientes.

REFERENCIAS

Angelstam, P. K.; Büttler, R.; Lazdinis, M.; Mikusinski, G. and Roberge, J. M., 2003. Habitat thresholds for focal species at multiple scales and forest biodiversity conservation-dead wood as an example, *Ann. Zool. Fennici* 40: 473–482

Bellote, A. F. J.; Sarrugue, J. R.; Haag, H. P. e Oliveira, G. D., 1980. Extração e exportação de nutrientes pelo *E. grandis* Hill ex-Maiden em função da idade. *Macronutrientes*. 20:1- 23.

Bormann, F. H.; Likens, G. E.; Fisher, D. W. and Piere, R. S., 1968. Nutrient loss accelerated by clear cutting of forest ecosystems. *Science*, 159: 882- 884.

Cohen, W. B.; Harmon, M. E.; Wallin, D. O. and Fiorella, M., 1996. Two decades of carbon flux from forests of the Pacific Northwest: estimates from a new modeling strategy, *Bio Science* 46: 836–844.

Da Silva, F.; Poggiani, F. e Coelho, L., 1983. Biomassa, concentração e conteúdo de nutrientes em cinco espécies de *Eucalyptus* plantadas em solos de baixa fertilidade. *Bol. Pesq. Flor. Curitiba* (6/7): 9-25.

Ericsson, T., 1994. Nutrient dynamics and requirements of forest crops. *New Zealand Journal Forestry Science* 24, 133–168.

Fernandez, R.; Lupi, A.; Pahr, N.; Reis, H. y O'leary, H., 2000. Técnicas de manejo de residuos de cosecha para el establecimiento forestal y su impacto sobre la condición química de los suelos rojos del noreste de Argentina. En: *Avances en Ingeniería Agrícola*. Ed. Facultad de Agronomía, UBA. Buenos Aires. p.243-248.

Foelkel, C., 2007. Gestão ecoeficiente dos resíduos florestais lenhosos da eucaliptocultura. www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT07residuoslenhosos.pdf.

Goya, J. F.; Frangi, J. L.; Dalla Tea, F.; Marco, M. A. y Larocca, F., 1997. Biomasa, productividad y contenido

de nutrientes en plantaciones de *Eucalyptus grandis* en el NE de la provincia de Entre Ríos. Memorias XII Jornadas Forestales de Entre Ríos, Concordia, ER, Argentina, Oct.-97.

Harmon, M. E.; Franklin, J. F.; Swanson, E. J.; Sollins, P.; Gregory, S. V.; Lattin, J. D.; Anderson, N. H.; Cline, S. P.; Aumen, N. G.; Sedell, J. R.; Lienkaemper, G. W.; Cromack Jr., K. and Cummins, K. W., 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems, *Adv. Ecol. Res.* 15: 133–302.

Heilmann-Clausen, J. and Christensen, M., 2004. Does size matter? On the importance of various dead wood fractions for fungal diversity in Danish beech forests, *For. Ecol. Manage.* 201: 105–117.

INFOSYLVA, 2012. Boletín 02-03/12.

Janisch, J. E. and Harmon, M. E., 2002. Successional changes in live and dead wood carbon stores: implications for net ecosystem productivity. *Tree Physiol.* 22: 77–89.

Laiho, R. and Prescott, C. E., 2004. Decay and nutrient dynamics of coarse woody debris in northern coniferous forests: a synthesis, *Can. J. For. Res.* 34: 763–777.

Likens, G. E.; Bormann, F.H.; Johnson, N. M.; Fischer, D. W. and Pierce, R. S., 1970. Effects of forest cutting and herbicide treatment on nutrient budgets in Hubbard Brook watershed ecosystems. *Ecol. Mono.*, 40: 23 - 47.

Nambiar, S. K. E., 1995. Sustained Productivity of Plantations: Science and Practice. Simposio IUFRO para Cono Sur Americano, Manejo Nutritivo de Plantaciones forestales, Valdivia, Chile: 387-393.

Rebottaro, S.; Cabrelli, D.; Acqualagna, A.; Valente, A. e Alonso Galland, A., 2008. Produção da madeira comerciais e resíduos florestais do primeiro desbaste em populações de *Pinus elliottii*. Palestra oral. Em: 4^o Simpósio Latino-americano sobre Manejo Florestal, 26 a 28 de novembro 2008, Universidade Federal de Santa Maria, RS, BRAZIL.

Rebottaro, S.; Cabrelli, D.; Valente, A. y Acqualagna, A., 2010. Producción y uso potencial de residuos forestales en poblaciones de *Pinus elliottii* bajo diferentes condiciones silvícolas. Conferencia En VI Simposio Internacional sobre Manejo Sostenible de los Recursos Forestales. Univ. Pinar del río, Cuba. 21- 24 abril 2010.

Santana, R. C.; Barros, N. F. and Comerford, N. B., 2000. Above-ground biomass, nutrient content, and nutrient use efficiency of Eucalypt plantations growing in different sites in Brazil. *New Zealand Journal of Forestry Science* 30, 225–236.

Schönau, A. P. G., 1984. Silvicultural considerations for high productivity of *Eucalyptus grandis*. *Forest Ecology and Management* 9:295-314

Shinozaki, K.; Yoda, K.; Hozumi, K. and Kira, T., 1964a. A quantitative analysis of plant form - the pipel model theory I. Basic analyses. *Japanese Journal of Ecology* 14: 97-105.

Shinozaki, K.; Yoda, K.; Hozumi, K. and Kira, T., 1964b. A quantitative analysis of plant form - the pipe model theory II. Further evidence of the theory and its application in forest ecology. *Japanese Journal of Ecology* 14: 133-139.

Spears, J. D. H.; Holub, S. M.; Harmon, M. E. and Lajtha, K., 2003. The influence of decomposing logs on soil biology and nutrient cycling in an old-growth mixed coniferous forest in Oregon, U.S.A., *Can. J. For. Res.* 33: 2193–2201

Spies, T. A. and Franklin, J. F., 1988. Coarse woody debris in Douglas-fir forest of Western Oregon and Washington, *Ecology* 69 : 1689–1702.

Wei, X.; Liu, W.; Waterhouse, J. and Armleder, M., 2000. Simulations on impacts of different management strategies on long-term productivity in Lodgepole Pine forest of the central interior of British Columbia. *For. Ecol. Manage.* 133: 217-229.

Young, H. E., 1968. Challenge of complete tree utilization. *For. Prod. J.*, 18: 83-86.